

UNIVERSIDADE FEDERAL DO PARANÁ

FERNANDA FECCI

CUIDADO PARENTAL EM BOTO-CINZA, *PROXY* PARA AVALIAÇÃO DE IMPACTOS
ANTROPOGÊNICOS NO COMPLEXO ESTUARINO DE PARANAGUÁ (CEP)

PONTAL DO PARANÁ

2024

FERNANDA FECCI

CUIDADO PARENTAL EM BOTO-CINZA *PROXY* PARA AVALIAÇÃO DE IMPACTOS
ANTROPOGÊNICOS NO COMPLEXO ESTUARINO DE PARANAGUÁ (CEP)

Dissertação apresentada como requisito parcial à obtenção do grau de Mestre em Sistemas Costeiros e Oceânicos, no Curso de Pós-graduação em Sistemas Costeiros e Oceânicos, Centro de Estudos do Mar, Universidade Federal do Paraná.

Orientadora: Prof.^a Dra. Camila Domit

Coorientador: Prof. Dr. Mauricio Cantor

PONTAL DO PARANÁ

2024

DADOS INTERNACIONAIS DE CATALOGAÇÃO NA PUBLICAÇÃO (CIP)
UNIVERSIDADE FEDERAL DO PARANÁ
SISTEMA DE BIBLIOTECAS – BIBLIOTECA DO CENTRO DE ESTUDOS DO MAR

Fecci, Fernanda

Cuidado parental em boto-cinza, proxy para avaliação de impactos antropogênicos no Complexo Estuarino de Paranaguá (CEP) / Fernanda Fecci. – Pontal do Paraná, 2024.

1 recurso on-line : PDF.

Dissertação (Mestrado) – Universidade Federal do Paraná, Campus Pontal do Paraná, Centro de Estudos do Mar, Programa de Pós-Graduação em Sistemas Costeiros e Oceânicos.

Orientadora: Profa. Dra. Camila Domit

Coorientador: Prof. Dr. Maurício Cantor

1. Boto. 2. Estratégia. 3. Comportamento. 4. Sobrevivência. I. Domit, Camila. II. Cantor, Maurício. III. Universidade Federal do Paraná. Programa de Pós-Graduação em Sistemas Costeiros e Oceânicos. IV. Título.

Bibliotecária: Fernanda Pigozzi CRB-9/1151

TERMO DE APROVAÇÃO

Os membros da Banca Examinadora designada pelo Colegiado do Programa de Pós-Graduação SISTEMAS COSTEIROS E OCEÂNICOS da Universidade Federal do Paraná foram convocados para realizar a arguição da dissertação de Mestrado de **FERNANDA FECCI** intitulada: "**Cuidado parental em boto-cinza, proxy para avaliação de impactos antropogênicos no Complexo Estuarino de Paranaguá (CEP)**", sob orientação da Profa. Dra. CAMILA DOMIT, que após terem inquirido a aluna e realizada a avaliação do trabalho, são de parecer pela sua APROVAÇÃO no rito de defesa.

A outorga do título de mestra está sujeita à homologação pelo colegiado, ao atendimento de todas as indicações e correções solicitadas pela banca e ao pleno atendimento das demandas regimentais do Programa de Pós-Graduação.

Pontal do Paraná, 04 de Abril de 2024.

Assinatura Eletrônica
23/04/2024 11:35:49.0
CAMILA DOMIT
Presidente da Banca Examinadora

Assinatura Eletrônica
26/04/2024 19:46:42.0
MARTA JUSSARA CREMER
Avaliador Externo (UNIVERSIDADE DA REGIÃO DE JOINVILLE)

Assinatura Eletrônica
24/04/2024 00:31:33.0
MAURÍCIO NEVES CANTOR MAGNANI
Coorientador(a)

Assinatura Eletrônica
29/04/2024 10:14:25.0
RODRIGO HIPÓLITO TARDIN OLIVEIRA
Avaliador Externo (UNIVERSIDADE FEDERAL DO RIO DE JANEIRO)

AGRADECIMENTOS

Agradeço,

Aos meus orientadores, prof.^a Dra. Camila Domit e prof.^o Dr. Mauricio Cantor, pela oportunidade, e por acreditarem no meu potencial e no meu trabalho. Por todos os ensinamentos e conhecimentos compartilhados, com certeza foram de grande importância, não só para minha formação como cientista, mas também para o meu desenvolvimento profissional e pessoal. Obrigada!

À banca avaliadora que traz sempre novas visões, conhecimentos e informações fundamentais para o aperfeiçoamento do trabalho. Além disso, novas perspectivas sempre abrem caminhos e nos permitem ver o que não conseguimos sozinhos.

À minha família, que sempre estiveram do meu lado, mesmo que à distância, por todo amor e apoio durante todo o processo e em todas as minhas escolhas que fiz até hoje. Por todos os momentos que partilhamos, por todas as orações e mensagens motivadoras, me lembrando sempre que posso ser mais capaz do que imagino. Em especial às minhas irmãs, que assim como eu, desde pequenas têm uma paixão pela natureza e pelos animais, e, mesmo sem entender muito todo esse processo, sempre me trouxeram muito amadurecimento e me fazem querer ser uma pessoa melhor. Sou extremamente grata por ter vocês em minha vida.

Ao Camilo Carrasco, por caminhar ao meu lado e ser meu apoio em todos os momentos. Obrigada por todos os momentos partilhados durante esse tempo, por todo acolhimento, pelas filosofias da vida e principalmente durante o processo de desenvolvimento deste trabalho. Sou extremamente grata pelo nosso companheirismo, cuidado e resiliência. Agradeço também pela contribuição na construção dessa dissertação e pelo desenvolvimento do mapa. Você foi essencial para que eu chegasse até aqui. Sou grata por poder partilhar esse momento da vida contigo.

A todos os meus amigos de vida, por todos os momentos partilhados juntos, por serem a minha rede de apoio e por estarem comigo mesmo que à distância em vários momentos. Sei que é recíproco todo o sentimento partilhado e que não importa onde estivermos estaremos sempre torcendo uns pelos outros. Em especial a minha amiga Mariana Ingles, parceira de vida e de sonhos compartilhados, obrigada por toda a parceria, por todo acolhimento, conselhos, e momentos partilhados juntas. Obrigada por ter sido o meu braço direito na realização das coletas em campo, e em toda a construção dessa dissertação. E também a Bianca Koether, por toda a amizade, parceria e companheirismo durante toda essa trajetória. Obrigada por acreditarem e me fazerem acreditar mais em mim mesma. Vocês me fortalecem e me inspiram. Sou extremamente grata pela nossa amizade. Levo vocês comigo para toda a vida.

À toda a equipe do Laboratório de Ecologia e Conservação e a todos da equipe Promar que contribuíram de alguma forma para que esse trabalho fosse possível. A contribuição de cada um foi imprescindível para a construção e desenvolvimento desta dissertação, seja nas coletas em campo, nas discussões e encontros científicos no âmbito do laboratório e fora dele, nos workshops e congressos, ou mesmo em encontros casuais e convivência. Em especial, agradeço ao Gabriel Fraga, por dedicar seu tempo para todas as coletas de campo da região da Baía das Laranjeiras, para realização dos registros das imagens com o drone, suas contribuições foram essenciais para a realização e aperfeiçoamento deste trabalho. Ao Gabriel Torres, pela colaboração e paciência em me ajudar com as análises e resolução de problemas com o software Rstudio, sua ajuda foi fundamental para o desenvolvimento do trabalho. E também, à Karen Oliveira, pela colaboração e ajuda com a construção do mapa da área de estudo. Sou grata a todos vocês.

À toda a equipe do Laboratório Lab for Animal Behavioural Interaction Research in the Ocean (LABIRINTO) que também fizeram parte durante esse período, mesmo que à distância, contribuíram de alguma forma para o meu desenvolvimento profissional científico e pessoal, com trocas de experiências e conhecimentos. Obrigada!

À toda equipe náutica do Centro de Estudos do Mar, que foi essencial para as coletas em campo. Ao Jacomel e a Jocasta, por sempre estarem à disposição para ajudar e a gerenciar o melhor cronograma e escalas, de acordo com as necessidades das coletas. Ao Marcelo, Jeremias e Levi, que sempre estavam à disposição para nos transportar em segurança e com muita simpatia e bom humor até a marina, sempre nos ajudando a carregar todos os equipamentos e sempre muito solícitos. A todos os marinheiros, Abraão, André, Luiz, Lauro, Vanderley e Eduardo que contribuíram e estiveram sempre dispostos a conduzir o campo da melhor forma possível, com os quais tive o prazer de aprender muito e partilhar diversos momentos que com certeza ficaram marcados. Todos foram essenciais para que esse trabalho fosse possível. A vocês todo o meu carinho e gratidão!

Ao Programa de Pós-Graduação em Sistemas Costeiros e Oceânicos da Universidade Federal do Paraná, por me proporcionar a oportunidade de fazer ciência em uma universidade pública e contribuir para a minha formação como cientista. Muito obrigada a todo o corpo docente, administrativo e aos representantes discentes, Daiane, Gabriel, Mariana e Giuliani que fizeram um trabalho excepcional, em representar toda a comunidade discente no programa durante esse período.

À Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior (CAPES), pela bolsa de estudo concedida a qual foi essencial para a execução deste trabalho.

Por fim a todos que colaboraram de forma direta e indireta para que esse trabalho pudesse ser realizado e que se tornasse possível. Todos vocês compõem a rede de apoio que me permitiu chegar até aqui!

Muito obrigada!!

*“A mínima mudança em quase qualquer lugar é suficiente
para mudar todo o resto da história.”*

Richard Dawki

RESUMO

Cuidado parental é uma estratégia comportamental que resulta no aumento da sobrevivência da prole e, conseqüentemente, no sucesso reprodutivo dos progenitores. No entanto, uma série de fatores, naturais e antropogênicos, podem causar alterações nos padrões comportamentais de cuidado e no potencial de desenvolvimento da prole. Os filhotes de boto-cinza (*Sotalia guianensis*) dependem dos adultos por um período relativamente longo (~2-3 anos) e, portanto, tanto cuidado parental quanto aloparental possuem um papel significativo na sobrevivência e conservação dessa espécie. Considerando as variações comportamentais e nas formas de uso de área descritas para diversas populações de boto-cinza em resposta à impactos ambientais, o presente estudo avalia a possível influência de atividades antropogênicas no comportamento de cuidado parental em botos-cinza que utilizam o Complexo Estuarino de Paranaguá (CEP), litoral do Paraná. Este estudo também avalia o potencial de uso das alterações nestes comportamentos como indicadores de impactos às populações expostas. Durante o monitoramento embarcado realizado na área do CEP/PR, 163 agrupamentos de botos-cinza com filhotes foram acompanhados em áreas expostas a diferentes condições de uso por atividades humanas. O acompanhamento dos agrupamentos proporcionou avaliar as relações que envolvem os pares adulto-filhote, de forma qualitativa e quantitativa, frente aos diferentes contextos ambientais e sociais. A análise do repertório comportamental de cuidado parental em boto-cinza nessa região evidenciou que em áreas mais antropizadas os adultos exibiram estratégias de cuidado cooperativo, aumentando a coesão de díades adulto-filhote e o agrupamento, enquanto em áreas de menor frequência de atividades antrópicas, as estratégias envolveram cuidados mais individualizados entre os pares. Além disso, o repertório comportamental de brincadeira dos filhotes teve variação entre as baías, podendo representar conseqüências das estratégias de cuidado adaptada às condições específicas de cada ambiente. A relação custo-benefício para os adultos é um fator importante na escolha das estratégias de cuidado da prole para garantir a sobrevivência da população e podem ter influência sobre os comportamentos importantes para o desenvolvimento motor, social e cognitivo dos filhotes. Sendo assim, as alterações ambientais, podem influenciar na manutenção e transmissão de comportamentos sociais da população. Alterações no cuidado parental e as mudanças na estrutura dos grupos também podem refletir a plasticidade comportamental da população de botos-cinza nessa região, e representar respostas adaptativas a impactos antropogênicos. Nesse contexto, a identificação e monitoramento das respostas comportamentais aos impactos antrópicos emergem como medidas prioritárias para avaliação das espécies, conforme o Plano de Ação Nacional para Conservação de Cetáceos Marinhos Ameaçados de Extinção (PAN). Estes parâmetros podem ser integrados como parte da avaliação de impactos de atividades humanas aos pequenos cetáceos, contribuindo com o aprimoramento dos critérios no âmbito de monitoramentos ambientais e avaliações de longo prazo quanto à riscos. As estratégias de cuidado dos filhotes

contribuem para compreender respostas à impactos e avançar nas discussões sobre dinâmica e viabilidade populacional.

Palavras-chave: comportamento; estratégias comportamentais; aloparentalidade; prole; sobrevivência; atividades humanas.

ABSTRACT

Parental care is a behavioral strategy that results in increased offspring survival and, consequently, reproductive success of the parents. However, a series of natural and anthropogenic factors can cause changes in caregiving behavioral patterns and offspring developmental potential. Guiana dolphin (*Sotalia guianensis*) calves rely on adults for a relatively extended period (~2-3 years), thus both parental and alloparental care plays a significant role in the survival and conservation of this species. Considering the behavioral variations and patterns of area use described for various populations of Guiana dolphins in response to environmental impacts, we evaluated the possible influence of anthropogenic activities on parental care behavior in Guiana dolphins using the Paranaguá Estuarine Complex (CEP), southern Brazil. We also evaluated the potential use of changes in these behaviors as indicators of impacts on exposed populations. In the CEP/PR area, onboard monitoring was conducted, observing 163 groups of Guiana dolphins with offspring in areas exposed to varying degrees of human activity and usage conditions. Group monitoring allowed the assessment of relationships between adult-cub pairs, both qualitatively and quantitatively, in diverse environmental and social contexts. The analysis of the parental care behavioral patterns in Guiana dolphins in this region showed that in more anthropized areas, adults exhibited cooperative breeding strategies, increasing the cohesion of adult-calf pairs and groupings, while in areas with lower frequency of anthropic activities, strategies involved more individualized care between pairs. Additionally, the playful behavioral repertoire of the calves varied between bays, potentially representing consequences of caregiving strategies adapted to the specific conditions of each environment. The cost-benefit ratio for adults is an important factor in choosing calf care strategies to ensure population survival. It can influence important behaviors for calves' motor, social, and cognitive development. Thus, environmental changes can affect the maintenance and transmission of social behaviors in the population. Changes in parental care and group structure may also reflect the behavioral plasticity of the Guiana dolphin population in this region and represent adaptive responses to anthropogenic impacts. In this context, identifying and monitoring behavioral responses to anthropogenic impacts emerge as priority measures for species assessment, aligning with the objectives outlined in the National Action Plan for the Conservation of Threatened Marine Cetaceans (PAN). These parameters can be integrated into the evaluation of human activities' impacts on small cetaceans, thus contributing to the enhancement of criteria within the realm of environmental monitoring and long-term risk assessment. Offspring care strategies contribute to understanding responses to impacts and advancing discussions on population viability.

Keywords: behavior; behavior strategies; alloparenting; offspring; survival; human activities.

RESUMO EM LINGUAGEM ACESSÍVEL

O comportamento de cuidar dos filhotes é uma estratégia que aumenta as chances de sobrevivência e desenvolvimento dos filhotes até atingir a fase adulta e gerar descendentes. Os botos-cinza, uma espécie de golfinho, cuidam de seus filhotes por um longo tempo, o que aumenta suas chances de sobrevivência. Neste estudo, foi observado como as atividades humanas podem afetar o modo como os botos cuidam de seus filhotes no litoral do Paraná, e como essas formas de cuidado podem indicar os efeitos dessas atividades. Para isso, foi realizado o monitoramento de grupos de botos-cinza em locais com diferentes condições de uso por atividades humanas. Foi observado que nas áreas com mais atividades os botos cuidam de seus filhotes em grupo, enquanto em áreas com menos atividades, o cuidado tende a ser mais individual. Além disso, também foi observado que os filhotes exibem padrões de comportamentos de brincadeira diferentes entre as áreas. Esses resultados indicam que as formas de cuidado podem influenciar no comportamento e, consequentemente, no desenvolvimento dos filhotes. As mudanças nas formas de cuidado com os filhotes podem refletir os efeitos das atividades humanas nesses ambientes, informações importantes para entender como os botos respondem aos impactos no ecossistema e como as atividades afetam a população local. Os resultados do estudo reforçam que o monitoramento de pares adultos e infantes de botos-cinza podem contribuir com processos de avaliação de impactos de atividades humanas em golfinhos costeiros e em seus habitats.

HIGHLIGHTS

- A população de boto-cinza que utiliza as áreas do CEP/PR, exibe estratégias cooperativas de cuidado dos filhotes em ambientes com mais atividades humanas, em contraponto, cuidados mais individualizados e restritos ao par adulto-filhote são registrados em ambientes com menos atividades humanas.
- Estratégias cooperativas de cuidado em grupo de filhotes em populações de botos-cinza podem representar adaptações comportamentais para otimizar a sobrevivência e o desenvolvimento dos filhotes, sendo estas em respostas às alterações naturais no ambiente ou resultantes das atividades humanas.
- Agrupamentos de boto-cinza utilizam navios como barreira para manter os filhotes em determinado espaço e auxiliar na supervisão dos filhotes, enquanto os adultos se revezam em estratégia de alimentação na região do CEP/PR.
- Adaptações no comportamento de cuidado dos filhotes de boto-cinza podem influenciar nos comportamentos de brincadeira dos filhotes, os quais são fundamentais para o desenvolvimento motor, cognitivo e social dos indivíduos.
- Variações no repertório comportamental de brincadeira dos filhotes foram observadas entre as áreas amostradas e podem indicar adaptações no cuidado diante de ambientes sujeitos a múltiplos estressores, sendo os efeitos populacionais de longo prazo um desafio para estudos futuros.
- Alterações nas estratégias de cuidado dos filhotes de boto-cinza no CEP/PR podem indicar respostas aos impactos antropogênicos no ambiente e contribuir como parâmetro de monitoramento em análises de impactos ambientais, às populações de botos em áreas de uso por múltiplas atividades antrópicas.

LISTA DE FIGURAS

- Figura 1.** Mapa de localização e delineamento amostral nas áreas de estudo dentro do Complexo Estuarino de Paranaguá (CEP), Paraná, Brasil. Transectos lineares na baía de Paranaguá (vermelho) e baía das Laranjeiras (azul). Localizado abaixo, o mapa de localização do Brasil, Paraná e Complexo Estuarino de Paranaguá (CEP). Mapa Cartográfico – Instituto Brasileiro de Estatística e Geografia – IBGE, Prefeitura de Paranaguá, Agência Nacional de Águas (ANA). Mapa de Fundo – Carto DB – Positron. Classe Cartográfica – DATUM – SIRGAS 2000 Projeção UTM ZONA 22S. 36
- Figura 2.** Cuidado parental de botos-cinza (*S. guianensis*) adotado pelo posicionamento longitudinal e transversal do adulto em relação ao filhote no Complexo Estuarino de Paranaguá Paraná, Brasil (CEP-PR). **A:** posição longitudinal 1 (L1); **B:** posição longitudinal 2 (L2); **C:** posição transversal 1 (T1); **D:** posição transversal 2 (T2). 39
- Figura 3.** Eventos comportamentais de cuidado parental em botos-cinza (*S. guianensis*) no Complexo Estuarino de Paranaguá (CEP), Paraná, Brasil. **A:** Comparação da frequência de ocorrência dos eventos registrados em diferentes fases de desenvolvimento entre as áreas estudadas. **B:** Aproximação para melhor visualização dos outros eventos comportamentais sem influência da natação escalonada. **BP:** Baía de Paranaguá (cor alaranjada). **BL:** Baía de Laranjeiras (cor azul); as cores em tons mais escuros representam os infantes, e tons mais claros representam os neonatos. **NE(Esw):** Natação Escalonada (do inglês, Echelon swimming); **Esc:** Escolta; **Rev.:** Revezamento; **Dir. A:** Direcionamento de alimento; **Imp.:** Impulsão; **Creche:** Creche; **Toq:** Toque. 47
- Figura 4.** Índices de coesão entre adultos e filhotes de botos-cinza (*S. guianensis*) no Complexo Estuarino de Paranaguá (CEP), Paraná, Brasil. Comparação da frequência de ocorrência dos índices de coesão em diferentes fases de desenvolvimento (neonato e infante) entre as áreas estudadas. **BP:** Baía de Paranaguá (cor alaranjada). **BL:** Baía de Laranjeiras (cor azul); as cores em tons mais escuros representam os infantes, e tons mais claros representam os neonatos. **C1:** Alta coesão (Coesão 1); **C2:** Média coesão (Coesão 2); **C3:** Baixa coesão (Coesão 3). 49
- Figura 5.** Índices de coesão entre díades adulto-filhote e agrupamento de botos-cinza (*S. guianensis*) no Complexo Estuarino de Paranaguá (CEP), Paraná, Brasil. Comparação da frequência de ocorrência dos índices de coesão em diferentes fases de desenvolvimento (neonato e infante) entre as áreas estudadas. **BP:** Baía de Paranaguá (cor alaranjada). **BL:** Baía de Laranjeiras (cor azul); as cores em tons mais escuros representam os infantes, e tons mais claros representam os neonatos. **Co1:** Alta coesão (Coesão 1); **Co2:** Média coesão (Coesão 2); **Co3:** Baixa coesão (Coesão 3). 51

Figura 6. Cuidado longitudinal e transversal em botos-cinza (*S. guianensis*) no Complexo Estuarino de Paranaguá (CEP), Paraná, Brasil. Comparação da frequência de ocorrência dos posicionamentos de cuidado, longitudinal e transversal, dos adultos em relação aos filhotes, em diferentes fases de desenvolvimento (neonato e infante) entre as áreas estudadas. BP: Baía de Paranaguá (cor alaranjada). BL: Baía de Laranjeiras (cor azul); CT: Cuidado Total; CLT: Cuidado Longitudinal Total; CTT: Cuidado Transversal Total; AC: Ausência de Cuidado.

53

Figura 7. Eventos comportamentais de brincadeira dos filhotes de botos-cinza (*S. guianensis*) no Complexo Estuarino de Paranaguá (CEP), Paraná, Brasil. Comparação da frequência de ocorrência dos eventos registrados em diferentes fases de desenvolvimento (neonato e infante) entre as áreas estudadas. BP: Baía de Paranaguá. BL: Baía de Laranjeiras; Salto: Salto; Surf: Surf; Ob. S.: Observação de superfície (do inglês, spy hop); Exp. C.: Exposição corporal; Bpc: Batidas de partes do corpo; Int (Fi-A): Interceptação do filhote ao adulto; Rod: Rodopio; Play. S.: Prática de forrageamento (do inglês, play snacking); Inter. Fi-A: Interação social de filhotes com adultos; Inter. Fi-Fi: Interação social entre filhotes; Tail w.: Deslocamento para trás em postura vertical (do inglês tail walk).

56

Figura 8. Frequência de atividades antropogênicas no Complexo Estuarino de Paranaguá (CEP), Paraná, Brasil. A-Boxplot de comparação da frequência de atividades antropogênicas entre as áreas estudadas. B- Comparação das frequências das diferentes atividades antropogênicas entre as baías. BP: Baía de Paranaguá (cor alaranjada). BL: Baía de Laranjeiras (cor azul).

57

Figura 9. Mapa de calor da intensidade de atividades antropogênicas no Complexo Estuarino de Paranaguá (CEP), Paraná, Brasil. Comparação da intensidade de frequências de diferentes atividades antropogênicas locais, entre as áreas estudadas. As cores vermelhas na escala representam a intensidade das atividades, com tons mais escuros indicando valores mais altos. BP: Baía de Paranaguá. BL: Baía de Laranjeiras; S: Ships; IM: Inboard Motor; WM: Without Motor; OM: Outboard Motor; PA: Port Activities; F: Fishing; FN: Fishing Nets; RA: Recreational Activities.

58

Figura 10. Condições ambientais nas baías de Paranaguá (BP) e de Laranjeiras (BL) no Complexo Estuarino de Paranaguá-PR (CEP), Paraná, Brasil. Salinidade (BP: média=21,92, variação=10 - 35; BL: média=23,84, variação=15-32); Turbidez (BP: média=1,50, variação=0,5 - 5,0; BL: média=1,45, variação=0,3 - 5,0); Temperatura (BP: média=22,84, variação=18,60 - 27,10; BL: média=22,29, variação=11,00 - 29,10); Profundidade (BP: média=12,77, variação=3,50 - 19,80; BL: média=11,08, variação=1,30 - 29,50).

86

LISTA DE TABELAS

- Tabela 1.** Classificação das diferentes fases de desenvolvimento do boto-cinza (*Sotalia guianensis*) utilizada por Teixeira et al. (2018). 82
- Tabela 2.** Descrição de eventos comportamentais de cuidado parental em botos-cinza (*Sotalia guianensis*). 82
- Tabela 3.** Descrição de eventos comportamentais de brincadeira em filhotes de boto-cinza (*Sotalia guianensis*). 83
- Tabela 4.** Classificação das coesões entre adultos e filhotes, e coesões entre díade e agrupamento de botos-cinza (*S. guianensis*) no Complexo Estuarino de Paranaguá (CEP). 84
- Tabela 5.** Tempo de observação dos agrupamentos de botos-cinza (*Sotalia guianensis*) registrados no Complexo Estuarino de Paranaguá, Paraná, Brasil. Tempo total de esforço amostral e efetivo, e, porcentagem do tempo efetivo com agrupamentos com presença de filhotes em cada área amostrada (BP e BL). Total de avistagens e porcentagem de avistagens de agrupamentos com filhotes em cada área amostrada (BP e BL). BP-Baía de Paranaguá, BL- Baía das Laranjeiras. 43
- Tabela 6.** *Tamanho dos agrupamentos de botos-cinza (*Sotalia guianensis*) observados (número de indivíduos avistados por agrupamento) no Complexo Estuarino de Paranaguá, Paraná, Brasil. Média, mínimo e máximo do tamanho dos agrupamentos observados com presença e ausência de filhotes em BP e BL. **BP**-Baía de Paranaguá; **BL**-Baía das Laranjeiras.* 53
- Tabela 7.** *Composição dos agrupamentos com presença de filhotes de botos-cinzas (*Sotalia guianensis*) em relação às diferentes fases de desenvolvimento (neonatos e infantes) no Complexo Estuarino de Paranaguá, Paraná, Brasil. Total de agrupamentos com registros das diferentes fases de desenvolvimento, porcentagem de agrupamentos registrados com neonatos ou infantes em relação ao total de agrupamentos com filhotes observados, e, a média, mínimo e máximo da quantidade de filhotes (neonatos ou infantes) observados por agrupamento em cada área amostrada(BP e BL). **BP**-Baía de Paranaguá, **BL**- Baía das Laranjeiras.* 56
- Tabela 8.** Frequência de ocorrência dos estados comportamentais principais observados nos agrupamentos de botos-cinza (*Sotalia guianensis*) acompanhados em BP e BL. Atividades comportamentais principais (alimentação, descanso, reprodução e deslocamento); Área total (incluindo as duas baías amostradas); BP – Baía de Paranaguá; BL- Baía das Laranjeiras. 44

LISTA DE ABREVIATURAS OU SIGLAS

AC – Ausência de cuidado

BL - Baía de Laranjeiras

BP - Baía de Paranaguá

Bpc - Batidas de partes do corpo

C1 – Coesão 1 (alta coesão) entre o adulto e filhote

C2 – Coesão 2 (média coesão) entre o adulto e filhote

C3 – Coesão 3 (baixa coesão) entre o adulto e filhote

CEP - Complexo Estuarino de Paranaguá

Co1 – Coesão 1 (alta coesão) entre díade adulto-filhote e agrupamento

Co2 - Coesão 2 (média coesão) entre díade adulto-filhote e agrupamento

Co3 - Coesão 3 (baixa coesão) entre díade adulto-filhote e agrupamento

CLT – Cuidado longitudinal total

CT – Cuidado total

CTT – Cuidado transversal total

Dir_A – Direcionamento de alimento

DF – Graus de liberdade (df)

DP - Desvio padrão

Esc - Escolta

EPA - Encontro de pequenos agrupamentos

Exp. C. - Exposição corporal

F – Fishing (pesca)

FN - Fishing nets (redes de pesca)

Imp - Impulsão

Int. A-Fi - Interceptação do adulto no filhote

Inter Fi-Ad - Interação entre filhote e adulto

Inter Fi-Fi - Interação entre filhotes

Int. Fi-A - Interceptação do filhote no adulto

IM – Inboard Motor

L1 – Posição longitudinal 1

L2 – Posição longitudinal 2

NE_Esw - Natação escalonada (do inglês, *Echelon swimming*)

Ob. S. - Observação de superfície

OM – Outboard Motor

PA – Port activities (atividades portuárias)

PAN - Plano de Ação Nacional para Conservação de Cetáceos Marinhos Ameaçados de Extinção.

Play S. - Play snacking (prática de forrageamento em filhotes)

RA – Atividades recreativas

Rev - Revezamento

Rod - Rodopio

S – Ships

T1 – Posição transversal 1

T2 – Posição transversal 2

Tail w. - Tail walking (deslocamento vertical para trás)

Toq - Toque

WM – Without a Motor

X² - Qui-quadrado

SUMÁRIO

1. CONTEXTUALIZAÇÃO GERAL	17
1.1. Objetivos	25
1.1.1. Objetivo geral	25
1.1.2. Objetivos específicos	25
1.2. Estrutura da dissertação	25
1.3. Referências	26
2. MANUSCRITO	31
2.1. Resumo	31
2.2. Introdução	31
2.3. Materiais e métodos	34
2.3.1. Área de estudo	34
2.3.2. Delineamento amostral e coleta de dados	36
2.3.3. Estrutura dos agrupamentos	37
2.3.4. Registros comportamentais de cuidado parental e brincadeira dos filhotes	39
2.3.5. Amostragem de atividades antropogênicas	42
2.3.6. Amostragem das condições ambientais	43
2.3.7. Análises de dados	43
2.4. Resultados	46
2.4.1. Resultados gerais	46
2.4.2. Cuidado Parental	49
2.4.2.1. <i>Eventos comportamentais</i>	49
2.4.2.2. Coesões adulto-filhote	52
2.4.2.3. Coesões díade-grupo	53
2.4.2.4. Cuidado longitudinal e transversal	55
2.4.3. Comportamentos de brincadeira dos filhotes	57
2.4.4. Atividades antrópicas	60
2.4.5. Condições ambientais	62
2.5. Discussão	64
2.6. Referências	78
2.7. Material Suplementar	82

1. CONTEXTUALIZAÇÃO GERAL

O estudo do comportamento animal possui grande importância na biologia da conservação (Sutherland, 1998). Diversos estudos demonstram sua relevância como indicador de alterações e impactos de curto e longo prazo (Berger-Tal et al., 2011; Cooke et al., 2014). O comportamento pode ser visto como um campo interdisciplinar que visa investigar como os aspectos imediatos e finais do comportamento animal podem ser valiosos na prevenção da perda da biodiversidade (Berger-Tal et al., 2011). O seu estudo permite compreender processos ecológicos como interações intra e interespecíficas, as relações com o ambiente, além de possuir um papel significativo no entendimento da importância biológica e ecológica de determinadas áreas para a conservação das espécies (Clemons e Buchholz, 1997; Berger-Tal et al., 2011). O acompanhamento do comportamento dos organismos e de suas variações no tempo e espaço também permite avaliar riscos e a qualidade ambiental local, já que os animais podem ser importantes indicadores ecológicos (Yamamoto e Volpato, 2007). Portanto, o conhecimento do comportamento animal fornece informações importantes para o manejo das espécies e de seus habitats, apoiando ações essenciais de tomada de decisões e orientando protocolos de conservação (Yamamoto e Volpato, 2007; Berger-Tal et al., 2011; Cooke et al., 2014; Nowacek et al., 2016).

Os comportamentos são respostas às variáveis genéticas, sociais e ambientais, podendo variar entre espécies e entre indivíduos da mesma espécie que compõe uma população (Boesch *et al.*, 1994; Connor et al., 2000; Mann e Sargeant, 2003; Whitehead et al., 2004). Portanto, são limitados pela variabilidade genética, características morfológicas e fisiológicas do organismo, assim como, pelas interações e habitat em que o organismo se encontra (Nowacek, 2002). As estratégias comportamentais são os resultados de processos evolutivos, que dependem da adequação de estratégias particulares sob condições ambientais predominantes (Berger-Tal et al., 2011; Krebs e Davies, 2012). De acordo com Nowacek (2002), os organismos desenvolvem um repertório dentro dos comportamentos que são capazes de realizar, em resposta a um determinado tipo de ambiente em que estão inseridos ou diante de uma presa. Assim sendo, diante de alterações ambientais, muitas espécies acabam exibindo ajustes comportamentais em resposta aos impactos e às condições alteradas (Wong e Candolin, 2015). Sendo, portanto, o comportamento, a primeira resposta quando há alteração nas condições locais (Wong e Candolin, 2015).

As respostas comportamentais às mudanças ambientais podem ocorrer por meio da dispersão, ajuste através da plasticidade fenotípica ou adaptação através de mudanças genéticas (Williams et al., 2008; Hoffmann e Sgrò, 2011; Wong e Candolin, 2015). No contexto de mudanças ambientais em decorrência das atividades antropogênicas, a plasticidade tem um papel importante na sobrevivência dos organismos, devido às oportunidades de dispersão e adaptação serem frequentemente limitadas (Wong e Candolin, 2015). A plasticidade fenotípica consiste na

capacidade de um mesmo genótipo produzir diferentes fenótipos, os quais podem ser morfológicos, fisiológicos ou comportamentais, em resposta a diferentes contextos ambientais (contexto físico e social), mantendo seu sucesso reprodutivo (DeWitt et al., 1998; Sommer, 2020). E, portanto, permite que um animal ajuste o comportamento como uma resposta imediata às alterações no ambiente, aumentando a sua aptidão (Candolin e Wong, 2012).

Essas mudanças fenotípicas podem ser intensificadas pelas atividades antropogênicas, podendo ser maiores que as mudanças em resposta à variação ambiental natural (Hendry et al., 2007). Embora essas mudanças possam ser adaptativas a curto prazo, a resposta comportamental pode alterar outros comportamentos relacionados à aptidão, como a estrutura social ou o sucesso de acasalamento, podendo alterar a trajetória evolutiva das espécies ou dos ecossistemas (Berger-Tal et al., 2011). Se as respostas comportamentais alterarem os principais parâmetros demográficos (taxas de natalidade, mortalidade e migração), isso pode resultar na alteração populacional, como animais que são apanhados em armadilhas ecológicas acabam por sofrer uma redução na sobrevivência da prole o que pode resultar no declínio populacional (Wong e Candolin, 2015). Além disso, pode facilitar o encerramento de opções evolutivas, criando preocupações de conservação em uma escala de tempo evolutiva mais longa, além de alterar a dinâmica populacional e de uma comunidade ou ecossistema (Ehrlich 2001; Manor e Saltz, 2003; Wright et al., 2010; Wong e Candolin, 2015).

De modo geral os comportamentos tendem a evoluir, por meio de estratégias particulares, para maximizar a aptidão dos indivíduos sob determinadas condições ambientais (Krebs e Davies, 2009; Berger-Tal et al., 2011). Na ecologia comportamental, existem três domínios chaves, fundamentais para a conservação, para a obtenção de alta aptidão em indivíduos de todas as espécies: padrões de movimento e uso do espaço; comportamentos relacionados à alimentação e predador-presa; e, comportamento social e reprodução (Berger-Tal et al., 2011). Este último domínio é apresentado por diversas espécies, as quais em seu sistema de reprodução exibem comportamento de cuidado parental, que consiste em uma estratégia comportamental que proporciona o aumento da sobrevivência e a capacidade reprodutiva da prole, e consequentemente, tende a aumentar a aptidão e o sucesso reprodutivo da espécie (Alcock, 2016; Royle et al., 2016). O sistema de cuidado de uma espécie pode ser entendido como resultado de longos processos coevolutivos com pressões ambientais durante os estágios pré-sociais que impactam as transições para a sociabilidade (Socias-Martínez e Kappeler, 2019). Sugere-se que o cuidado parental seja favorecido devido aos ciclos de feedback positivo que maximizam os benefícios de tais comportamentos para a prole, já que, esta é geralmente a fase mais vulnerável de um indivíduo, em que a percepção e a mobilidade são reduzidas em comparação aos adultos na maioria das espécies (Socias-Martínez e Kappeler, 2019).

O comportamento social é observado em diversas espécies de animais, os quais vivem toda ou a maior parte de suas vidas em sociedades (Allmann, 2009). Uma sociedade é definida por Altmann (2009), como uma organização de indivíduos que dependem uns dos outros e desenvolvem laços entre si que os mantêm unidos. Mamíferos aquáticos, como os cetáceos, apresentam estruturas sociais complexas e grandes habilidades cognitivas (Connor et al., 1998; Connor, 2000; Mann, 2000; Marino et al., 2007). Entre estes, os golfinhos costumam viver em grupos sociais complexos com uma ampla variedade de estratégias comportamentais (Gowans et al., 2007). Esses, são caracterizados por longas histórias de vida e extensos cuidados maternos, onde em algumas espécies, a prole é amamentada por anos (Mann, 2019). Em espécies como cachalotes, orcas, baleias-piloto, e falsas orcas, alguns filhotes permanecem com suas mães por toda a vida, permitindo investimentos que, além da amamentação, envolvem proteção, apoio, compartilhamento de alimentos, aprendizagem social e transmissão de cultura (Olesiuk et al., 1990; Hoelzel, 1991; Ford e Ellis, 2006; Mann, 2019, Rendell et al., 2019).

O cuidado dos filhotes é fornecido principalmente pelas mães, mas em algumas espécies outros indivíduos também podem ajudar, como pais, irmãos ou mesmo indivíduos não aparentados, os alopares (Kleiman e Malcom 1981; Augusto et al., 2017). Várias espécies de cetáceos são conhecidas por apresentarem, além do cuidado parental, cuidados alopais, os quais estão associados à vida em grupo e à sociabilidade, e, ocorrem quando qualquer indivíduo que não seja a mãe, participa do processo de cuidado dos filhotes, engajando-se em comportamentos que beneficiam a prole (Woodroffe e Vicent, 1994; Augusto et al., 2017). Essas atividades de cuidado realizadas em grupos ou por mais de um indivíduo separadamente, podem reduzir efeitos prejudiciais da variabilidade das condições ambientais e amortecer os custos dos cuidados e/ou aumentar a eficiência destes diante de um problema (Socias-Martínez e Kappeler, 2019).

Estes cuidados, também possuem um papel importante na estimulação do aprendizado dos filhotes quanto às suas práticas motoras, sociais e cognitivas. Os filhotes de golfinhos tendem a adotar comportamentos maternos, como estratégias de forrageamento (Mann e Sargeant, 2003; Sargeant e Mann, 2009), assim como, podem aprender uma variedade de comportamentos, permitindo desenvolver seus próprios laços sociais, essenciais para a sobrevivência após a independência materna (Stanton e Mann, 2012; Mann, 2019). De acordo com Hill et al. (2017), a imitação durante eventos de brincadeiras é uma forma de desenvolver habilidades motoras e cognitivas e transmitir os comportamentos à população, o que possui grande importância para a manutenção comportamental da população. Essas transmissões de comportamentos podem ser visuais e/ou cinestésicas, e, ocorrem em três dimensões: transmissão vertical, entre mães e filhotes; transmissão horizontal, entre pares da mesma idade; e, transmissão oblíqua, entre indivíduos mais velhos e mais novos (Herzing, 2005).

O cuidado parental e a sociabilidade estão associados a múltiplos benefícios na natureza, e podem influenciar o desempenho dos filhotes de diversas maneiras (Klug e Bonsall, 2014). A taxa de desenvolvimento da prole é um componente chave do desempenho geral dos filhotes e, é provável que os pais possam melhorar a aptidão da prole manipulando o seu desenvolvimento (Klug e Bonsall, 2014). Contudo, a relação custo-benefício para os adultos é um fator importante na escolha das formas de cuidado da prole e, pode ter influência sobre o desenvolvimento dos filhotes (Krebs e Davies, 1996; Klug e Bonsall, 2014). Essa relação, portanto, pode ser influenciada por uma variedade de fatores, os quais podem ser sociais, ambientais e antropogênicos. Entre estes fatores, pode-se citar as características físicas do ambiente, o risco de predação, a disponibilidade de alimentos, a exposição às ameaças ambientais e sociais, o tamanho do agrupamento, a atividade comportamental em que os adultos estão envolvidos, a idade dos filhotes, e, a experiência e variação individual (Rosenblum e Andrews, 1994; Weilgart, 2007; Weir et al., 2008; Pearson, 2009; Lunardi, 2011; Cantor et al., 2012; Lunardi e Ferreira, 2014; Pais et al., 2018; Castro et al., 2024; Makuya e Schradin, 2024). Além de outros fatores antropogênicos, como atividades portuárias, turismo, tráfego de embarcações, e, pesca, os quais são relatados como de forte interferência na frequência e padrões comportamentais, no uso de área, na organização social e no cuidado parental de golfinhos (Scheidat et al., 2004; Miller et al., 2008; Stockin et al., 2008; Weir et al., 2008; Pearson, 2009; Lunardi, 2011; Tardin et al., 2013; Torres-Guijarro et al., 2013; Pirotta et al., 2015; Rossi-Santos e Oliveira, 2016; Pais et al., 2018; Tardin et al., 2019).

Os impactos antropogênicos são, atualmente, onipresentes no ambiente marinho, e, conseqüentemente, nenhuma população de mamíferos marinhos permanece imune às atividades humanas (Brakes e Dall, 2016). As mudanças nos padrões comportamentais, geradas em resposta a essas atividades, podem gerar impactos de diferentes magnitudes nos animais, causando efeitos que podem ser de curto e longo prazo (Nowacek et al., 2007; Erbe et al., 2016; Pais et al., 2018). Para algumas espécies, os ruídos também são relatados como uma das causas de alteração das relações sociais e tempo de mergulho dos animais (Weilgart, 2007). Estudos relatam que os efeitos dos ruídos subaquáticos podem incluir respostas comportamentais, mascaramento auditivo, alterações na frequência cardíaca, estresse, perda temporária de audição e possíveis danos mais graves em tecidos e órgãos (Erbe et al., 2016).

Uma vez que, a canalização comportamental pode levar à vulnerabilidade, enquanto a plasticidade comportamental pode proporcionar oportunidade para resiliência (Brakes e Dall, 2016), para muitas espécies socialmente complexas, com alta capacidade cognitiva, como é o caso dos golfinhos, compreender sobre sua ecologia comportamental, capacidade de aprendizagem social e variação comportamental individual, podem ser fundamentais na efetividade de gestão e conservação das espécies. Para entender o papel do comportamento em alguns processos, é

necessário ter dados sobre o tipo de sistemas de reprodução, os quais envolvem o sistema de cuidado parental, estrutura social e transmissão de informação social dentro e entre populações (Brakes e Dall, 2016). Estudos que fornecem informações sobre estes processos podem fornecer oportunidades para prever as consequências de rápidas mudanças ambientais induzidas pelo homem em ambientes marinhos (Sih et al., 2011; Brakes e Dall, 2016). Em algumas espécies de golfinhos, a sobrevivência e o sucesso reprodutivo podem depender de fatores sociais como: coesão e organização social, ajuda mútua na defesa contra predadores e possíveis cuidados alopARENTAIS, oportunidades suficientes para transferência de conhecimento de uma geração a outra (conhecimento aprendido), e, liderança por indivíduos mais velhos que sabem onde e quando encontrar presas escassas e como evitar circunstâncias de alto risco (Wade et al., 2012).

Ambientes degradados geram condições ambientais que resultam em um maior potencial de impacto sobre as espécies costeiras com alto grau de fidelidade ao local, como é o caso do boto-cinza (*Sotalia guianensis*) (Carrera et al., 2008; Moura et al., 2023). Mudanças comportamentais nesta espécie foram amplamente documentadas, como respostas às atividades e ruídos antropogênicos (Spínola e Reis, 2007; Carrera et al., 2008; Araújo et al., 2008; Pais et al., 2018; Maciel et al., 2023). Ao avaliar o impacto de embarcações de ecoturismo no comportamento dessa espécie, foi documentado redução no número médio de golfinhos e na atividade de alimentação na presença da embarcação (Carrera et al., 2008). Alguns estudos também relataram alterações no comportamento de botos-cinza devido a intensificação do tráfego de barcos (Santos-Jr et al., 2006; Pereira et al., 2007; Spínola e Reis, 2007; Izidoro e Le Pendu, 2012; Santos et al., 2013). No Rio Grande do Norte, foi observado que a aproximação de embarcações de turismo, tinham influência nos comportamentos relacionados à proteção à prole, onde grupos com filhotes evitavam a interação com embarcações ou se deslocavam da enseada (Santor-Jr et al., 2006). Além disso, também foi observado que atividades comportamentais de filhotes em geral tiveram um decréscimo na presença de barcos e banhistas (Gondim, 2006).

O boto-cinza, *Sotalia guianensis* (van Bénédén, 1864), é uma espécie de golfinho endêmica das águas costeiras do oeste da América central e do Sul (Silva e Best, 1996). A área de distribuição dessa espécie ocorre desde o centro de Honduras em La Mosquita, até o sul do Brasil, no estado de Santa Catarina em Florianópolis (Silva et al., 2010). Possui um hábito costeiro e estuarino, habitando preferencialmente áreas protegidas dentro de estuários e baías (Wedekin, 2007; Cremer et al., 2012). Embora até o momento acredita-se que a espécie ocorra ao longa de toda sua área de distribuição, os botos geralmente formam populações discretas (Borobia et al., 1991; Silva et al., 2010; Flores et al., 2018), em que os indivíduos normalmente possuem áreas de vida relativamente pequenas (Flores e Bazzalo, 2004; Santos e Rosso, 2008; Oshima e Santos, 2016; Moura et al., 2021).

Os indivíduos dessa espécie podem atingir 222 cm de comprimento e 121 kg, apresentando longevidade de aproximadamente 30 anos (Rosas et al., 2003; Rosas et al., 2010). A maturidade sexual no boto-cinza foi estimada em 179-180 cm entre 6-7 anos em machos e 160-169 cm entre 5-7 anos em fêmeas (Rosas et al., 2010). Embora possam ocorrer picos sazonais de nascimentos nos botos-cinza em algumas regiões, como reportado no Rio de Janeiro, há reprodução ao longo de todo o ano (Rosas et al., 2010). No Paraná, sul do Brasil, não foi registrada sazonalidade definida (Rosas e Monteiro-Filho, 2002). Os botos-cinza possuem um sistema de acasalamento promíscuo, que consiste no acasalamento de machos e fêmeas com vários indivíduos durante uma mesma estação reprodutiva (Rosas e Monteiro-Filho, 2002; Santos e Rosso, 2008; Rosas et al., 2010). O tempo de gestação tem duração em cerca de 11 a 12 meses para apenas um filhote, e a taxa de crescimento fetal estimada varia entre 8,7- 9,0 cm/mês, os quais nascem com aproximadamente 90-106 cm de comprimento (Rosas et al., 2010). Foi estimado para esta espécie que o período de lactação tem duração entre 8,7 e 9,4 meses, e, o tempo de intervalo entre os partos podem variar entre dois e três anos (Santos et al., 2001; Rosas e Monteiro-Filho, 2002).

Assim como em outras espécies de cetáceos, o cuidado parental em botos-cinza é caracterizado por extensos investimentos materno com um conjunto de estratégias, podendo variar de acordo com características ambientais e sociais do agrupamento, e com as exigências de cada fase de desenvolvimento (Rautenberg et al., 2008; Domit, 2010; Tardin et al., 2013; Teixeira et al., 2018). Esta espécie também pode ser caracterizada por apresentar uma forte relação entre mãe e o filhote e com outros indivíduos que auxiliam no cuidado para que a mãe possa obter alimento (Teixeira et al., 2018). Diferentes eventos comportamentais já foram observados e associados ao cuidado parental, os quais foram descritos, como nado acompanhado ou natação escalonada (*echelon swimming*), escolta, revezamento ou alternância, interceptação, creche, direcionamento de alimento, impulsão e toque (Monteiro-Filho, 1991; Rautenberg, 1999; Spinelli et al., 2002; Domit, 2006; Gondim, 2006; Nascimento, 2006; Monteiro-Filho et al., 2008; Rautenberg et al., 2008).

O repertório comportamental do boto-cinza é construído ao longo do processo ontogenético. Inicialmente a execução de comportamentos pelos filhotes é parcial e se torna completa à medida que este se desenvolve, por meio de etapas de aprendizagem social e individual, as quais envolvem a transmissão cultural de conhecimentos entre os indivíduos (Domit, 2010). Diversos comportamentos independentes dos filhotes foram associados ao desenvolvimento motor e social para a espécie (Spinelli et al., 2002; Domit, 2006; Gondim, 2006; Monteiro-Filho et al., 2008; Domit, 2010). Entre estes, incluem os eventos de salto, surf, observação de superfície (*spy hop*), exposição corporal na superfície da água, envolvendo exposições da região ventral, caudal e peitoral e por vezes do rosto, batidas de partes do corpo, interceptação do filhote no adulto, rodopio, prática de forrageamento (*play snacking*), interações sociais de filhotes e adultos e entre filhotes, e,

deslocamento para trás em postura vertical (*tail walk*) (Mann e Smuts, 1999; Bonn, 2001; Spinelli et al., 2002; Domit, 2006; Gondim, 2006; Nascimento, 2006; Monteiro-Filho et al., 2008).

Esta espécie, no entanto, está sujeita a forte pressão antrópica ao longo de toda a sua distribuição, e as variáveis que influenciam o comportamento de cuidado parental estão expostas a uma série de fatores que podem causar alterações no comportamento e no potencial de desenvolvimento dos infantes. De acordo com a lista vermelha da fauna ameaçada do Brasil, o boto-cinza é considerado uma espécie “vulnerável”, e “quase ameaçada” na lista internacional da IUCN (2018). Além disso, está elencado como espécie prioritária para a avaliação de impactos cumulativos pelo Comitê científico da Comissão Internacional Baleeira (IWC/SC67b – Domit et al., 2020).

O hábito costeiro das populações de boto-cinza (Rossi-Santos et al., 2007; Cantor et al., 2012, Cremer et al., 2012), influenciam na exposição destes aos impactos das ações antropogênicas, principalmente em áreas consideradas importantes para reprodução e alimentação da espécie, como é o caso do Complexo Estuarino de Paranaguá (CEP) e demais áreas do litoral do Paraná, sul do Brasil (Domit et al., 2021; Moura et al., 2021; Soares et al., 2022). A população de botos-cinza que ocorre no litoral do Paraná é considerada ameaçada de extinção e tem apresentado alterações na saúde em detrimento dos impactos antrópicos locais (Van Bressen et al., 2009; Domiciano et al., 2012, Domiciano et al., 2016; Soares et al., 2022). Variações comportamentais e na forma de uso do habitat também vêm sendo observadas ao longo do tempo e relacionadas a intensificação de atividades antropogênicas na região (Marcondes, 2021; Moura et al., 2021).

Neste contexto e considerando que os botos-cinza são indivíduos sociais, e os infantes dependem dos adultos por um longo período de tempo (Tardin et al., 2013; Flores et al., 2018; Rosas; Monteiro-Filho, 2022), o cuidado parental nessa espécie é um fator fundamental na dinâmica da população e sua avaliação pode contribuir com o entendimento sobre a organização social da população, as estratégias de cuidado da prole e as potenciais consequências no desenvolvimento e sobrevivência dos filhotes, em caso de alterações nestes cuidados. A avaliação quanto aos fatores sociais e ambientais, naturais e antrópicos, que influenciam as estratégias associadas ao comportamento de cuidado parental também são importantes para orientar as ações de conservação dessa espécie.

Desse modo, este estudo traz como principais hipóteses que, se os botos-cinza tendem a alterar seu comportamento diante da alta frequência de atividades antropogênicas, então espera-se que as estratégias de cuidado com os filhotes sejam diferentes e de maior aproximação entre adultos e infantes nessas condições comparado a ambientes com menor frequência de atividades

antropogênicas. Além disso, se os adultos tendem a mudar as suas estratégias comportamentais de cuidado da prole frente às atividades antropogênicas, então espera-se que os filhotes reduzam a frequência de atividades de brincadeira e interação com outros filhotes e membros do grupo, podendo afetar seu desenvolvimento motor, cognitivo e social.

No Paraná, diversos estudos com enfoque descritivo dos comportamentos dos botos-cinza foram conduzidos na década passada (Domit, 2006; Monteiro-Filho et al. 2008; Rauntemberg e Monteiro-Filho 2008 Domit, 2010; Oliveira, 2011; Bonin et al., 2017), no entanto, as atividades humanas se intensificaram e mudanças comportamentais da espécie vêm sendo detectadas e indicadas como sinais de alterações de saúde e de potenciais perdas de qualidade de vida e bem-estar para a população em longo prazo. O Plano de Ação Nacional para Conservação de Cetáceos Marinhos Ameaçados de Extinção (PAN, 2019) inclui entre as ações prioritárias, identificar e monitorar alterações comportamentais decorrentes de impactos antrópicos. Em vista deste cenário, o presente estudo objetiva avaliar o comportamento de cuidado parental dos boto-cinza no Complexo Estuarino de Paranaguá (CEP) e as possíveis influência de atividades antrópicas, assim como avaliar a possibilidade de uso destes comportamentos como indicador de avaliação de impactos à espécie. Além disso, inferir potenciais efeitos das mudanças comportamentais na sobrevivência e desenvolvimento dos infantes. Esses fatores podem fornecer informações importantes para a compreensão da ecologia comportamental e estrutura social da população, bem como o uso da área pela espécie, além de somar esforços para avaliação da sobrevivência, saúde e do estado de conservação da população de boto-cinza. Este estudo propõe analisar o potencial de uso dos comportamentos de cuidado parental e dos infantes como proxy de respostas à impactos no ecossistema, permitindo avaliar respostas de curto prazo, contribuindo com informações relevantes para incremento de abordagens de monitoramentos ambientais, e para orientação de tomadores de decisões no desenvolvimento de estratégias de mitigação de impactos e conservação.

1.1. Objetivos

1.1.1. Objetivo geral

Avaliar o comportamento de cuidado parental em boto-cinza no Complexo Estuarino de Paranaguá (CEP) expostos às atividades antropogênicas locais e considerar sua viabilidade como indicador de impactos à população.

1.1.2. Objetivos específicos

- Caracterizar o comportamento de cuidado parental de botos-cinza no Complexo Estuarino de Paranaguá (CEP);
- Avaliar esses comportamentos em relação às variáveis ambientais e sociais que contextualizam os agrupamentos registrados;
- Avaliar possíveis alterações qualitativas e quantitativas no comportamento de cuidado parental em boto-cinza frente a exposição ao tráfego de embarcações e à atividades portuárias;
- Avaliar a relação entre o cuidado parental e os comportamentos independentes dos filhotes, importantes para o desenvolvimento motor, social e cognitivo;
- Verificar a viabilidade do uso do cuidado parental como indicador de respostas comportamentais de curto prazo aos impactos antropogênicos locais.

1.2. Estrutura da dissertação

Esta dissertação contém um capítulo único, o qual será organizado e traduzido posteriormente para o formato de artigo em inglês. O documento segue os padrões de formatação sugeridos para a revista científica *Behavioral Ecology* (Elotronic ISSN: 1045-2249), fator de impacto: 2.4 (2023), classificação Qualis: A1.

1.3. Referências

- Alcock, J. (2016). *Comportamento animal: uma abordagem evolutiva*. Artmed editora.
- Allman, T. (2009). *Animal Life in Groups*. Infobase Publishing.
- Araújo, J. P., Souto, A., Geise, L., & Araújo, M. E. (2008). The behavior of *Sotalia guianensis* (Van Bénédén) in Pernambuco coastal waters, Brazil, and a further analysis of its reaction to boat traffic. *Revista Brasileira de Zoologia*, 25, 1-9.
- Augusto, J. F., Frasier, T. R., & Whitehead, H. (2017). Characterizing alloparental care in the pilot whale (*Globicephala melas*) population that summers off Cape Breton, Nova Scotia, Canada. *Marine Mammal Science*, 33(2), 440-456.
- Berger-Tal, O., Polak, T., Oron, A., Lubin, Y., Kotler, B. P., & Saltz, D. (2011). Integrating animal behavior and conservation biology: a conceptual framework. *Behavioral Ecology*, 22(2), 236-239.
- Boesch, C., Marchesi, P., Marchesi, N., Fruth, B., & Joulain, F. (1994). Is nut cracking in wild chimpanzees a cultural behaviour?. *Journal of Human Evolution*, 26(4), 325-338.
- Borobia, M., Siciliano, S., Lodi, L., & Hoek, W. (1991). Distribution of the South American dolphin *Sotalia fluviatilis*. *Canadian Journal of zoology*, 69(4), 1025-1039.
- Brakes, P., & Dall, S. R. (2016). Marine mammal behavior: a review of conservation implications. *Frontiers in Marine Science*, 3, 87.
- Candolin, U., & Wong, B. B. (Eds.). (2012). *Behavioural responses to a changing world: mechanisms and consequences*. Oxford University Press.
- Carrera, M. L., Favaro, E. G. P., & Souto, A. (2008). The response of marine tucuxis (*Sotalia fluviatilis*) towards tourist boats involves avoidance behaviour and a reduction in foraging. *Animal Welfare*, 17(2), 117-123.
- Clemmons, J. R., & Buchholz, R. (1997). Behavioral approaches to conservation in the wild. Cambridge University Press.
- Connor, R. C. (2000). Group living in whales. *Cetacean societies: Field studies of dolphins and whales*, 199.
- Connor, R. C., Mann, J., Tyack, P. L., & Whitehead, H. (1998). Social evolution in toothed whales. *Trends in ecology & evolution*, 13(6), 228-232.
- Cooke, S. J., Blumstein, D. T., Buchholz, R., Caro, T., Fernandez-Juricic, E., Franklin, C. E., ... & Wikelski, M. (2014). Physiology, behavior, and conservation. *Physiological and Biochemical Zoology*, 87(1), 1-14.
- Davies, N. B., Krebs, J. R., & West, S. A. (2012). *An introduction to behavioural ecology*. John Wiley & Sons.
- DeWitt, T. J., Sih, A., & Wilson, D. S. (1998). Costs and limits of phenotypic plasticity. *Trends in ecology & evolution*, 13(2), 77-81.
- Domit, C. (2006). Comportamento de pesca do boto-cinza, *Sotalia guianensis* (van Bénédén, 1864). Dissertação (Mestrado em Zoologia). Universidade Federal do Paraná, Curitiba.
- Domit, C. (2010). Ecologia comportamental do Boto-Cinza, *Sotalia Guianensis* (Van Bénédén, 1864), no complexo estuarino de Paranaguá, Estado do Paraná, Brasil.
- Ehrlich, P. R. (2001). Intervening in evolution: ethics and actions. *Proceedings of the National Academy of Sciences*, 98(10), 5477-5480.
- Erbe, C., Sisneros, J., Thomsen, F., Hawkins, A., & Popper, A. (2016, July). Overview of the fourth international conference on the effects of noise on aquatic life. In *Proceedings of Meetings on Acoustics* (Vol. 27, No. 1). AIP Publishing.
- Flores, P. A., & Bazzalo, M. (2004). Home ranges and movement patterns of the marine tucuxi dolphin, *Sotalia fluviatilis*, in Baía Norte, southern Brazil. *Latin American Journal of Aquatic Mammals*, 37-52.
- Flores, P. A., Da Silva, V. M., & Fettuccia, D. D. C. (2018). Tucuxi and Guiana dolphins: *Sotalia fluviatilis* and *S. guianensis*. In *Encyclopedia of marine mammals* (pp. 1024-1027). Academic Press.
- Gondim, M.A. (2006). Cuidado ao filhote do Boto-cinza, *Sotalia guianensis*, (Van Bénédén, 1864). Dissertação (Mestrado em Psicobiologia), Universidade Federal do Rio Grande do Norte, RN.
- Gowans, S., Würsig, B., & Karczmarski, L. (2007). The social structure and strategies of delphinids: predictions based on an ecological framework. *Advances in marine biology*, 53, 195-294.
- Hendry, A. P., Farrugia, T. J., & Kinnison, M. T. (2008). Human influences on rates of phenotypic change in wild animal populations. *Molecular ecology*, 17(1), 20-29.
- Herzing, D. L. (2005). Transmission mechanisms of social learning in dolphins: underwater observations of free-ranging dolphins in the Bahamas. *Autour de l'ethologie et de la cognition animale*, 185-194.

- Hill, H. M., Dietrich, S., & Cappiello, B. (2017). Learning to play: A review and theoretical investigation of the developmental mechanisms and functions of cetacean play. *Learning & Behavior*, 45, 335-354.
- Hoffmann, A. A., & Sgrò, C. M. (2011). Climate change and evolutionary adaptation. *Nature*, 470(7335), 479-485.
- Izidoro, F. B., & Le Pendu, Y. (2012). Estuarine dolphins (*Sotalia guianensis*)(Van Bénédén, 1864)(Cetacea: Delphinidae) in Porto de Ilhéus, Brazil: group characterisation and response to ships. *North-Western Journal of Zoology*, 8(2).
- Kleiman, D. G., & Malcolm, J. (1981). The evolution of male parental investment in mammals, parental care in mammals (Gubernick DJ, Klopfer PH, eds).
- Klug, H., & Bonsall, M. B. (2014). What are the benefits of parental care? The importance of parental effects on developmental rate. *Ecology and Evolution*, 4(12), 2330-2351.
- Maciel, I., Belderrain, T., Alves, M. A. S., & Tardin, R. (2023). Stay here, but keep quiet: the effects of anthropogenic noise on Guiana dolphins (*Sotalia guianensis*) in southeastern Brazil. *Marine Biology*, 170(12), 165.
- Mann, J. (Ed.). (2000). *Cetacean societies: field studies of dolphins and whales*. University of Chicago Press.
- Mann, J., & Sargeant, B. (2003). Like mother, like calf: the ontogeny of foraging traditions in wild Indian Ocean bottlenose dolphins (*Tursiops* sp.). *The biology of traditions: Models and evidence*, 236-266.
- Manor, R., & Saltz, D. (2003). Impact of human nuisance disturbance on vigilance and group size of a social ungulate. *Ecological Applications*, 13(6), 1830-1834.
- Mann, J., & Smuts, B. B. (1998). Natal attraction: allomaternal care and mother–infant separations in wild bottlenose dolphins. *Animal Behaviour*, 55(5), 1097-1113.
- Marino, L., Connor, R. C., Fordyce, R. E., Herman, L. M., Hof, P. R., Lefebvre, L., ... & Whitehead, H. (2007). Cetaceans have complex brains for complex cognition. *PLoS biology*, 5(5), e139.
- Miller, L. J., Solangi, M., & Kuczaj, S. A. (2008). Immediate response of Atlantic bottlenose dolphins to high-speed personal watercraft in the Mississippi Sound. *Journal of the Marine Biological Association of the United Kingdom*, 88(6), 1139-1143.
- Monteiro Filho, E. L. A. (1991). *Comportamento de caça e repertório sonoro do golfinho Sotalia Brasiliensis (Cetacea: Delphinidae) na região de Cananeia, Estado de São Paulo* (Doctoral dissertation, [sn]).
- Monteiro-Filho, E. L. A.; Neto, M. M. S.; Domit, C. (2008). Comportamento de infantes. *Biologia, Ecologia e Conservação do Boto-cinza*, 1st edn. Páginas & Letras Editora e Gráfica, São Paulo, p. 127-137.
- Moura, S. P., Schulze, B., Broadhurst, M. K., Cantor, M., & Domit, C. (2023). Population parameters of Guiana dolphins (*Sotalia guianensis*) in a southern Brazilian estuary. *Mammalian Biology*, 1-13.
- Nascimento, L. F. D. (2006). Boto cinza (*Sotalia guianensis*, Van Benédén, 1864)(Cetacea, Delphinidae): Atividade aérea, forrageio e interações inter-específicas, na Praia de Pipa (Tibau do Sul RN) e estudo comparativo entre duas populações do Nordeste do Brasil.
- Nowacek, D. (2002). Sequential foraging behaviour of bottlenose dolphins, *Tursiops truncatus*, in Sarasota Bay, FL. *Behaviour*, 139(9), 1125-1145.
- Nowacek, D. P., Thorne, L. H., Johnston, D. W., & Tyack, P. L. (2007). Responses of cetaceans to anthropogenic noise. *Mammal Review*, 37(2), 81-115.
- Oshima, J. E. D. F., & Santos, M. C. D. O. (2016). Guiana dolphin home range analysis based on 11 years of photo-identification research in a tropical estuary. *Journal of Mammalogy*, 97(2), 599-610.
- Pais, F. S., Cardoso, R. P., Rossi-Santos, M. R., Wedekin, L. L., Silva, F. J., Monteiro-Filho, E. L., & Leão, D. T. M. (2018). Anthropogenic noise and Guiana dolphins (*Sotalia guianensis*) in Brazil: ecological and conservation concerns. *Advances in Marine Vertebrate Research in Latin America: Technological Innovation and Conservation*, 321-366.
- Pereira, M. G., Bazzalo, M., & de Carvalho Flores, P. A. (2007). Reações comportamentais na superfície de *Sotalia guianensis* (Cetacea, Delphinidae) durante encontros com embarcações na Baía Norte de Santa Catarina. *Revista Brasileira de Zootecias*, 9(2).
- Pirotta, E., Merchant, N. D., Thompson, P. M., Barton, T. R., & Lusseau, D. (2015). Quantifying the effect of boat disturbance on bottlenose dolphin foraging activity. *Biological Conservation*, 181, 82-89.
- Rautenberg, M. 1999. Cuidados Parentais de *Sotalia fluviatilis guianensis* (Cetacea: Delphinidae), na região do complexo estuarino lagunar Cananéia- Paranaguá. Dissertação (Mestrado). Universidade Federal do Paraná. Curitiba PR, Brasil.

- Rautenberg, M.; Monteiro-Filho, E. L. A.; Monteiro, K. D. A. (2008). Cuidado parental. *Biologia, ecologia e conservação do Boto-cinza*.
- Rosas, F. C. W., Marigo, J., Laeta, M., & Rossi-Santos, M. R. (2010). Natural history of dolphins of the genus *Sotalia*. *Latin American Journal of Aquatic Mammals*, 57-68.
- Rosas, F. C. W., & Monteiro-Filho, E. L. (2002). Reproduction of the estuarine dolphin (*Sotalia guianensis*) on the coast of Paraná, southern Brazil. *Journal of Mammalogy*, 83(2), 507-515.
- Rossi-Santos, M. R., & de Oliveira, G. (2016). Combining cetacean soundscape ecology and Niche modeling to contribute in the mapping of the Brazilian continental shelf. *Seafloor Mapping along Continental Shelves: Research and Techniques for Visualizing Benthic Environments*, 141-166.
- Royle, N. J., Alonzo, S. H., & Moore, A. J. (2016). Co-evolution, conflict and complexity: what have we learned about the evolution of parental care behaviours?. *Current opinion in behavioral sciences*, 12, 30-36.
- Santos-Jr, É., Pansard, K. C., Yamamoto, M. E., & Chellappa, S. (2006). Comportamento do boto-cinza, *Sotalia guianensis* (Van Bénédén)(Cetacea, Delphinidae) na presença de barcos de turismo na Praia de Pipa, Rio Grande do Norte, Brasil. *Revista Brasileira de Zoologia*, 23, 661-666.
- Santos, M. C. O., Acuña, L. B., & Rosso, S. (2001). Insights on site fidelity and calving intervals of the marine tucuxi dolphin (*Sotalia fluviatilis*) in south-eastern Brazil. *Journal of the marine Biological Association of the United Kingdom*, 81(6), 1049-1052.
- Santos, M. C. O., & Rosso, S. (2008). Social organization of marine tucuxi dolphins, *Sotalia guianensis*, in the Cananéia estuary of southeastern Brazil. *Journal of Mammalogy*, 89(2), 347-355.
- Santos, M. S., Schiavetti, A., & Alvarez, M. R. (2013). Surface patterns of *Sotalia guianensis* (Cetacea: Delphinidae) in the presence of boats in Port of Malhado, Ilhéus, Bahia, Brazil. *Latin american journal of aquatic research*, 41(1), 80-88.
- Sargeant, B. L., & Mann, J. (2009). Developmental evidence for foraging traditions in wild bottlenose dolphins. *Animal Behaviour*, 78(3), 715-721.
- Scheidat, M., Castro, C., Gonzalez, J., & Williams, R. (2004). Behavioural responses of humpback whales (*Megaptera novaeangliae*) to whalewatching boats near Isla de la Plata, Machalilla National Park, Ecuador. *J. Cetacean Res. Manage.*, 6(1), 63-68.
- Sih, A., Ferrari, M. C., & Harris, D. J. (2011). Evolution and behavioural responses to human-induced rapid environmental change. *Evolutionary applications*, 4(2), 367-387.
- Silva, V. M. F., Fettuccia, D., Rodrigues, E. D. S., Edwards, H., Moreno, I. B., Moura, J. F., ... & Siciliano, S. B. V. U. (2010). Report of the working group on distribution, habitat characteristics and preferences, and group size. *Latin American Journal of Aquatic Mammals*, 31-38.
- Socias-Martínez, L., & Kappeler, P. M. (2019). Catalyzing transitions to sociality: ecology builds on parental care. *Frontiers in Ecology and Evolution*, 7, 160.
- Sommer, R. J. (2020). Phenotypic plasticity: from theory and genetics to current and future challenges. *Genetics*, 215(1), 1-13.
- Spínola, J. L., & do Socorro Reis, M. (2006). A influência de embarcações no comportamento do boto-cinza (*Sotalia guianensis*) no estuário do Rio Paraguaçu, estado da Bahia. *Biotemas*, 19(1), 75-80.
- Stanton, M. A., & Mann, J. (2012). Early social networks predict survival in wild bottlenose dolphins.
- Stockin, K. A., Lusseau, D., Binedell, V., Wiseman, N., & Orams, M. B. (2008). Tourism affects the behavioural budget of the common dolphin *Delphinus* sp. in the Hauraki Gulf, New Zealand. *Marine Ecology Progress Series*, 355, 287-295.
- Sutherland, W. J. (1998). The importance of behavioural studies in conservation biology. *Animal behaviour*, 56(4), 801-809.
- Tardin, R. H., Chun, Y., Jenkins, C. N., Maciel, I. S., Simão, S. M., & Alves, M. A. S. (2019). Environment and anthropogenic activities influence cetacean habitat use in southeastern Brazil. *Marine Ecology Progress Series*, 616, 197-210.
- Tardin, R. H., Espécie, M. A., Lodi, L., & Simão, S. M. (2013). Parental care behavior in the Guiana dolphin, *Sotalia guianensis* (Cetacea: Delphinidae), in Ilha Grande Bay, southeastern Brazil. *Zoologia (curitiba)*, 30, 15-23.
- Tardin, R. H., Espécie, M. A., Lodi, L., & Simão, S. M. (2013). Parental care behavior in the Guiana dolphin, *Sotalia guianensis* (Cetacea: Delphinidae), in Ilha Grande Bay, southeastern Brazil. *Zoologia (curitiba)*, 30, 15-23.

- Teixeira, C. R., Louzada, C. N., Meyer, A. L., & Monteiro-Filho, E. L. (2018). Variation in Guiana dolphin parental care according to calf age class. *acta ethologica*, 21, 119-126.
- Torres-Guijarro, S., Sobreira-Seoane, M., Santo-Dominguez, D., & Pena, A. (2013, September). Evaluation of underwater dredging noise. In *INTER-NOISE and NOISE-CON Congress and Conference Proceedings* (Vol. 247, No. 8, pp. 626-631). Institute of Noise Control Engineering.
- Wade, P. R., Reeves, R. R., & Mesnick, S. L. (2012). Social and behavioural factors in cetacean responses to overexploitation: are odontocetes less “resilient” than mysticetes?. *Journal of Marine Sciences*, 2012.
- Weilgart, L. S. (2007). A brief review of known effects of noise on marine mammals. *International Journal of Comparative Psychology*, 20(2).
- Whitehead, H. (2010). Conserving and managing animals that learn socially and share cultures. *Learning & Behavior*, 38(3), 329-336.
- Whitehead, H., Rendell, L., Osborne, R. W., & Würsig, B. (2004). Culture and conservation of non-humans with reference to whales and dolphins: review and new directions. *Biological Conservation*, 120(3), 427-437.
- Williams, S. E., Shoo, L. P., Isaac, J. L., Hoffmann, A. A., & Langham, G. (2008). Towards an integrated framework for assessing the vulnerability of species to climate change. *PLoS biology*, 6(12), e325.
- Wong, B. B., & Candolin, U. (2015). Behavioral responses to changing environments. *Behavioral Ecology*, 26(3), 665-673.
- Woodroffe, R., & Vincent, A. (1994). Mother's little helpers: patterns of male care in mammals. *Trends in Ecology & Evolution*, 9(8), 294-297.
- Wright, J. T., Byers, J. E., Koukoumftsis, L. P., Ralph, P. J., & Gribben, P. E. (2010). Native species behaviour mitigates the impact of habitat-forming invasive seaweed. *Oecologia*, 163, 527-534.
- Yamamoto, M. E., & Volpato, G. L. (2007). Comportamento animal. *Natal: UFRN*.

2. MANUSCRITO

Cuidado Parental em boto-cinza como indicador para avaliação de impactos antropogênicos no Complexo Estuarino de Paranaguá (CEP)

Fernanda Fecci¹, Mauricio Cantor², Camila Domit¹

¹ Centro de Estudos do Mar, Programa de Pós-Graduação em Sistemas Costeiros e Oceânicos, Universidade Federal do Paraná, Pontal do Paraná, PR 83255-000, Brasil; ² Department of Fisheries, Wildlife and Conservation Sciences, Marine Mammal Institute, Oregon State University, Newport, OR 97365, USA.

* E-mail dos autores correspondentes: feccifernanda@gmail.com (F. Fecci); cadomit@gmail.com (C. Domit)

2.1. Resumo

O boto-cinza (*Sotalia guianensis*) possui extensos cuidados parentais e aloparentais, os quais possuem um papel significativo na sobrevivência e conservação desta espécie. Considerando as variações comportamentais descritas para populações de boto-cinza em resposta à impactos ambientais, o presente estudo avaliou a possível influência de atividades antropogênicas no comportamento de cuidado parental em botos-cinza que utilizam o Complexo Estuarino de Paranaguá (CEP), sul do Brasil. Este estudo também avaliou o potencial de uso das alterações nestes comportamentos como indicadores de impactos às populações expostas. O acompanhamento de agrupamentos de botos-cinza com filhotes, em áreas expostas à diferentes condições de uso por atividades humanas, proporcionou avaliar as relações que envolvem os pares adulto-filhote, de forma qualitativa e quantitativa, frente aos diferentes contextos ambientais e sociais. A análise do cuidado parental em boto-cinza nessa região evidenciou que em áreas mais antropizadas os adultos exibiram estratégias de cuidado cooperativo, aumentando a coesão entre díades e agrupamentos, enquanto em áreas de menor frequência de atividades antrópicas, as estratégias tendem a envolver cuidados mais individualizados entre os pares. Além disso, o repertório comportamental de brincadeira dos filhotes teve variação entre as baías, podendo representar consequências das estratégias de cuidado adaptadas às condições específicas de cada ambiente. Essas alterações podem influenciar na manutenção comportamental e transmissão cultural da população. As estratégias de cuidado dos filhotes contribuem para compreender respostas à impactos e avançar nas discussões sobre dinâmica e viabilidade populacional.

2.2. Introdução

O estudo do comportamento animal fornece informações fundamentais para o manejo e a conservação das espécies (Yamamoto e Volpato, 2007; Nowacek et al., 2016). Os comportamentos

são respostas às variáveis genéticas, sociais e ambientais, podendo variar de forma intra e interespecífica (Boesch et al., 1994; Frère et al., 2010; Teixeira et al., 2018). Por meio da adequação de estratégias particulares sob condições ambientais predominantes, os comportamentos tendem a evoluir de modo a maximizar a aptidão dos indivíduos (Krebs e Davies, 2009; Berger-Tal et al., 2011). Várias espécies apresentam o comportamento de cuidado parental, o qual tem o intuito de aumentar a aptidão da prole, visto que, o cuidado parental aumenta a sobrevivência dos filhotes, e, consequentemente, o sucesso reprodutivo da espécie (Royle et al., 2016). No caso de mamíferos sociais, o cuidado parental também potencializa segurança e oportunidades para treino e brincadeiras dos filhotes, comportamentos essenciais para desenvolvimento das habilidades motoras e fortalecimento de relações sociais (Mann, 2019).

Mamíferos aquáticos, como os cetáceos, apresentam estruturas sociais complexas, grandes habilidades cognitivas e uma ampla variedade de estratégias comportamentais (Gowans et al., 2007; Pais et al., 2017). Os golfinhos, em especial, são caracterizados por extensos cuidados maternos, em algumas espécies, a prole é amamentada por anos, permitindo investimentos que, além da amamentação, envolvem proteção, apoio, compartilhamento de alimentos, aprendizagem social e transmissão de cultura (Mann, 2019, Rendell et al., 2019). Os cuidados e a imitação durante eventos de brincadeiras, além de transmitir os comportamentos à população, estimulam o aprendizado dos infantes quanto às suas habilidades motoras, cognitivas e sociais (Hill et al., 2017). Os filhotes de golfinhos tendem a adotar comportamentos dos adultos, essenciais para a sobrevivência após a independência materna, como estratégias de forrageamento e interações sociais em grupo (Sargeant e Mann, 2009; Stanton e Mann, 2012; Mann, 2019). Além do cuidado parental, cuidados alopARENTAIS, os quais ocorrem quando qualquer indivíduo adulto, que não possui vínculo parental, participa do processo de cuidado dos filhotes (Whitehead, 1996; Augusto et al., 2016; Mann, 2019).

No entanto, as variáveis que influenciam o comportamento de cuidado parental estão expostas a uma série de fatores que podem causar alterações no comportamento e no potencial de desenvolvimento dos infantes. Entre estes, fatores naturais, como presença de predadores, disponibilidade de alimento, taxa de fusão-fissão entre os grupos, assim como, fatores antropogênicos, os quais são relatados como de forte interferência na frequência comportamental e na organização social de diversas espécies de golfinhos (Weir et al., 2008; Pearson, 2009; Lunardi, 2011; Cantor et al., 2012; Pais et al., 2017). Mudanças nos padrões comportamentais de cetáceos foram amplamente documentadas em áreas com alta frequência de atividades antropogênicas, impactadas por exemplo, por ruídos (Stockin et al., 2008; Pirotta et al., 2015; Pais et al., 2017). Para algumas espécies, os ruídos antrópicos alteram relações sociais e tempo de mergulho dos animais (Weilgart, 2007), e desta forma podem ser de alto potencial de interferência nas relações dos adultos e filhotes e entre estes.

Ambientes degradados geram condições ambientais que resultam em um maior potencial de impacto sobre espécies costeiras com alto grau de fidelidade ao local, como é o caso do boto-cinza, *Sotalia guianensis* (e.g., Van Béneden, 1864; Moura et al., 2021; Soares et al., 2022). Alguns estudos relataram alterações no comportamento de botos-cinza devido a intensificação do tráfego de barcos (Pereira et al., 2007; Spínola e Reis, 2007; Izidoro e Le Pendu, 2012), poluição sonora (Maciel et al., 2023), presença de atividades portuárias (Cremer et al., 2009), entre outras fontes de estresse ambiental. Além disso, foi observado que grupos com filhotes evitam a interação com embarcações ou abandonam áreas para proteger os infantes (Santos-Jr et al., 2006). Essas alterações comportamentais e na forma de uso dos ambientes, podem gerar consequências em relação a alimentação e ganhos energéticos, assim como no processo de cuidado parental, sobrevivência e desenvolvimento dos filhotes.

O hábito costeiro das populações de boto-cinza (Rossi-Santos et al., 2007; Cantor et al., 2012, Cremer et al., 2012), influenciam na exposição destes aos impactos das ações antropogênicas, principalmente em áreas consideradas importantes para reprodução e alimentação da espécie, como é o caso do Complexo Estuarino de Paranaguá (CEP) e demais áreas do litoral do Paraná, sul do Brasil (Filla e Monteiro-Filho, 2009; Santos et al., 2010; Domit et al., 2021; Moura et al., 2021; Soares et al., 2022). A população de botos-cinza que ocorre no litoral do Paraná é considerada ameaçada de extinção e tem apresentado alterações na saúde em detrimento dos impactos antrópicos locais (Van Bressen et al., 2009; Domiciano et al., 2012, Domiciano et al., 2016; Soares et al., 2022). Variações comportamentais e na forma de uso do habitat também vêm sendo observadas ao longo do tempo e relacionadas a intensificação de atividades antropogênicas na região (Marcondes, 2021; Moura et al., 2021).

Neste contexto e considerando que os botos-cinza são indivíduos sociais, e os infantes dependem dos adultos por um longo período (Tardin et al., 2013; Flores et al., 2018; Rosas; Monteiro-Filho, 2022), o cuidado parental nessa espécie é um fator fundamental na dinâmica e manutenção da população. Portanto, sua avaliação pode contribuir com o entendimento sobre a organização social da população, as estratégias de cuidado da prole e as potenciais consequências no desenvolvimento e sobrevivência dos infantes, em caso de alterações nestes cuidados. A avaliação quanto aos fatores ambientais, naturais e antrópicos, e sociais que influenciam as estratégias associadas ao comportamento de cuidado parental também são importantes para orientar as ações de conservação dessa espécie.

No Paraná, diversos estudos com enfoque descritivo dos comportamentos dos botos-cinza foram conduzidos na década passada (Domit, 2006; Monteiro-Filho et al. 2008; Rauntemberg e Monteiro-Filho 2008 Domit, 2010; Oliveira, 2011; Bonin et al., 2017). No entanto, as atividades humanas se intensificaram e mudanças comportamentais da espécie vêm sendo detectadas e indicadas como sinais de alterações de saúde e de potenciais perdas de qualidade de vida e bem-

estar para a população em longo prazo. Portanto, se os botos-cinza tendem a alterar seu comportamento diante da alta frequência de atividades antropogênicas, espera-se que as estratégias de cuidado com os filhotes sejam diferentes e de maior aproximação entre adultos e filhotes nessas condições comparado a ambientes com menor frequência de atividades antropogênicas. Além disso, se os adultos tendem a mudar as suas estratégias comportamentais de cuidado da prole frente às atividades antropogênicas, é possível que os filhotes reduzam a frequência de atividades de brincadeira e interação com outros filhotes e membros do grupo, podendo afetar seu desenvolvimento motor, cognitivo e social.

Em vista deste cenário e que, o Plano de Ação Nacional para Conservação de Cetáceos Marinhos Ameaçados de Extinção (PAN, 2019) inclui entre as ações prioritárias, identificar e monitorar alterações comportamentais decorrentes de impactos antropogênicos, o presente estudo teve como objetivo avaliar o comportamento de cuidado parental dos boto-cinza no Complexo Estuarino de Paranaguá (CEP) e as possíveis influências de atividades antrópicas, assim como testar a possibilidade de uso destes comportamentos como indicador de avaliação de impactos à espécie. Além disso, inferir potenciais efeitos das mudanças comportamentais na sobrevivência e desenvolvimento dos infantes, fatores fundamentais quanto às relações sociais e as estratégias comportamentais adotadas pela espécie frente aos impactos e mudanças do meio. Este estudo propõe avaliar o potencial de aplicação de um novo *proxy* (parâmetro intermediário, que representa de maneira indireta, um indicativo a partir de um conjunto de fatores que permitem explicar eventos específicos de possíveis causas e/ou seus efeitos) para avaliação de respostas de curto prazo aos impactos antropogênicos locais, contribuindo com informações relevantes para a melhoria de monitoramentos ambientais, e para orientação de tomadores de decisões no desenvolvimento de estratégias de conservação.

2.3. Materiais e métodos

2.3.1. Área de estudo

O litoral do Paraná (48°25'W, 25°30'S) é formado por 100km de linha de costa e 1000 km de extensão entre estuários e baías, incluindo o Complexo Estuarino de Paranaguá (CEP), localizado ao norte, e a Baía de Guaratuba, localizada ao sul. A zona costeira e estuarina do Paraná é caracterizada como área de reprodução, alimentação e abrigo para diferentes espécies, desempenhando um importante papel nos ciclos de vida de alguns organismos (Lana et al. 2001). Nessa região, estão inseridas unidades de conservação federais e estaduais que possuem o objetivo de reduzir os impactos antropogênicos e garantir a manutenção dos serviços ecossistêmicos, a conservação dos habitats e da fauna associada a estes ambientes (Denardin et al., 2009; Grise, 2013; Paz et al., 2020). Além disso, as regiões costeiras e estuarinas constam no Plano de Ação Nacional para Conservação de Cetáceos Marinhos Ameaçados de Extinção (PAN)

como áreas prioritárias para a conservação de algumas espécies, incluindo o boto-cinza (ICMBIO/MMA, 2019).

Especificamente quanto ao Complexo Estuarino de Paranaguá (CEP) (de 25°20'S a 25°35'S/ de 48°20'W a 48°45'W), esta é uma região que abrange importantes ecossistemas, apresentando alta biodiversidade, assim como a plataforma continental, a qual é enriquecida pela drenagem continental, sustentando uma alta biodiversidade e abundante fauna de interesse econômico pesqueiro (Lana et al., 2001 ; Lamour et al., 2004 ; Noernberg et al., 2006; Cattani e Lamour, 2016). Por abrigar mais de 200 espécies de peixes, que são utilizados como recurso por comunidades tradicionais locais, atraem pescadores esportivos e sustentam uma dinâmica teia trófica e predadores de topo, como é o caso do boto-cinza (Lana et al., 2001; Lamour, 2007; Passos et al., 2012).

O CEP é separado em dois eixos principais: o eixo norte-sul, abrangendo as baías de Laranjeiras (BL) e Pinheiros (200 Km²); e, o eixo leste-oeste, abrangendo as baías de Paranaguá (BP) e Antonina (260 km²) (Lana et al., 2001). Ambos os eixos são considerados como Áreas Ecologicamente Importantes (EIA) para a megafauna marinha ameaçada, incluindo o boto-cinza, espécie foco deste estudo (Silva, 2021). Além disso, essas são áreas de concentração de botos-cinza, pois são consideradas importantes para alimentação e reprodução da espécie, além de possuir uma das maiores populações de botos-cinza registradas em toda a distribuição brasileira (Santos et al., 2010; Domit et al., 2021; Moura et al., 2021; Soares et al., 2022; Moura et al., 2023).

A desembocadura norte, no eixo norte-sul, está situada dentro da zona de amortecimento de duas unidades de conservação: o Parque Nacional de Superagui, e, a Estação Ecológica da Ilha do Mel (*Figura 1*) (Miura e Noernberg, 2020). Essa região é caracterizada por possuir áreas rasas de praias e um canal profundo, podendo atingir até aproximadamente 30m de profundidade, possui substrato rochoso e correntes de alta velocidade, ocorrendo influências de águas marinhas salinas (aproximadamente 30 ppm) e transporte de sedimentos, além de facilitar o acesso de outras espécies e formação de comunidades ecológicas (Lana et al., 2001; Noernberg et al., 2006; Noernberg et al., 2007; Possatto et al., 2016; Domit et al., 2017; Nascimento et al., 2019). Essa é uma área sujeita ao tráfego moderado de embarcações de médio e pequeno porte, utilizadas, em sua maioria, para turismo e pesca de pequena escala (ZEE-PR, 2016, Silva et al., 2023).

A Baía de Paranaguá, no eixo leste-oeste, é caracterizada por possuir uma variação de 2 a 20m de profundidade, com presença de ilhas e afloramentos rochosos que influenciam na hidrodinâmica por meio das correntes de maré, e, possui um gradiente de salinidade que varia de polihalina, mesohalina e euhalina (salinidade média de aproximadamente 30), conforme a região do estuário e influências de águas doce e marinhas (Lana et al., 2001; Noernberg et al., 2006). Essa é uma área classificada como permanente de infraestrutura de uso portuário e de uso industrial (Miura e Noernberg, 2020). Ainda, nessa área está situado o Complexo Portuário de Paranaguá e

Antonina (*Figura 1*), que abrange um dos maiores portos graneleiros da América Latina (MTPA, 2018). Portanto, essa área está sujeita, além das atividades de pesca e turismo, as diversas atividades que envolvem o complexo portuário, como intenso tráfego marítimo de grandes embarcações comerciais, obras de ampliação portuária, dragagem e explosões subaquáticas, entre outros (MTPA, 2018; Miura; Noernberg, 2020).

2.3.2. Delineamento amostral e coleta de dados

O delineamento amostral da área teve por base trabalhos realizados anteriormente na região, considerando a ocorrência anual da população de botos-cinza e os diferentes níveis de interferência antrópica (Van Bresse *et al.*, 2009; Moura *et al.*, 2021; Silva, 2021; Soares *et al.*, 2021) permitindo testar a hipótese quanto aos fatores de influência antrópica nos comportamentos. Sendo assim, o estudo foi conduzido com enfoque na região do CEP, composto por parte dos dois eixos principais, abrangendo a Baía das Laranjeiras (BL) e Baía de Paranaguá (BP) (*Figura 1*). Sendo a última caracterizada pela presença do terminal portuário de Paranaguá, onde são desenvolvidas atividades portuárias e de obras costeiras, e conseqüentemente, com intenso fluxo de embarcações (Lamour *et al.*, 2005; MTPA, 2018; Miura; Noernberg, 2020).

Coletas piloto foram realizadas entre dezembro de 2021 e março de 2022, nas quais os dados comportamentais foram coletados por meio do método de observação *Ad libitum* (Lehner, 1992). Este período foi essencial para adequação do delineamento amostral e familiaridade com os animais. No entanto, devido às amostragens serem parte do processo de adequação e padronização de dados, o conjunto de informações obtido nestas coletas piloto não foi considerado nas análises direcionadas para resposta dos objetivos desta dissertação.

Foram estabelecidos dez transectos lineares em cada baía (entre 2,5 km e 4,5 km de comprimento cada transecto), distribuídos em zig-zag (*Figura 1*), seguindo as premissas ressaltadas por Buckland *et al.* (2001) para melhor amostragem em áreas estreitas. Estes foram delimitados de modo a abranger a maior área em cada baía (*Figura 1*), levando em consideração a distribuição e o uso da área por botos-cinza, utilizando as áreas de maior concentração dos indivíduos nessa região (Santos *et al.*, 2010; Domit *et al.*, 2021; Moura *et al.*, 2021; Soares *et al.*, 2022; Moura *et al.*, 2023). Além disso, foi considerado também a distribuição e frequência de atividades antropogênicas que ocorrem nessas áreas (MTPA, 2018; Miura; Noernberg, 2020; Silva, 2021; Soares *et al.*, 2022, Silva *et al.*, 2023), bem como, o acesso para o acompanhamento do comportamento dos botos.

As coletas foram realizadas mensalmente, com esforço de dois dias por mês em cada área (BP e BL), totalizando quatro dias por mês. As coletas ocorreram durante nove meses (abril de 2022 a janeiro de 2023, com exceção do mês de setembro, devido às más condições do tempo) para amostrar os comportamentos durante todas as épocas do ano. Os transectos foram

percorridos por dia, com embarcações de aproximadamente 7,5m de comprimento, com um motor de 60 hp ou dois motores de 115 hp, com velocidade média de deslocamento entre 15-20km/h. Para reduzir a interferência da embarcação, utilizada para a pesquisa, no comportamento dos indivíduos amostrados, ao avistar os agrupamentos a velocidade da embarcação foi reduzida, a qual foi mantida a uma distância de aproximadamente 50m dos agrupamentos de botos-cinza. Durante as observações, foi dado prioridade para pares de adultos com filhotes, acompanhando-os por um período de tempo de no máximo sessenta minutos, tanto pela equipe embarcada quanto por registros com imagens utilizando drone (UVA, do inglês *Unmanned Aerial Vehicles*, ou drone) Phantom 4 Pro V 2.0. A cada avistagem uma série de informações ambientais, de atividades antropogênicas e de parâmetros biológicos e sociais dos agrupamentos foram coletadas, conforme descrito a seguir.

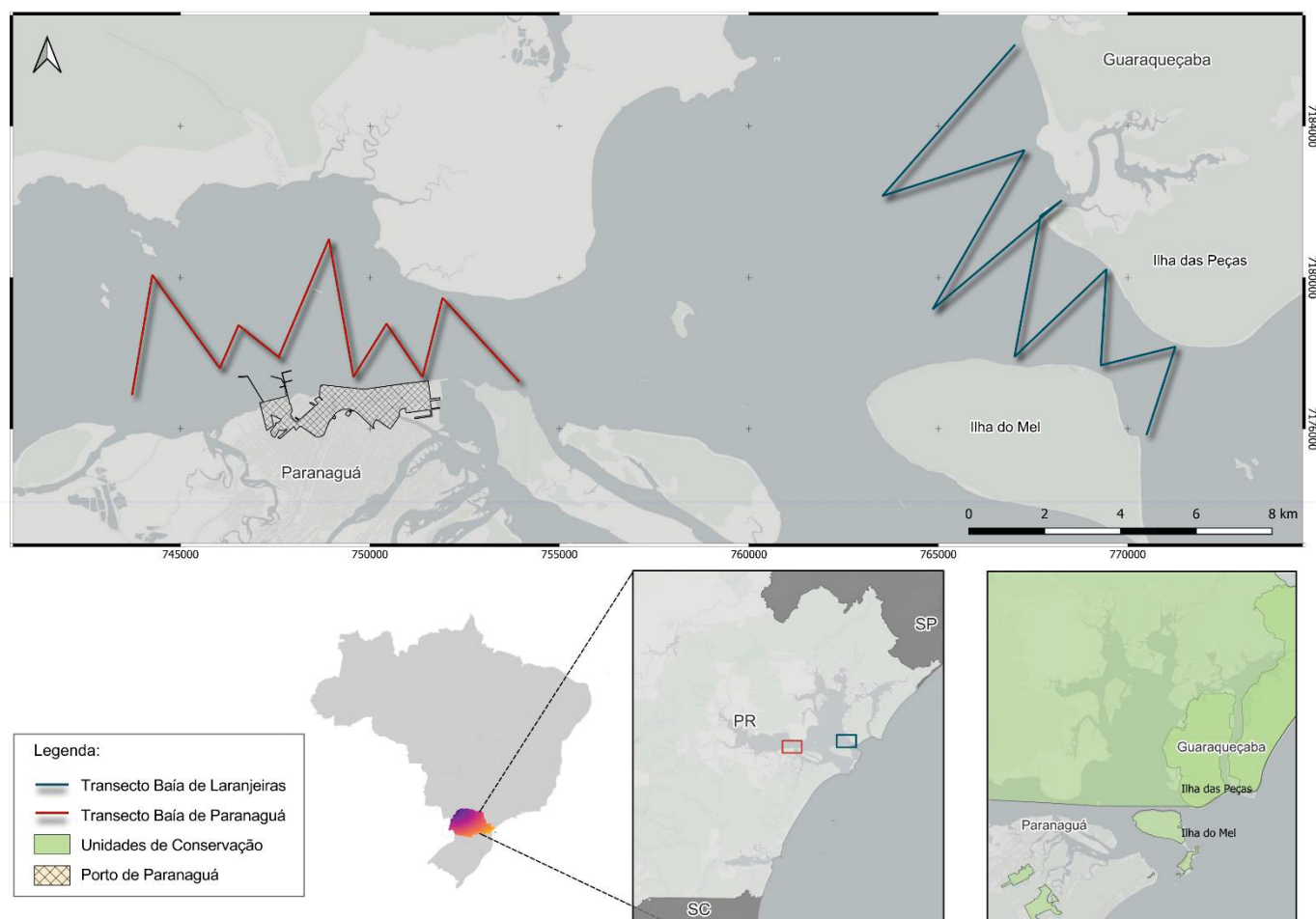


Figura 1. Mapa de localização e delineamento amostral nas áreas de estudo dentro do Complexo Estuarino de Paranaguá (CEP), Paraná, Brasil. Transectos lineares na baía de Paranaguá (vermelho) e baía das Laranjeiras (azul). Localizado abaixo, o mapa de localização do Brasil, Paraná e Complexo Estuarino de Paranaguá (CEP). **Mapa Cartográfico** – Instituto Brasileiro de Estatística e Geografia – IBGE, Prefeitura de Paranaguá, Agência Nacional de Águas (ANA). Mapa de Fundo – Carto DB – Positron. **Classe Cartográfica** – DATUM – SIRGAS 2000 Projeção UTM ZONA 22S.

2.3.3. Estrutura dos agrupamentos

Populações de botos-cinza apresentam grupos com dinâmica de fissão-fusão (Cantor et al. 2012; Lunardi e Ferreira, 2014), por esse motivo, há muita dificuldade em identificar e acompanhar um único grupo em campo. Portanto, neste estudo, os agrupamentos foram definidos como dois ou mais indivíduos que estejam próximos, utilizando uma área circular de aproximadamente 100m de raio, e envolvidos em uma mesma atividade comportamental, em comportamentos semelhantes ou realizando movimentos coordenados (adaptado de Azevedo, 2005; Flach et al., 2008).

As observações foram realizadas durante o percurso dos transectos, onde foi realizado a busca ativa pelos botos-cinza de modo a registrar cada avistagem quanto às coordenadas geográficas (com apoio de um GPS e-trex-Garmin). Inicialmente, foi realizada a observação de todos os animais presentes na área utilizando o método *Ad libitum* (Altmann, 1974; Lehner, 1996), e, foi registrado o tamanho e composição do agrupamento (número de indivíduos, número de pares adulto-filhote, e, quantidade e fase de desenvolvimento dos filhotes presentes por agrupamento) e o principal estado comportamental (alimentação, descanso, deslocamento e/ou reprodução).

Posteriormente, o foco foi direcionado para os agrupamentos com presença de filhotes e, principalmente, para os pares adultos-filhotes utilizando o método de amostragem “indivíduo focal sequencial” (Altmann, 1974; Lehner, 1996, Mann, 2000). Durante esta amostragem, foram registrados os comportamentos de cuidado parental realizados quanto a relação adulto-filhote (*Tabela 2, Material Suplementar*), comportamentos de brincadeira dos e entre os filhotes (*Tabela 3, Material Suplementar*), proximidade do filhote com adultos, frequência de embarcações em atividades dentro de um raio de aproximadamente 1km dos agrupamentos de botos observados, e, registro de outras atividades antrópicas potencialmente geradoras de estresse aos animais dentro deste raio. A proximidade do filhote com adultos, foi mensurada pela distância entre adultos e filhotes, equiparando a distância ao comprimento corporal de um indivíduo adulto como referência (Lunardi e Ferreira, 2014). Os dados comportamentais e de presença e frequência de atividades antrópicas foram coletados por agrupamento de botos-cinza registrados, de acordo com métodos descritos na sequência.

A classificação da fase de desenvolvimento dos indivíduos (neonatos, infantes, juvenis e adultos) foi realizada de acordo com a metodologia utilizada por Teixeira et al. (2018), a qual é baseada nas características morfológicas (tamanho corporal e coloração) associadas ao comportamento observado em cada fase de desenvolvimento (*Tabela 1, Material Suplementar*). A diferenciação entre indivíduos adultos e juvenis é mais difícil, e o erro de amostragem pode ser grande (Azevedo et al., 2009), além de que em muitos casos o comprimento total não reflete exatamente a idade ou o *status* dos indivíduos, podendo ter indivíduos mais velhos menores que indivíduos mais novos (Ramos et al., 2000; Rosas et al, 2003; Santos et al., 2003). Portanto, para

evitar erros de amostragem e interpretação, os registros de juvenis não foram considerados para as análises, e a classificação dos filhotes se restringiu a neonatos e infantes.

Foram registradas imagens dos agrupamentos de botos-cinza utilizando veículo aéreo não tripulado (UVA, do inglês *Unmanned Aerial Vehicles*, ou drone) Phantom 4 Pro V 2.0, seguindo os padrões de voos desenvolvidos por Barreto et al. (2021). O monitoramento com drones torna possível a observação e identificação de comportamentos mais específicos do que a observação realizada embarcada e no mesmo nível da superfície da água (Barreto et al., 2021). Essas imagens foram utilizadas para auxiliar na estimativa do tamanho dos agrupamentos, classificação da fase de desenvolvimento dos indivíduos e alinhamento do registro de atividades comportamentais, evidenciando as relações entre adultos e infantes, bem como, a confirmação de estratégias comportamentais observadas na área. Esses registros foram utilizados para correção de erros de amostragem quanto à dinâmica e estrutura social, no entanto estão restritos a amostragens na Baía das Laranjeiras, e, portanto, não foram a principal fonte de dados para o estudo comportamental. Na área portuária da baía de Paranaguá, não foi realizado o registro de imagens com drone, devido à restrição da operação de Aeronave Não Tripulada sobre áreas de segurança, de acordo com o Departamento de Controle do Espaço Aéreo (DECEA).

2.3.4. Registros comportamentais de cuidado parental e brincadeira dos filhotes

Os registros e as frequências comportamentais foram realizados utilizando uma adaptação da metodologia utilizada por Teixeira et al. (2018), abordando o método de amostragem “animal focal” (Altmann, 1974; Lehner, 1996) para avaliar a interação entre adultos e filhotes (os quais incluem neonatos e infantes). Os registros comportamentais foram amostrados utilizando os métodos de amostragem contínua e sequenciais (Altmann, 1974; Lehner, 1996, Mann, 2000). As amostragens foram realizadas em sequências de um (1) minuto, atribuindo um acompanhamento de no máximo 60 minutos para a mesma díade (adulto-filhote) ou agrupamento com presença de filhote. Após esse período, mesmo que o agrupamento permaneça na área, foi dada prioridade para o registro de um novo agrupamento/par, para viabilizar a independência entre as amostras e minimizar potenciais vieses de amostragem dos mesmos animais e padrão comportamental.

A avaliação do comportamento de cuidado parental foi realizada de modo a caracterizar e quantificar os eventos comportamentais, tomando como base os estudos realizados por Domit (2010), Tardin et al. (2013) e Teixeira et al. (2018). A categorização dos comportamentos registrados foi realizada com base em descrições anteriores (Monteiro-Filho et al., 1991; Rautenberg, 1999; Neto, 2000; Santos et al., 2000; Bonin, 2001; Spinelli et al., 2002; Domit, 2006; Nascimento, 2006; Gondim, 2006; Rautenberg et al., 2008; Monteiro-Filho et al., 2008). Para a quantificação dos comportamentos, foi registrado o número de vezes que cada evento foi observado por minuto durante a amostragem. Foram caracterizados e quantificados os eventos

comportamentais de cuidado parental (*Tabela 2, Material Suplementar*), e, os eventos comportamentais de brincadeira realizados pelos filhotes (*Tabela 3, Material Suplementar*), conforme descrição da literatura citada acima.

A avaliação do cuidado parental adotado pelo posicionamento do adulto em relação ao filhote, foi baseada na adaptação da metodologia utilizada por Tardin *et al.* (2013), a qual utiliza duas categorias específicas para análise: cuidados longitudinais e transversais, onde os comportamentos são caracterizados e quantificados quanto a frequência desses cuidados. O cuidado longitudinal consiste na evidência do posicionamento do adulto de forma longitudinal à frente da prole, posição comumente descrita na literatura como *echelon position* (MANN; SMUTS, 1999). Essa posição é definida como posição longitudinal 1 (L1, figura 2 A). Se o posicionamento do adulto for de forma longitudinal, porém atrás da prole, essa posição é definida como posição longitudinal 2 (L2, figura 2 B). Já o cuidado transversal ocorre quando o adulto se posiciona entre a embarcação e a prole, incluindo o barco utilizado para as observações do presente estudo. Esta posição é definida como posição transversal 1 (T1, figura 2 C). Se a prole estiver posicionada entre o barco e o adulto, então essa posição é definida como posição transversal 2 (T2, figura 2 D). Além disso, também foi registrado a frequência que o filhote foi observado na superfície sozinho ou sem a presença de um adulto com distância de até 15m (estimada considerando o tamanho da embarcação de amostragem).

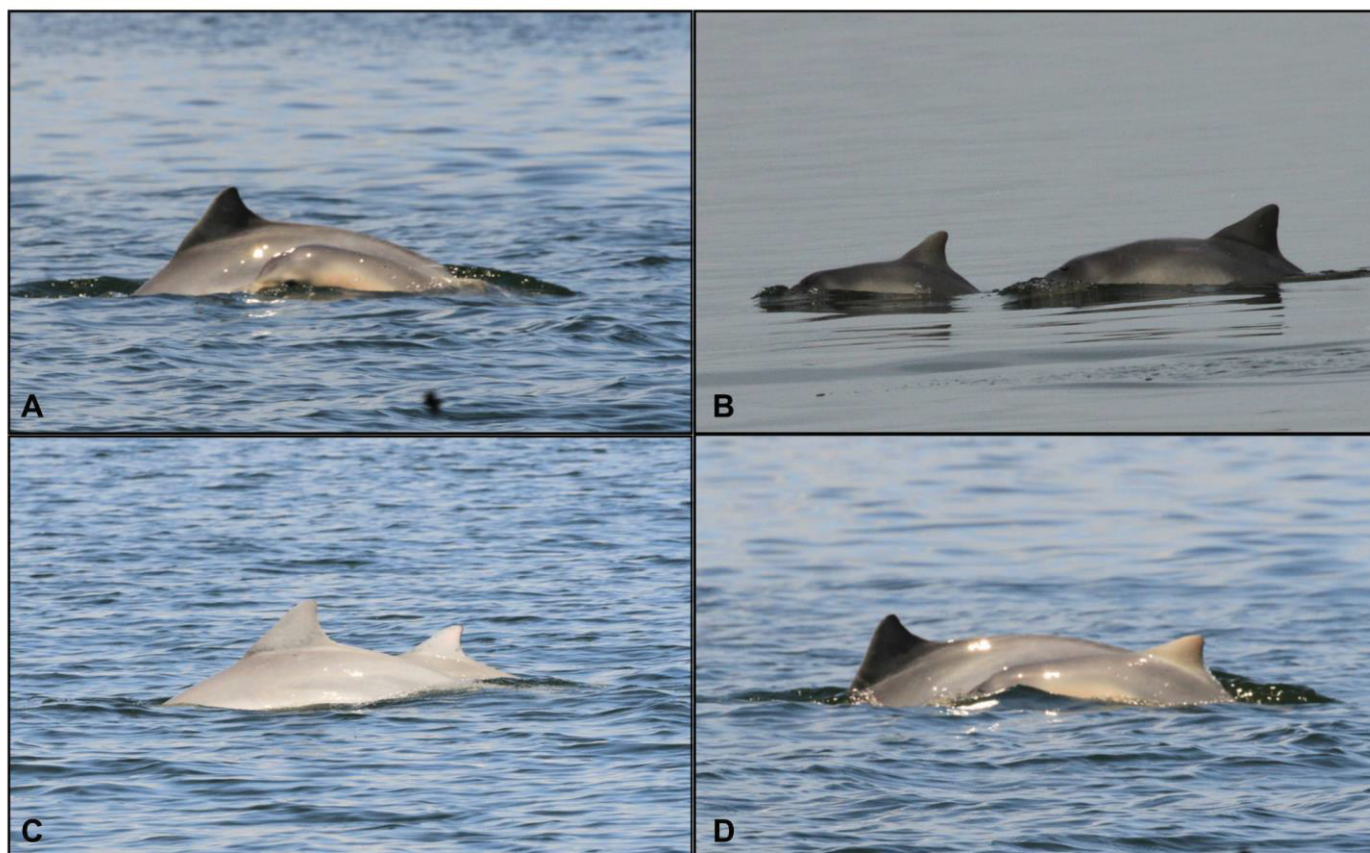


Figura 2. Cuidado parental de botos-cinza (*S. guianensis*) adotado pelo posicionamento longitudinal e transversal do adulto em relação ao filhote no Complexo Estuarino de Paranaguá Paraná, Brasil (CEP-PR). **A:** posição longitudinal 1 (L1); **B:** posição longitudinal 2 (L2); **C:** posição transversal 1 (T1); **D:** posição transversal 2 (T2).

2.3.5. Amostragem de atividades antropogênicas

Para avaliação do uso humano simultâneo aos botos nas áreas de estudo, foram coletados dados referentes às atividades humanas presentes durante o tempo de observação dos agrupamentos. Foram registrados a presença e frequência de diferentes atividades, assim como a quantidade e tipos de embarcações. A classificação dos tipos de embarcações foi realizada de acordo com a metodologia utilizada por Santos et al. (2013), considerando quatro categorias: barcos com motor interno ou motor de centro (IM – *Inboard Motor*), representado por barcos de pesca, batera, barcas e outros barcos motorizados de madeira; barcos sem motor (WM – *Without a Motor*), representados por canoas a remo e barcos com propulsão à vela; barcos com um motor de popa (OM – *Outboard Motor*), representado por lanchas, barcos à vela quando a motor, barcos do tipo voadeira, barcos infláveis e jet-skis; e navios (S – *Ships*), representados por navios cargueiros e rebocadores. Além disso, também foi registrado atividades portuárias (PA – *Port activities*), representadas por obras de ampliação portuária (dragagens e explosões subaquáticas) e embarque e desembarque de cargas (grãos, fertilizantes, agrotóxicos, entre outros); redes de pesca de espera (FN – *Fishing nets*) presentes na área; outras atividades de pesca (F – *Fishing*), considerando tanto atividade de pesca embarcada quanto em terra (quando há presença de pescadores realizando a pesca, embarcado ou a partir de um ponto em praia – cerco/arrasto de praia); e, atividades recreativas (RA), representada por atividades de turismo e banhistas.

2.3.6. Amostragem das condições ambientais

Nas áreas com ocorrência de agrupamentos de botos-cinza com presença de infantes, as condições ambientais foram mensuradas no início e final da coleta de dados de cada agrupamento, caso esta ultrapassasse 30 minutos. A amostragem foi utilizada para avaliar a possível relação dos comportamentos e demais informações sociais com os fatores ambientais naturais de cada área amostrada, além dos antrópicos. Os dados ambientais registrados foram: velocidade do vento em km/h, escala *Beaufort*, transparência da água (dados importantes para a visibilidade e detecção dos comportamentos), estado da maré (enchente, cheia, vazante e baixa), salinidade, temperatura de superfície da água e profundidade da área de amostragem.

2.3.7. Análises de dados

Foram analisados os dados obtidos entre abril de 2022 e janeiro de 2023, totalizando nove meses de amostragem, já que devido às más condições do tempo, não foi possível amostrar durante o mês de setembro. Foram considerados o esforço total em campo (somatório do tempo total em campo, da saída do píer ao retorno), o esforço amostral (somatório do tempo total do início ao término dos transectos) e as horas efetivas (somatório do tempo de observação dos agrupamentos em cada área).

A caracterização das áreas em relação a estrutura dos agrupamentos e padrões comportamentais foi realizada a partir de análises de estatística descritiva. Para isso, foi utilizado o conjunto geral de dados obtidos nas coletas, onde as amostragens foram agrupadas de modo a obter todos os dados registrados durante o tempo de observação para cada agrupamento. Por fim, as análises foram conduzidas considerando o total de agrupamentos avistados dentro da área total e em cada baía.

A estrutura dos agrupamentos foi analisada considerando o tamanho de grupo (número total de indivíduos por agrupamento), calculando as médias, desvio padrão (DP), mínimo e máximo para cada baía amostrada; e, a composição dos agrupamentos (presença e quantidade de filhotes, e classificação das diferentes fases de desenvolvimento), calculando a frequência da presença de filhotes nos agrupamentos, bem como, a frequência de cada fase de desenvolvimento dos filhotes presentes. A presença de neonatos e infantes foi comparada entre as baías utilizando uma tabela de contingência e realizando o teste de qui-quadrado (Zar, 1999).

Para avaliação dos comportamentos executados, foram calculadas as frequências de ocorrência (número de ocorrências de um determinado evento / número total de registros) dos eventos registrados em cada baía. Para comparar as duas áreas amostradas, todos os resultados foram ponderados, pelo total de registros comportamentais e pelas horas efetivas com agrupamentos com filhotes, para cada área. As diferenças na frequência dos comportamentos de cuidado parental e dos eventos comportamentais independentes dos filhotes entre as baías, foram analisadas utilizando um teste de qui-quadrado (Zar, 1999), potencializando a comparação das categorias comportamentais entre as áreas estudadas com diferentes intensidades de atividades antrópicas.

Para avaliação da frequência dos tipos de posicionamentos de cuidado adotados pelos adultos em relação a prole nas diferentes áreas, foi atribuída as subcategorias descritas por Tardin *et al.* (2013), as quais foram medidas pela frequência das posições registradas (L1, L2, T1, T2 e filhote sozinho): cuidado total (CT), o qual o adulto se comporta tanto longitudinal quanto transversalmente para proteger a prole (L1 e T1); cuidado longitudinal total (CLT), quando o adulto se comporta de forma longitudinal, mas não transversal para proteger sua prole (L1 e T2); cuidado transversal total (CTT), quando o adulto se comporta de maneira transversal para proteger sua prole, mas não longitudinal (T1 e L2); e, ausência de cuidado (AC), quando o adulto não apresenta posicionamento de cuidado para proteção da prole (L2, T2 e/ou filhote sozinho).

A avaliação do cuidado parental longitudinal e transversal adotado pelo posicionamento do adulto em relação ao filhote, foi analisada por meio da comparação entre a frequência de ocorrência das posições registradas e posteriormente da frequência dos tipos de cuidados adotados observados em cada área. A frequência de ocorrência foi calculada considerando o número de ocorrência de cada posição (L1, L2, T1, T2 e infante sozinho) ou preferência de cuidado (CT, CLT,

CTT e AC) pelo total de registros de todas as posições observadas ou todos os tipos de posicionamentos de cuidado registrados durante o tempo de observação. Essa análise foi realizada de forma independente para cada área, para possível comparação entre os resultados. A mesma análise foi realizada para os eventos comportamentais de cuidado parental e de brincadeira dos filhotes. Além disso, também foram realizadas análises entre a frequência de ocorrência e os tipos de eventos comportamentais observados entre as áreas e fases de desenvolvimento dos filhotes, para avaliar a possível diferença qualitativa e quantitativa entre as áreas e fases de desenvolvimento estudadas, utilizando um teste de qui-quadrado (Zar, 1999).

A proximidade de filhotes e adultos foi analisada com base na distância registrada entre os adultos e a prole durante as coletas em campo, equiparando distância ao tamanho corporal de um indivíduo adulto (aproximadamente 2 m). Para essa análise, foi adaptada a metodologia utilizada por Daura-Jorge et al. (2005) e Lunardi e Ferreira (2014), a qual utiliza o índice de coesão (CI – sigla do inglês, *Cohesion index*) para analisar a coesão espacial do grupo. Quando a distância entre o adulto e o filhote foi maior que 15 m, os filhotes foram registrados como sozinhos ou sem adultos próximos. A coesão espacial entre díades de adulto-filhote e o agrupamento também foi analisada utilizando o índice de coesão (CI), levando em consideração as distâncias observadas entre as díades e o agrupamento, bem como a organização espacial dos indivíduos e o comportamento observado em ambos. As coesões entre adultos e filhotes, e entre as díades e o agrupamento, foram categorizadas em alta (coesão 1), média (coesão 2) e baixa (coesão 3) coesão (*Tabela 4, Material Suplementar*). A frequência de ocorrência dos índices de coesão foi calculada para cada área, e posteriormente, uma Análise de Variância (ANOVA) (Zar, 1999; Forthofer; Lee, 2014) foi realizada para verificar a diferença das frequências das diferentes coesões entre as áreas amostradas.

As atividades antrópicas também foram quantificadas, e a frequência de ocorrência foi calculada para cada tipo de atividade registrada. Posteriormente, foi realizada a comparação desses resultados entre as baías. Para avaliar a diferença entre as médias das frequências de ocorrência de atividades antropogênicas registradas em cada baía, foi realizado o teste *t student* (Forthofer e Lee, 2014), para testar. Além disso, foi utilizado um mapa de calor para verificar a diferença de intensidades das diferentes categorias de atividades antropogênicas, considerando as frequências registradas em cada baía. Nessa análise a intensidade das cores reflete a magnitude das frequências dos diferentes tipos de atividades registradas, ou seja, quanto maior a frequência, mais intensa é a cor correspondente.

As análises estatísticas foram conduzidas utilizando os softwares de computação estatística Rstudio versão 4.3.0 (R Core Team, 2023) e Microsoft Excel (versão 2019). Para todas as análises foi considerado nível de significância de 0,05.

2.4. Resultados

2.4.1. Resultados gerais

Foram realizadas 37 saídas embarcadas, sendo 18 na Baía de Paranaguá (BP) e 19 na Baía das Laranjeiras (BL), totalizando 270h39min de esforço em campo, 202h37min de esforço amostral (74,86%) e 86h29min efetivas com os animais (42,68% do tempo amostrado). O tempo efetivo de acompanhamento dos agrupamentos de botos-cinza com presença de filhotes foi de aproximadamente 43% do tempo total amostrado em cada área, sendo a diferença entre as áreas menor que 1% (*Tabela 5*).

Ambas as baías apresentaram condições ambientais semelhantes, com exceção da profundidade que houve maior variação em BL (BL = 1,30m - 29,50m; BP = 3,50m - 19,80m) (*Figura 10, Material Suplementar*). A maioria dos registros comportamentais de botos-cinza, foram realizadas em maré enchente (BP=40; BL=64), e vazante (BP=18; BL=29). Os registros das marés cheia e seca foram raros, correspondendo a 2 e 3 em BP, e, 1 e 3 em BL, respectivamente.

Durante o esforço amostral foram avistados um total de 219 agrupamentos de botos-cinza, sendo 163 agrupamentos com presença de filhotes (*Tabela 5*). Considerando o total de avistagens, 78 agrupamentos foram avistados em BP e 140 agrupamentos foram avistados em BL. Em ambas as baías, mais de 70% das avistagens foram de agrupamentos com presença de filhotes (*Tabela 5*).

Tabela 5. Tempo de observação dos agrupamentos de botos-cinza (*S. guianensis*) registrados no Complexo Estuarino de Paranaguá, Paraná, Brasil. Tempo total de esforço amostral e efetivo, e, porcentagem do tempo efetivo com agrupamentos com presença de filhotes em cada área amostrada (BP e BL). Total de avistagens e porcentagem de avistagens de agrupamentos com filhotes em cada área amostrada (BP e BL). **BP**-Baía de Paranaguá, **BL**- Baía das Laranjeiras.

Tempo de observação dos agrupamentos						
Área	Tempo amostrado (h)	Tempo efetivo (h)	% tempo efetivo com filhotes	Avistagens	Agrupamentos com filhotes	% Avistagens com filhotes
Total	202:37:00	86:29:00	42,68%	219	163	74,77%
BP	82:34:00	35:37:00	43,14%	78	61	78,21%
BL	120:03:00	50:52:00	42,37%	140	102	72,86%

Os agrupamentos avistados apresentaram uma média de 6,83 ($\pm 6,41$ DP) indivíduos por agrupamento. A média do tamanho dos agrupamentos observados com presença de filhotes foi maior que a média do tamanho dos agrupamentos sem filhotes ($t = 8.8121$, $df = 209.67$, $p\text{-value} < 0,05$) (*Tabela 6*). No entanto, em BL foi observado agrupamentos de botos-cinza maiores que em BP, chegando até 50 indivíduos, enquanto em BP os agrupamentos observados tiveram no máximo 20 indivíduos (*Tabela 6*).

Tabela 6. Tamanho dos agrupamentos de botos-cinza (*Sotalia guianensis*) observados (número de indivíduos avistados por agrupamento) no Complexo Estuarino de Paranaguá, Paraná, Brasil. Média, mínimo e máximo do tamanho dos agrupamentos observados com presença e ausência de filhotes em BP e BL. **BP**-Baía de Paranaguá; **BL**-Baía das Laranjeiras.

Tamanho dos agrupamentos			
Área	Média ($\pm$ Desvio padrão)	Mínimo	Máximo
Total	6,83 ($\pm$ 6,41)	1	50
BP	7,14 ($\pm$ 4,90)	1	20
BL	6,66 ($\pm$ 7,11)	1	50
Tamanho dos agrupamentos com filhotes			
Área	Média ($\pm$ Desvio padrão)	Mínimo	Máximo
Total	7,47 ($\pm$ 6,01)	2	50
BP	7,74 ($\pm$ 4,71)	2	20
BL	7,30 ($\pm$ 6,66)	2	50
Tamanho dos agrupamentos sem filhotes			
Área	Média ($\pm$ Desvio padrão)	Mínimo	Máximo
Total	2,87 ($\pm$ 1,60)	1	8
BP	3,65 ($\pm$ 1,88)	1	8
BL	2,50 ($\pm$ 1,30)	1	6

Foram registrados 32 agrupamentos com presença de neonatos e 162 com presença de infantes (*Tabela 7*). A quantidade de neonatos por agrupamentos variou entre 1 e 2 indivíduos, enquanto a presença de infantes variou de 1 a 8 indivíduos em BL e 1 a 5 em BP. No entanto, não houve diferenças significativas na média de neonatos e infantes registrados por agrupamento ($X^2 = 0,1015$, $df = 1$, $p\text{-value} > 0,05$).

Tabela 7. Composição dos agrupamentos com presença de filhotes de botos-cinzas (*Sotalia guianensis*) em relação às diferentes fases de desenvolvimento (neonatos e infantes) no Complexo Estuarino de Paranaguá, Paraná, Brasil. Total de agrupamentos com registros das diferentes fases de desenvolvimento, porcentagem de agrupamentos registrados com neonatos ou infantes em relação ao total de agrupamentos com filhotes observados, e, a média, mínimo e máximo da quantidade de filhotes (neonatos ou infantes) observados por agrupamento em cada área amostrada (BP e BL). **BP**-Baía de Paranaguá, **BL**- Baía das Laranjeiras.

Composição dos agrupamentos em relação aos filhotes em cada baía						
Fase de desenvolvimento	Área	Total de agrupamentos	% Agrupamentos	Média ($\pm$ desvio padrão)	Mínimo	Máximo
Neonato	Total	32	20%	1,03 ($\pm$ 0,17)	1	2
	BL	18	18%	1,00 ($\pm$ 0,00)	1	1
	BP	14	23%	1,07 ($\pm$ 0,26)	1	2
Infante	Total	162	99%	2,22 ($\pm$ 1,40)	1	8
	BL	101	99%	2,10 ($\pm$ 1,43)	1	8
	BP	61	100%	2,41 ($\pm$ 1,32)	1	5

As frequências de ocorrência dos estados comportamentais observados foram semelhantes entre as duas baías (*Tabela 8*). O estado comportamental mais frequente foi o de alimentação, correspondendo a mais de 90% do total de registros, seguida por deslocamento, com

aproximadamente 5% de frequência de ocorrência. Descanso e reprodução foram os estados comportamentais observados com menos frequência, correspondendo aproximadamente 1% dos registros (*Tabela 8*). Ainda, foram registrados também estratégia de coesão dos agrupamentos com filhotes, obtendo-se 98 registros de encontro entre pequenos agrupamentos (EPA), sendo 30 ocorrências em BP e 68 ocorrências em BL.

Tabela 8. Frequência de ocorrência dos estados comportamentais principais observados nos agrupamentos de botos-cinza (*Sotalia guianensis*) acompanhados em BP e BL. Atividades comportamentais principais (**alimentação, descanso, reprodução e deslocamento**); **Área total** (incluindo as duas baías amostradas); **BP** – Baía de Paranaguá; **BL** – Baía das Laranjeiras.

Área	Alimentação	Descanso	Reprodução	Deslocamento
Área total	94,20% (n=1706)	0,77% (n=14)	0,50% (n=9)	4,53% (n=82)
BP	95,90% (n=843)	0,23% (n=2)	0,11% (n=1)	3,75% (n=33)
BL	92,60% (n=863)	1,29% (n=12)	0,86% (n=8)	5,26% (n=49)

Além dos estados descritos, para os comportamentos foco do estudo, foram registrados no total 3221 eventos comportamentais, sendo 2532 registros de cuidado parental (78,61%) e 689 registros de brincadeira de filhotes (21,39%). Em BP foram registrados 1315 eventos comportamentais, sendo 1051 registros de cuidado parental (79,92%), 264 registros de brincadeira de infantes (20,08%). Já em BL foram registrados 1906 eventos comportamentais, dos quais 1481 foram registros de eventos de cuidado parental (77,70%), 425 foram registros de brincadeira de infantes (22,30%). As frequências de ocorrência dos eventos comportamentais de cuidado parental ($X^2 = 0$, $df = 1$, $p\text{-value} > 0,05$) e brincadeira ($X^2 = 0$, $df = 1$, $p\text{-value} > 0,05$), foram semelhantes quando comparados entre as baías, não apresentando diferenças estatísticas entre si.

2.4.2. Cuidado Parental

2.4.2.1. Eventos comportamentais

Entre os eventos comportamentais de cuidado parental, a natação escalonada (do inglês, *Echelon swimming*) foi o evento mais frequente nos agrupamentos, com um total de 2029 ocorrências, correspondendo a 80,13% do total de registros comportamentais de cuidado parental. Seguidos da natação escalonada, os eventos mais frequentes foram escolta, com 182 registros (7,19%), seguido de formação de creche com 157 registros (6,20%) e toque com 148 registros (5,85%). Ainda, foram registrados outros eventos com uma frequência menor, tais como interceptação de adultos em infantes, com sete (7) registros (0,28%), alternância ou revezamento, com seis (6) registros (0,24%), impulsão com dois (2) registros (0,08%) e um (1) registro de direcionamento de alimento do adulto ao filhote (0,04%).

Ao analisar os comportamentos de cuidado parental registrados para cada fase de desenvolvimento dos filhotes, foram registrados cinco eventos comportamentais para neonatos, sendo o mais frequente a natação escalonada (n=189), seguido por escolta (n=22), creche (n= 7),

toque (n=4) e revezamento (n=1). Para infantes, foram registrados oito eventos comportamentais, sendo o mais frequente a natação escalonada (n=1839), seguido por escolta (n=160), creche (n=150), toque (n=144), interceptação (n=7), revezamento (n=5), impulsão (n=2) e direcionamento de alimento (n=1). Em ambas as fases de desenvolvimento a natação escalonada foi o evento comportamental de cuidado parental mais frequente quando comparado aos outros eventos registrados (*Figura 3*). O comportamento de escolta demonstrou uma tendência em ter maior frequência em neonatos quando comparados aos infantes, enquanto na formação de creche e toque, as frequências tendem a ser maiores em infantes que em neonatos.

Ao comparar os eventos comportamentais de cuidado parental entre as áreas estudadas, observou-se que, em ambas as baías, a natação escalonada foi o evento comportamental mais frequente comparado aos outros eventos registrados, correspondendo a 81,03% (n=1200) do total de registros em BL e 78,88% (n=829) do total de registros em BP (*Figura 3*). No entanto, entre os eventos de cuidado parental registrados em BL, observou-se que o segundo evento mais frequente foi o toque (6,75%, n=100), seguido de escolta (6,55%, n=97), creche (5,13%, n=76), revezamento (0,34%, n=5), impulsão (0,14%, n=2) e interceptação do adulto no filhote (0,07%, n=1). Entre os eventos registrados em BP, observou-se que o segundo evento mais frequente foi escolta (8,09%, n=85), seguido de creche (7,71%, n=81), toque (4,57%, n= 48), interceptação do adulto no filhote (0,57%, n=6), revezamento (0,10%, n=1) e direcionamento de alimento (0,10%, n=1). Além disso, ao comparar os comportamentos entre as baías, natação escalonada, toque e revezamento foram numericamente mais frequentes em BL em relação a BP. Por outro lado, em BP os comportamentos de escolta, formação de creche e interceptação de adultos nos filhotes, tendem a serem mais frequentes quando comparado a BL.

Quando os eventos comportamentais de cuidado parental foram comparados entre as baías e entre as fases de desenvolvimento, foi possível observar que o evento mais frequente foi a natação escalonada com aproximadamente 80% do total de registros, tanto para infantes quanto para neonatos, em ambas as baías (*Figura 3*). No entanto, foi possível observar algumas particularidades para cada fase de desenvolvimento. Em neonatos, foram registrados comportamentos de natação escalonada, escolta, creche, toque e revezamento. Entre estes, houve uma tendência a comportamentos de natação escalonada e creche terem maior frequência em BP, enquanto escolta e toque em BL; o revezamento foi registrado para neonato apenas em BL (*Figura 3*). Já para os infantes, houve mais registros de eventos comportamentais de cuidado parental quando comparados aos eventos observados direcionados a neonatos, havendo registros para todos os eventos avaliados. Observou-se em infantes que natação escalonada, revezamento e toque tiveram uma tendência em ser mais frequentes em BL, enquanto escolta, interceptação de adultos em filhotes e formação de creche tiveram uma tendência em serem mais frequentes em BP.

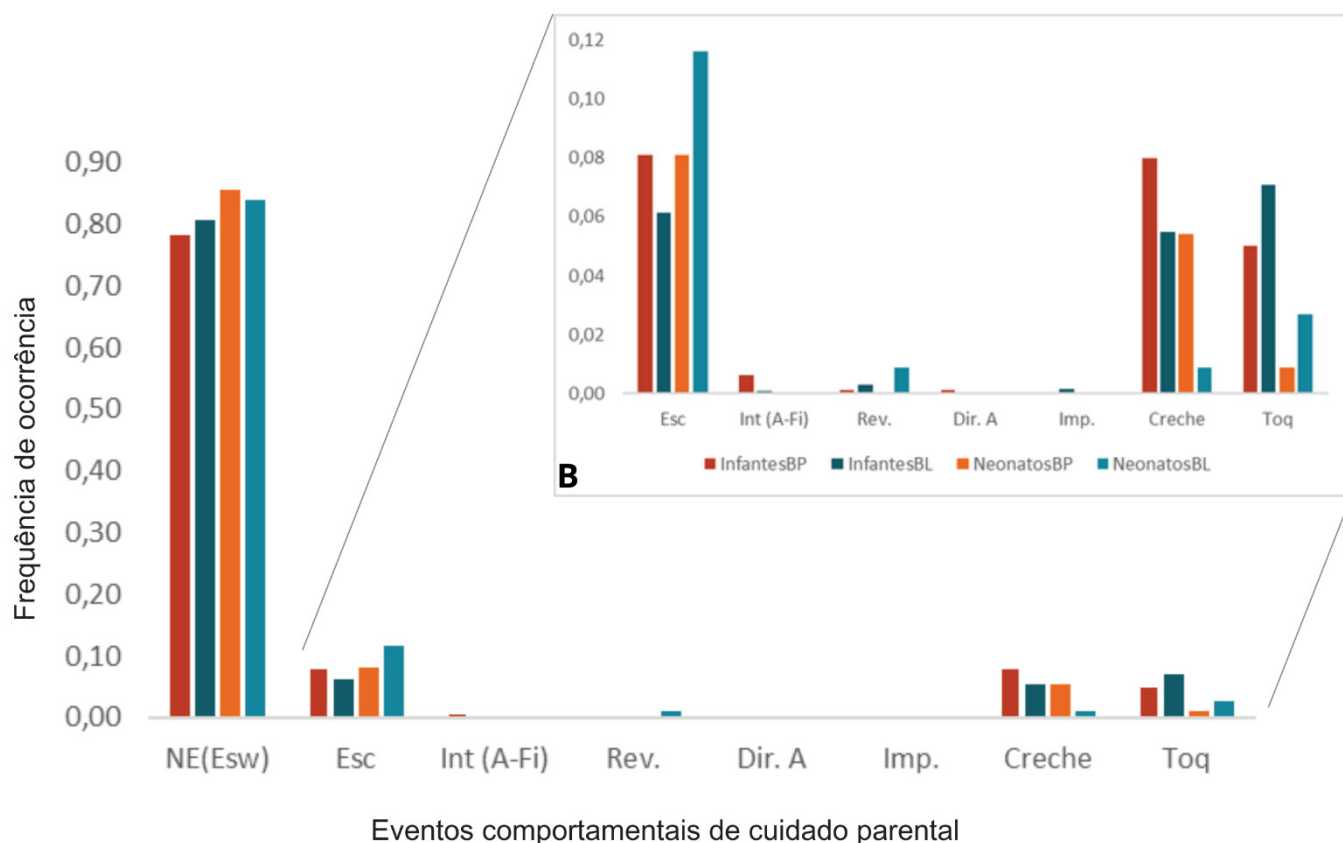


Figura 3. Eventos comportamentais de cuidado parental em botos-cinza (*S. guianensis*) no Complexo Estuarino de Paranaguá (CEP), Paraná, Brasil. **A:** Comparação da frequência de ocorrência dos eventos registrados em diferentes fases de desenvolvimento entre as áreas estudadas. **B:** Aproximação para melhor visualização dos outros eventos comportamentais sem influência da natação escalonada. **BP:** Baía de Paranaguá (cor alaranjada). **BL:** Baía de Laranjeiras (cor azul); as cores em tons mais escuros representam os infantes, e tons mais claros representam os neonatos. **NE(Esw):** Natação Escalonada (do inglês, Echelon swimming); **Esc:** Escolta; **Rev.:** Revezamento; **Dir. A:** Direcionamento de alimento; **Imp.:** Impulsão; **Creche:** Creche; **Toq:** Toque.

Além das frequências dos eventos comportamentais, é importante ressaltar que em BL foram observados comportamentos de separação dos adultos em relação aos filhotes enquanto realizavam comportamentos de alimentação. Durante esse comportamento, os filhotes foram observados em uma determinada área, muitas vezes sozinhos, realizando de forma independente comportamentos de brincadeira e interação com outros filhotes presentes no agrupamento, enquanto os adultos intercalavam entre forrageio e o cuidado dos filhotes, seguindo uma dinâmica de afastamento e aproximação dos filhotes; em algumas ocasiões, foi evidente o revezamento de cuidado entre os adultos.

Esse comportamento também foi observado em BP, no entanto, durante a execução, os filhotes foram observados sozinhos no costado dos navios enquanto os adultos exibiam comportamentos de alimentação um pouco mais afastados, mas sempre entre a embarcação de pesquisa e os navios, mantendo os filhotes entre os navios e o agrupamento. Foi evidente também a formação de creche próximo aos navios, e o revezamento entre adultos que ficavam com os

filhotes durante esse comportamento e estratégias de alimentação. Na maioria das observações em que os filhotes foram observados sozinhos, sem a presença de adultos na área do porto, estes estavam no costado do navio, os quais foram observados tanto sozinhos como com outros filhotes, realizando comportamentos de brincadeira.

2.4.2.2. Coesões adulto-filhote

As coesões entre adultos e filhotes foram predominantemente altas (coesão 1) quando comparadas aos outros índices de coesão. No entanto, ao analisar esses índices em relação às diferentes fases de desenvolvimento dos filhotes e às baías, embora a coesão tenha sido alta em ambas, observou-se padrões distintos. A coesão 1 (alta coesão) foi mais frequente em neonatos em ambas as baías, correspondendo aproximadamente 99% do total de registros. A coesão 2 (média coesão), teve predomínio em infantes em relação aos neonatos, em ambas as baías (*Figura 4*). Em contraste, a coesão 3 (baixa coesão) foi registrada apenas em infantes e com baixa frequência. Portanto, é notável que os adultos mantiveram uma proximidade consistente, com predomínio de alta coesão com os filhotes em ambas as baías. Contudo, embora as frequências das coesões em neonatos tenham sido semelhantes entre as áreas estudadas, notou-se uma variação nas coesões quanto adultos e infantes. As coesões 1 e 3 em infantes, tendem a ser mais frequentes em BL, enquanto a coesão 2, tende a ser mais frequente em BP (*Figura 4*).

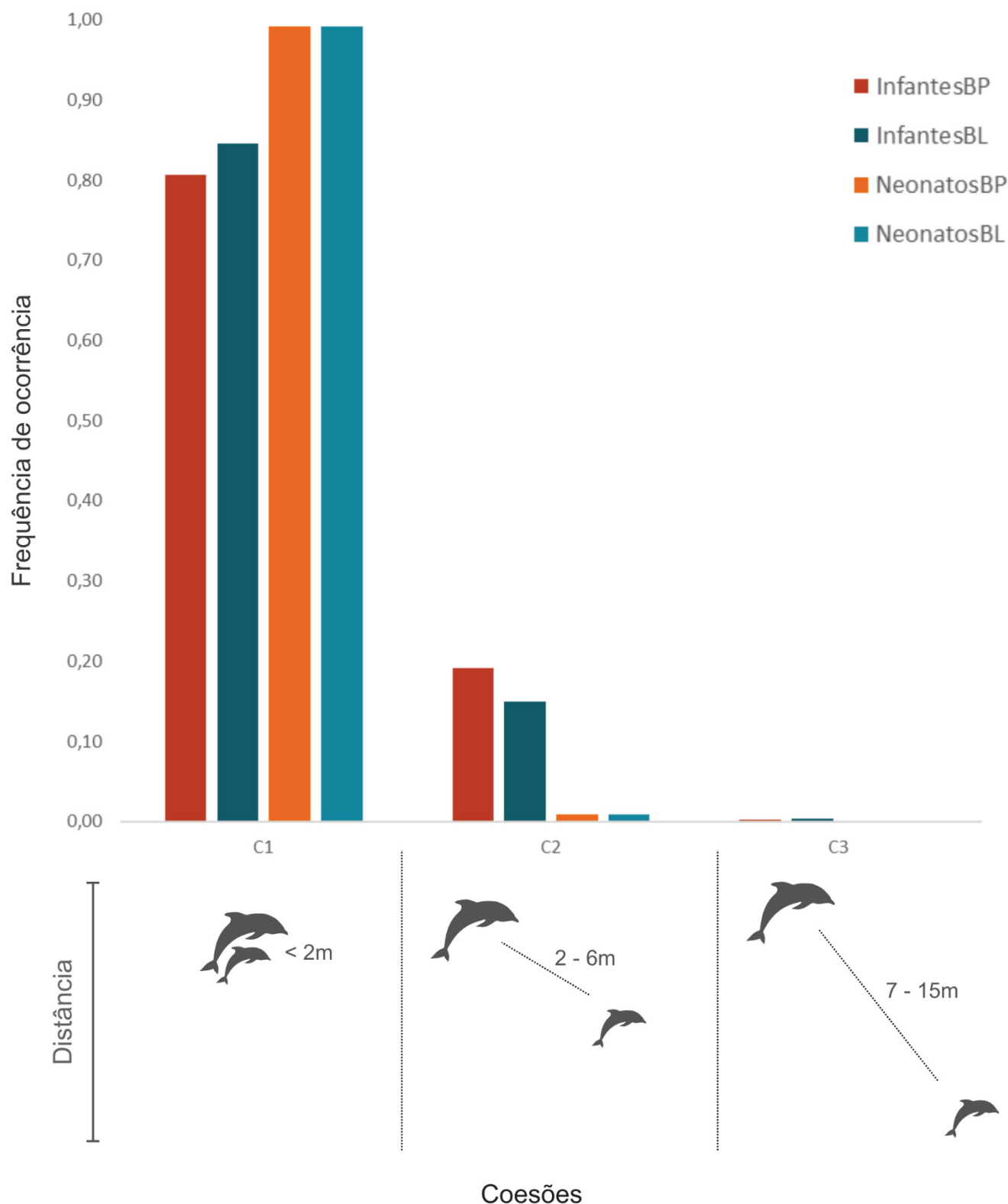


Figura 4. Índices de coesão entre adultos e filhotes de botos-cinza (*S. guianensis*) no Complexo Estuarino de Paranaguá (CEP), Paraná, Brasil. Comparação da frequência de ocorrência dos índices de coesão em diferentes fases de desenvolvimento (neonato e infante) entre as áreas estudadas. **BP:** Baía de Paranaguá (cor alaranjada). **BL:** Baía de Laranjeiras (cor azul); as cores em tons mais escuros representam os infantes, e tons mais claros representam os neonatos. **C1:** Alta coesão (Coesão 1); **C2:** Média coesão (Coesão 2); **C3:** Baixa coesão (Coesão 3).

2.4.2.3. Coesões díade-grupo

As coesões das díades adultos-filhotes com os agrupamentos foram semelhantes às coesões entre adultos e filhotes, sendo predominantemente altas (coesão 1). No entanto, foi notável

a diferença nos padrões observados entre as diferentes fases de desenvolvimento e baías. Os pares com neonatos foram observados sempre coesos ao agrupamento, tendo uma frequência de 100% dos registros em alta coesão (coesão 1) com os agrupamentos respectivos, em ambas as baías. Enquanto não houve nenhum registro de adultos com neonatos com média e/ou baixa coesão (coesões 2 e 3, respectivamente) com relação aos agrupamentos (*Figura 5*).

Em contraste, os pares compostos por infantes, abrangeram todas as categorias de coesão, sendo predominantemente observados em alta coesão (coesão 1) com os agrupamentos, em ambas as baías. Entretanto, ao comparar as coesões dos pares com infantes nos agrupamentos entre as baías, notou-se que houve uma tendência em coesões 1 e 2 serem mais frequentes em BP (*Figura 5*). Em contraste, a coesão 3, desses pares com os agrupamentos, teve uma tendência em ser mais frequente em BL (*Figura 5*).

Sendo assim, pode-se dizer que os pares com filhotes, de modo geral, tendem a ser mais coesos com os agrupamentos em BP que em BL. Além disso, ao comparar as médias das frequências das coesões observadas entre áreas estudadas, houve maior frequência de alta coesão entre as díades e os agrupamentos em BP ($\beta = -0.394$, $SE = 0.169$, $df = 161$, $t = -2.325$, $p < 0.05$). Por outro lado, não houve diferenças significativas entre as médias das frequências de coesão 2 e coesão 3 quando comparadas entre as baías.

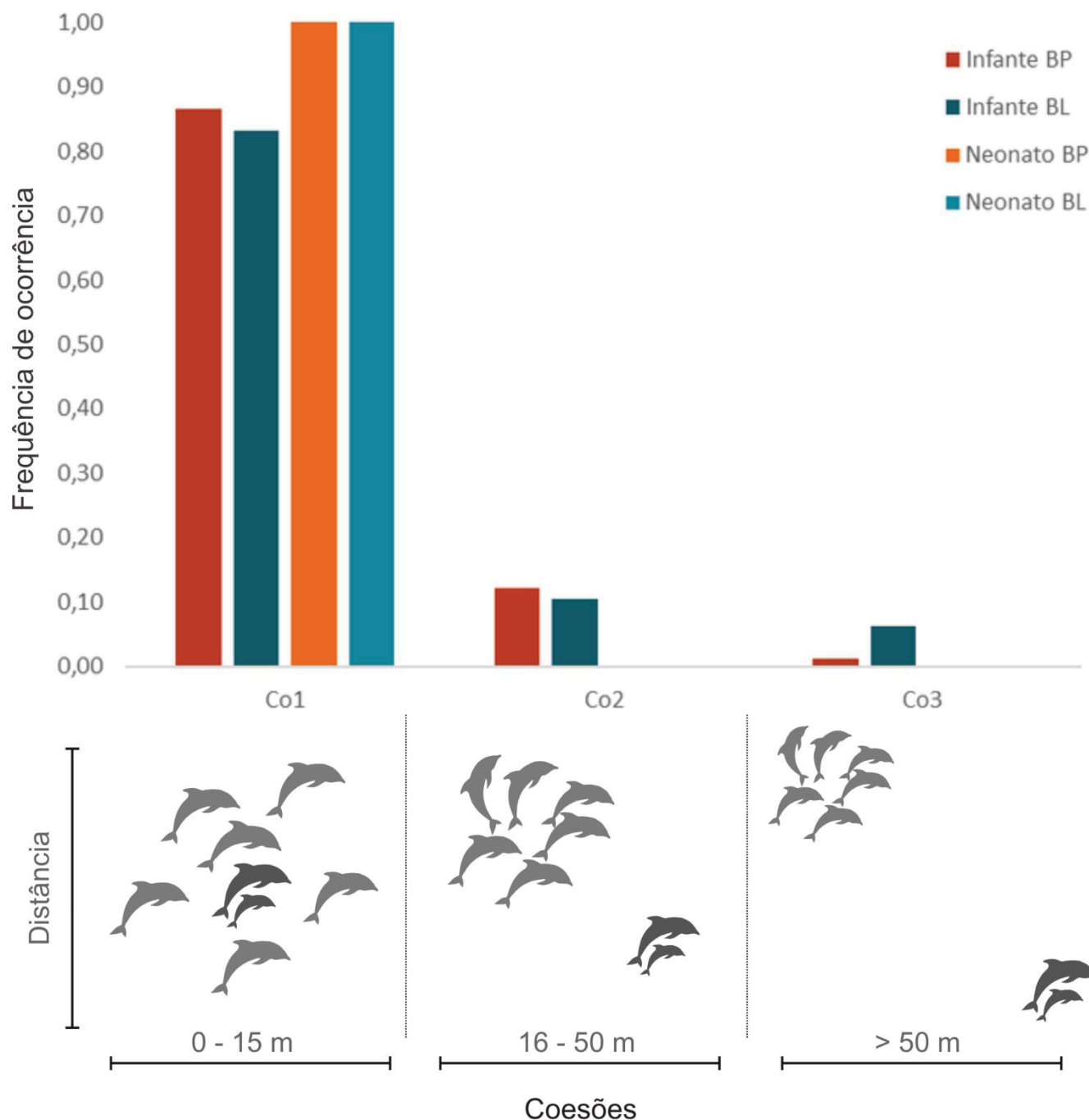


Figura 5. Índices de coesão entre díades adulto-filhote e agrupamento de botos-cinza (*S. guianensis*) no Complexo Estuarino de Paranaguá (CEP), Paraná, Brasil. Comparação da frequência de ocorrência dos índices de coesão em diferentes fases de desenvolvimento (neonato e infante) entre as áreas estudadas. **BP:** Baía de Paranaguá (cor alaranjada). **BL:** Baía de Laranjeiras (cor azul); as cores em tons mais escuros representam os infantes, e tons mais claros representam os neonatos. **Co1:** Alta coesão (Coesão 1); **Co2:** Média coesão (Coesão 2); **Co3:** Baixa coesão (Coesão 3).

2.4.2.4. Cuidado longitudinal e transversal

Em relação às posições longitudinal e transversal, obteve-se um total de 5895 registros, dos quais 3110 foram longitudinais e 2785 transversais. Foram obtidos para o comportamento longitudinal, 2522 registros na posição 1 (L1), onde os adultos se posicionaram à frente da prole (81,09%), e 588 registros na posição 2 (L2), onde os adultos se posicionaram atrás da prole (9,97%). Para o comportamento transversal, foram obtidos 1725 registros na posição 1 (T1), em

que os adultos se posicionaram entre a prole e a embarcação (61,94%), e, 1060 registros na posição 2 (T2), em que não houve posicionamento entre a prole e a embarcação (38,06%).

Ao analisar as subcategorias de cuidado longitudinal e transversal previamente definidas, foram obtidos no total 4032 registros de tipos de cuidado observados, com base no posicionamento dos adultos em relação à prole. Desses, 1361 foram registros de cuidado total (CT), em que os adultos se posicionaram à frente do filhote e entre a embarcação e a prole (L1 e T1), com frequência de 33,75%, 1135 foram de cuidado longitudinal total (CLT), em que os adultos se posicionaram à frente do filhote mas não entre a embarcação e a prole (L1 e T2) (28,15%), 359 foram de cuidado transversal total (CTT), em que os adultos se posicionaram de forma transversal, entre a embarcação e a prole, mas de modo em que o filhote se posicionasse a frente (L2 e T1) (8,90%), 1177 foram de ausência de cuidado (AC), ou seja, quando os filhotes foram registrados sozinhos sem a presença de adultos, e/ou, quando adultos não demonstravam nenhum posicionamento de cuidado, sem se posicionar à frente do filhote e sem se posicionar entre embarcação e a prole (L2 e T2) (29,19%).

Os cuidados longitudinais e transversais, ao serem comparados em relação às diferentes fases de desenvolvimento e áreas estudadas, demonstraram alguns padrões distintos. Todas as subcategorias de cuidado longitudinal e transversal foram observadas em ambas as fases de desenvolvimento e em ambas as baías. No entanto, o cuidado total foi predominante em neonatos em ambas as baías, tendo uma tendência em ser mais frequente em BP quando comparado a BL (*Figura 6*). Outro cuidado em neonatos que foi mais frequente em BP que em BL, foi o cuidado transversal total. É importante ressaltar que ambos os cuidados envolvem posicionamento de cuidado em relação a embarcações, onde os adultos se posicionam entre as embarcações e a prole. Já o cuidado longitudinal total, bem como, a ausência de cuidado em neonatos, tiveram tendência em serem mais frequentes em BL quando comparados a BP, ambos comportamentos em que o adulto não se posiciona entre a prole e a embarcação.

Em infantes, a frequência de registros de cuidado total e de ausência de cuidado foram semelhantes, apresentando uma tendência, em ambos, a serem mais frequentes em BP quando comparados a BL (*Figura 6*). Por outro lado, o cuidado longitudinal total em infantes teve uma tendência em ser mais frequente em BL quando comparado a BP. Já o cuidado transversal total foi semelhante entre as baías (*Figura 6*).

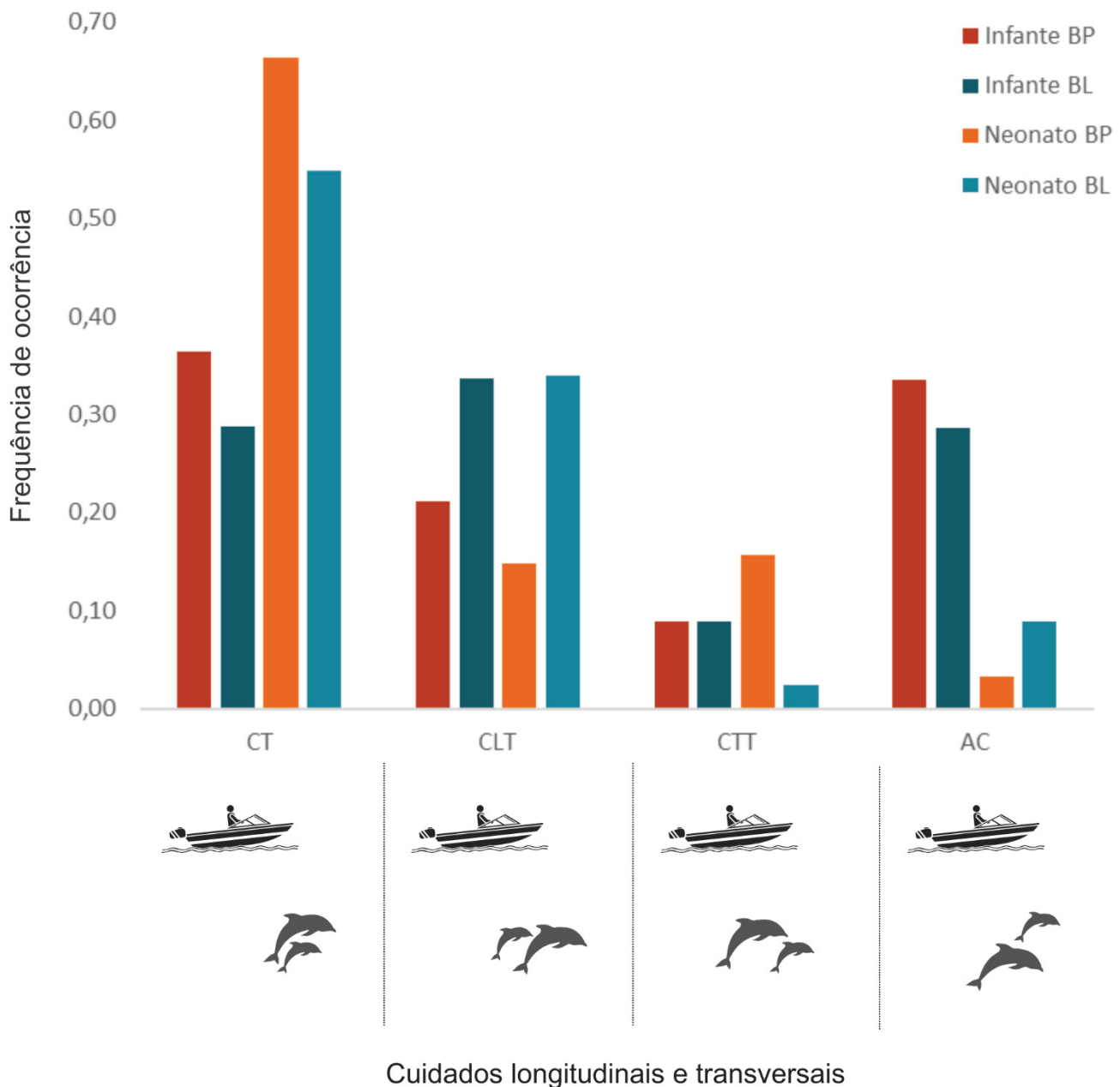


Figura 6. Cuidado longitudinal e transversal em botos-cinza (*S. guianensis*) no Complexo Estuarino de Paranaguá (CEP), Paraná, Brasil. Comparação da frequência de ocorrência dos posicionamentos de cuidado, longitudinal e transversal, dos adultos em relação aos filhotes, em diferentes fases de desenvolvimento (neonato e infante) entre as áreas estudadas. **BP:** Baía de Paranaguá (cor alaranjada). **BL:** Baía de Laranjeiras (cor azul); **CT:** Cuidado Total; **CLT:** Cuidado Longitudinal Total; **CTT:** Cuidado Transversal Total; **AC:** Ausência de Cuidado.

2.4.3. Comportamentos de brincadeira dos filhotes

Entre os eventos comportamentais de brincadeira observados nos filhotes, o mais frequente foi a exposição corporal, as quais envolvem exposição de nadadeira caudal, nadadeira peitoral e região ventral do corpo, com um total de 160 ocorrências, correspondendo a 23,22% do total de registros de brincadeira. Seguido da exposição corporal, os eventos de brincadeira mais frequentes foram de interações dos filhotes com adultos ($n=151$; 21,92%), salto ($n=131$; 19,01%), práticas de forrageamento (do inglês, *play snacking*) ($n=89$; 12,92%), interações entre filhotes ($n=46$; 6,68%),

685 observações na superfície (n=39; 5,66%), batidas de partes do corpo (n=32; 4,64%), rodopios
686 (n=23; 3,34%), interceptações do infante no adulto (n=8; 1,16%), ocorrências de *surf* (n=7; 1,02%)
687 e ocorrências de deslocamento para trás em postura vertical (do inglês, *tail walking*) (n=3; 0,44%).

688 Ao comparar os comportamentos de brincadeira dos filhotes registrados para cada fase de
689 desenvolvimento, foi possível observar algumas diferenças entre neonatos e infantes. Foram
690 observadas oito categorias de eventos comportamentais de brincadeira em neonatos, enquanto
691 para infantes foram observadas onze categorias diferentes. Entre os registros comportamentais de
692 brincadeira observados em neonatos, o evento mais frequente foi o salto (58,33%), seguido por
693 batidas de partes do corpo (16,67%), rodopio (8,33%), interação entre filhote e adulto (8,33%),
694 exposição corpórea (4,17%) e *surf* (4,17%). Enquanto em infantes, o evento com maior frequência
695 foi de exposição corpórea (23,91%), seguido por interação entre filhotes e adultos (22,41%), salto
696 (17,59%), *play snacking* (13,38%), interação entre filhotes (6,92%), observação na superfície
697 (5,86%), batidas de partes do corpo (4,21%), rodopio (3,16%), interceptação do infante ao adulto
698 (1,20%), *surf* (0,90%) e *tail walking* (0,45%). Sendo assim, foi possível observar variação entre as
699 frequências registradas para cada evento realizado entre as fases de desenvolvimento. Além disso,
700 observou-se uma diferença entre as categorias comportamentais de brincadeira observadas em
701 neonatos e em infantes, já que comportamentos de observação na superfície, interceptação ao
702 infante no adulto, *play snacking*, interação entre filhotes e *tail walking* foram observados apenas em
703 infantes, não havendo nenhum registro desses eventos em neonatos (*Figura 7*).

704 Os eventos comportamentais de brincadeira dos filhotes, quando comparados entre as
705 baías, notou-se algumas diferenças em relação as frequências registradas para cada evento (*Figura*
706 6). Em BL, os eventos de brincadeira mais frequentes foram salto e interação entre filhotes e
707 adultos, ambos correspondendo a uma frequência de 24,24% (n=103) do total de registros nessa
708 baía. O segundo evento observado com maior frequência em BL, foi a exposição corporal (20,94%,
709 n=89), seguido por interação entre filhotes (8,71%, n=37), observação na superfície (5,88%, n=25),
710 *play snacking* (5,88%, n=25), batidas de partes do corpo (5,41%, n=23), rodopio (3,06%, n=13),
711 interceptação de filhotes aos adultos (0,94%, n=4), *tail walking* (0,47%, n=2) e *surf* (0,24%, n=1). Já
712 em BP, o evento de brincadeira observado com maior frequência foi a exposição corporal,
713 correspondendo a 26,89% (n=71) do total de registros nessa baía. O segundo evento de brincadeira
714 observado com maior frequência em BP foi o *play snacking* com 24,24% (n=64) do total de registros,
715 seguido por interação entre filhotes e adultos (18,18%, n=48), salto (10,61%, n=28), observação
716 na superfície (5,30%, n=14), rodopio (3,79%, n=10), interação entre filhotes (3,41%, n=9), batidas
717 de partes do corpo (3,41, n=9), *surf* (2,27%, n=6), interceptação de filhotes aos adultos (1,52%,
718 n=4) e *tail walking* (0,38%, n=1).

719 Quando os eventos comportamentais de brincadeira observados para cada fase de
720 desenvolvimento foram comparados entre as baías, notou-se que em neonatos, os

comportamentos de salto e batidas de partes do corpo tiveram uma tendência em serem mais frequentes em BL comparado a BP, enquanto em BP houve uma frequência maior de interação entre filhotes e adultos quando comparado a BL (*Figura 7*). Os eventos de surf, exposição corporal e rodopio foram observados em neonatos apenas em BP, não havendo nenhum registro desses eventos em neonatos observados em BL. Em resumo, houve mais registros de diferentes categorias de eventos comportamentais de brincadeira observados em neonatos em BP do que em BL, já que em BL foram registrados apenas os eventos de salto, batidas de partes do corpo e interação entre filhotes e adultos.

Em infantes, todos os eventos comportamentais de brincadeira foram registrados em ambas as áreas amostradas (*Figura 7*). No entanto, os comportamentos de salto, observação na superfície, batidas de partes do corpo, interação entre filhotes e adultos e entre filhotes, e, *tail walking*, foram mais frequentes em BL quando comparados a BP. Em BP os comportamentos mais frequentes foram de exposição corporal, *play snacking*, surf e interceptação de filhotes aos adultos, quando comparados a BL.

O comportamento de *play snacking* foi observado somente em infantes em ambas as baías, no entanto, os registros foram mais frequentes em BP. Ainda, é importante ressaltar que em geral, quando esse comportamento foi registrado em BP, os filhotes foram observados sozinhos ou com outros filhotes e no costado dos navios, e exibindo comportamentos de prática de forrageio - em estratégia onde os filhotes arrebanhavam, perseguiram e tentavam capturar presas, executando diversas tentativas para esta captura. Esse comportamento foi evidente durante os momentos em que os adultos se afastavam para forragear, enquanto deixavam os filhotes sozinhos por um período próximo ao costado dos navios.

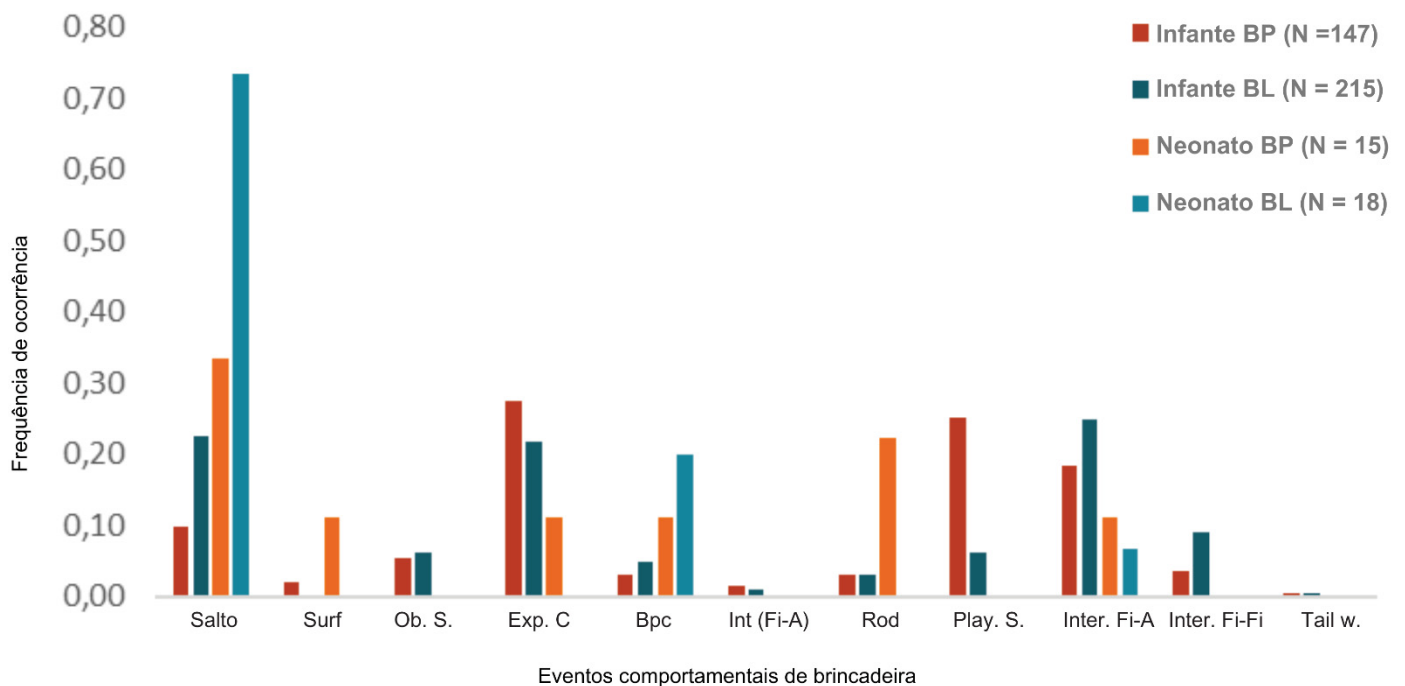


Figura 7. Eventos comportamentais de brincadeira dos filhotes de botos-cinza (*S. guianensis*) no Complexo Estuarino de Paranaguá (CEP), Paraná, Brasil. Comparação da frequência de ocorrência dos eventos registrados em diferentes fases de desenvolvimento (neonato e infante) entre as áreas estudadas. **BP:** Baía de Paranaguá. **BL:** Baía de Laranjeiras; **Salto:** Salto; **Surf:** Surf; **Ob. S.:** Observação de superfície (do inglês, *spy hop*); **Exp. C.:** Exposição corporal; **Bpc:** Batidas de partes do corpo; **Int (Fi-A):** Interceptação do filhote ao adulto; **Rod:** Rodopio; **Play. S.:** Prática de forrageamento (do inglês, *play snacking*); **Inter. Fi-A:** Interação social de filhotes com adultos; **Inter. Fi-Fi:** Interação social entre filhotes; **Tail w.:** Deslocamento para trás em postura vertical (do inglês *tail walk*).

2.4.4. Atividades antrópicas

Em relação às atividades antropogênicas, foram obtidos um total de 1078 registros, entre os quais, 436 registros foram em BL, correspondendo a 40,45% do total registrado, e, 642 registros em BP, correspondendo a 59,55% do total de registros. Ao comparar as atividades antrópicas entre as baías, observou-se que em BP a frequência registrada foi maior quando comparada a BL ($t = -4.8787$, $df = 102.55$, $p\text{-value} = 3.924e-06$) (Figura 8).

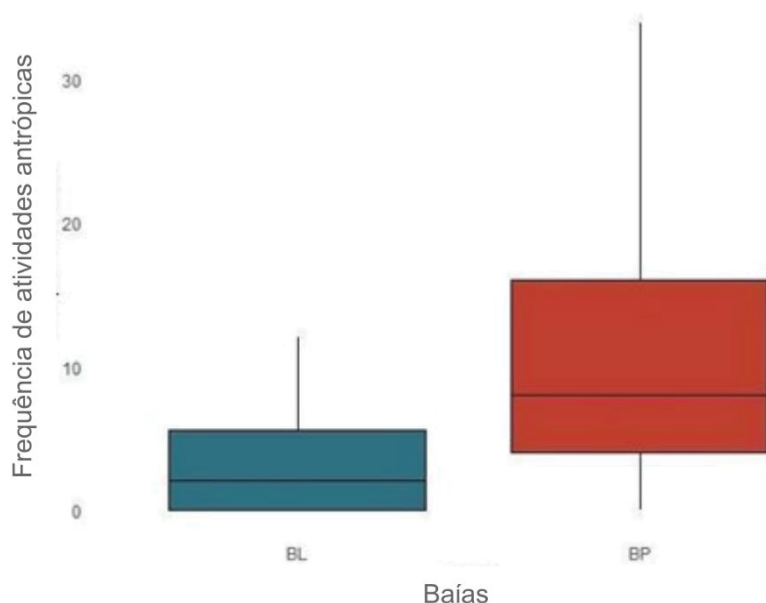


Figura 8. Frequência de atividades antrópicas no Complexo Estuarino de Paranaguá (CEP), Paraná, Brasil. Boxplot de comparação da frequência de atividades antropogênicas entre as áreas estudadas. **BP:** Baía de Paranaguá (cor alaranjada). **BL:** Baía de Laranjeiras (cor azul).

As intensidades das diferentes atividades antrópicas registradas, ao serem comparadas entre as baías, demonstraram padrões distintos (*Figura 9*). Em BP houve maior intensidade das atividades que envolvem pequenas embarcações com motor de centro e de popa (IM e OM), além das grandes embarcações (S) e atividades portuárias (PA) que ocorreram apenas em BP, não havendo registros em BL (*Figura 9*). Em BL, embora tenha sido observado maior intensidade em relação às frequências de pequenas embarcações (IM e OM), estas ainda foram menos frequentes quando comparadas a BP. Por outro lado, observou-se uma tendência em ter mais atividades de pesca (F) e atividades recreativas (RA) em BL quando comparadas a BP, além da presença de redes de pesca de espera (FN), as quais durante este estudo só foram registradas em BL (*Figura 9*).

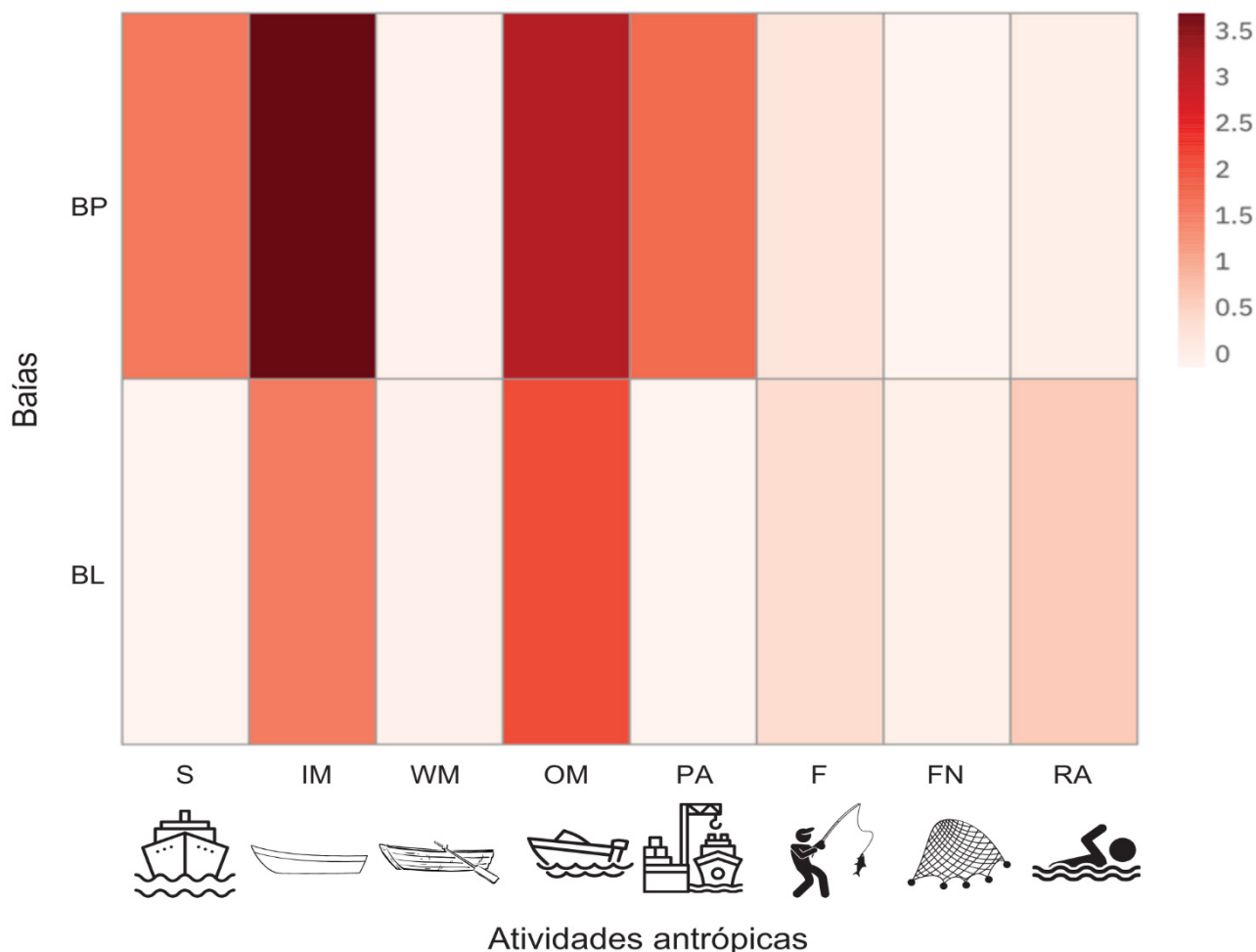


Figura 9. Mapa de calor da intensidade de atividades antropogênicas no Complexo Estuarino de Paranaguá (CEP), Paraná, Brasil. Comparação da intensidade de frequências de diferentes atividades antropogênicas locais, entre as áreas estudadas. As cores vermelhas na escala representam a intensidade das atividades, com tons mais escuros indicando valores mais altos. **BP:** Baía de Paranaguá. **BL:** Baía de Laranjeiras; **S:** Ships; **IM:** Inboard Motor; **WM:** Without Motor; **OM:** Outboard Motor; **PA:** Port Activities; **F:** Fishing; **FN:** Fishing Nets; **RA:** Recreational Activities.

2.5. Discussão

Os cetáceos possuem ampla plasticidade comportamental, a qual pode ser mediada por diversos fatores como disponibilidade de presas, organização social, características ambientais e interações com atividades humanas (Silber e Fertl, 1995 ; Simões-Lopes et al., 1998; Daura-Jorge et al., 2007; Torres e Read, 2009; Deconto e Monteiro-Filho, 2013 ; Leão et al., 2016; Pierry et al., 2024). Ao avaliar o repertório comportamental de cuidado parental em botos-cinza no Complexo Estuarino de Paranaguá (CEP), no Paraná, foi possível verificar que há tanto estratégias que envolvem cuidados individuais materno quanto cuidados em grupo, dependendo do contexto ambiental (baías amostradas e presença de atividades antrópicas) e social (e.g. fase de desenvolvimento dos filhotes e estrutura dos agrupamentos) em que esses animais se encontram. Os resultados evidenciam o uso de diferentes estratégias comportamentais para cuidado dos filhotes pelos adultos e que promovem o desenvolvimento de filhotes por meio de brincadeiras. A diversidade comportamental é influenciada por muitos fatores, assim como é relatado para o comportamento de alimentação nessa espécie (Louzada, 2014; Pierry et al., 2024). No entanto, as estratégias de cuidado com a prole podem ser afetadas por processos de habituação dos animais às atividades humanas e aos efeitos crônicos dos impactos cumulativos que impactam a população (Silva, 2021; Soares et al., 2022; Moura et al., 2023; Silva et al., 2023). O processo de habituação pode influenciar os comportamentos e a aptidão dos animais, implicando em consequências individuais e populacionais de longo prazo (Bardi e Huffman, 2002; Maestripieri et al., 2009; Mandalaywala et al., 2014; Armansin et al., 2020). Neste contexto, os resultados obtidos e a avaliação dos comportamentos e dinâmica de cuidado com a prole, contribuem para a compreensão da ecologia populacional, estrutura social e o uso da área pela espécie, além de somar esforços para estabelecer parâmetros de monitoramento quanto a saúde e riscos à diferentes ameaças à população local de botos-cinza.

Nas áreas do litoral do Paraná, sul do Brasil, encontra-se uma das maiores populações de boto-cinza registradas em toda a distribuição brasileira da espécie (Moura et al., 2023). Nesta região, a maioria dos agrupamentos de botos-cinza (>70%) foi observada com presença de filhotes e em atividades de alimentação. Resultados semelhantes foram registrados em estudos anteriores realizados com botos-cinza nessa região (Domit, 2010; Santos et al., 2010; Moura et al., 2023), e conjuntamente ressaltam a importância local para alimentação, reprodução e cuidado parental da espécie (Rautenberg, 1999; Rautenberg et al., 2008; Filla e Monteiro-Filho, 2009; Domit, 2010; Santos et al., 2010; Domit et al., 2021; Moura et al., 2021; Soares et al., 2022; Moura et al., 2023). No entanto, é importante destacar que menos de 50% do tempo do esforço efetivo foi de observação destes agrupamentos com filhotes, valor inferior aos resultados anteriores de pesquisa na mesma localidade, as quais registravam há 10 anos atrás a presença das díades em mais de 70% do tempo efetivo de observação em BP, assim como em mais de 50% do tempo efetivo de amostragem em

BL (Filla e Monteiro-filho, 2009; Domit, 2010). Esta alteração precisa ser melhor avaliada no futuro, mas aponta mudanças na dinâmica da população local, as quais podem afetar a aptidão populacional.

O tamanho médio dos agrupamentos observados com presença de filhotes (7 ± 6 indivíduos DP) foi maior que o tamanho médio dos agrupamentos sem filhotes (2 ± 1 indivíduos DP) em ambas as baías estudadas. Resultados semelhantes foram relatados em golfinhos da espécie *Sousa chinensis*, no sul da África (Karczmarski, 1999) e em botos-cinza nas baías de Paraty e de Guanabara, ambas no Rio de Janeiro (Lodi, 2003; Azevedo et al., 2005, respectivamente). Esta variação associada ao forte vínculo social reforça que as fêmeas com filhotes não abandonam os grupos e mantêm a característica gregária descrita para a espécie (c.f. Lodi et al., 2003). Grupos maiores podem fornecer maior proteção aos filhotes e aumentam as oportunidades para o desenvolvimento de processos de aprendizagem (Karczmarski, 1999; Lodi et al., 2003; Azevedo et al., 2005; Collaço, 2008), sendo estes essenciais para a transferência de comportamentos complexos de alimentação, tais como os observados para botos-cinza na região (Domit, 2010; Moura et al., 2023; Santos, 2010; Pierry et al., 2024). As associações de longo prazo entre mães e filhotes, e entre outros indivíduos, sugerem a aprendizagem no contexto da unidade social (Shane et al., 1986) e diversos estudos ressaltam a importância dos ambientes e vínculos sociais na aptidão de diversas espécies de mamíferos (Archie et al., 2014; Ellis et al., 2017; Goldenberg; Wittemyer, 2018). Ainda, a oportunidade de aprendizado e desenvolvimento rápido é essencial para animais expostos a ambientes em constante e rápidas mudanças (Zentall, 2022), como é o caso dos botos-cinza no CEP/PR.

De modo geral, as maiores agregações de boto-cinza estão relacionadas aos comportamentos de socialização (Azevedo et al., 2005; Flach et al., 2008) e alimentação (Lodi 2003; Daura-Jorge et al., 2005). No presente estudo, os agrupamentos registrados, estavam a maior parte do tempo em atividade de alimentação ($>90\%$), em ambas as baías, sendo a alta frequência destas atividades também relatada em estudos anteriores com boto-cinza e com outras espécies de golfinhos (Spinola, 2006; Azevedo et al., 2007; Flach et al., 2008; Collaço, 2008, Soares et al., 2022; Moura et al., 2023). Entre as possíveis razões está a alta demanda energética que esses animais possuem, refletida no fato de passarem muito tempo de seu ciclo diário em busca de alimento (Costa e Willians, 1999; Flach et al., 2008). Ainda, pode estar relacionado a outros fatores, como a disponibilidade de presas e a geomorfologia dessas áreas, as quais tendem a influenciar nas estratégias de forrageamento de diversas espécies de golfinhos, incluindo os botos-cinza (Karczmarski, 1999; Domit, 2006; Rossi-Santos et al., 2007; Domit, 2010; Santos, 2010; Cantor et al., 2018; Pierry et al., 2024).

O fato de os animais passarem a maior parte do tempo em atividade de alimentação juntamente com a alta frequência da presença de filhotes nos agrupamentos (78% em BP e 72% em BL) e a demanda de cuidado parental descrita para os botos-cinza, evidenciam a associação entre estratégias de alimentação e de cuidado parental, viabilizando a busca de recursos pelos adultos e a sobrevivência dos filhotes que os acompanham (Rautenberg & Monteiro-Filho, 2008; Teixeira et al., 2018). A associação entre alimentação e o cuidado da prole, fornece benefícios aos indivíduos, garantindo o cuidado dos filhotes e a efetividade na alimentação (Shane et al., 1986; Teixeira et al., 2018). Essa associação pode ser evidenciada no presente estudo, pelos registros de encontro entre agrupamentos com filhotes (EPA), que consiste em uma estratégia social de cuidado da prole, a qual foi registrada em ambas as baías estudadas no CEP/PR. Essa, pode ser uma importante estratégia pois além de reduzir o custo energético materno dispensado para o cuidado com a prole, pode aumentar a eficiência de alimentação das mães e oportunizar o desenvolvimento de aprendizagem dos filhotes na localização e captura de presas, além de proporcionar interações sociais dos filhotes com outros adultos e/ou filhotes, essencial para o desenvolvimento de aptidão (Shane et al., 1986; Rautenberg & Monteiro-Filho, 2008; Teixeira, et al., 2018).

As estratégias de cuidado e a proximidade dos adultos com filhotes de botos-cinza foram diferentes quanto as fases de desenvolvimento. Em neonatos o cuidado se restringiu a comportamentos que tendem a fornecer uma proteção mais intensa ao filhote, como natação escalonada, escolta, toque, creche e revezamento (*Figura 3*), além de manter maior proximidade entre o adulto e o neonato (alta coesão). Raramente o neonato se distanciou do adulto evidenciando coesões mais baixas (*Figura 4*). Esses resultados reforçam a forte conexão entre adultos e recém-nascidos, corroborando com estudos anteriores que relatam sobre esse vínculo em outros cetáceos (Mann; Smuts, 1998; Rendell et al., 2019). Essa relação também pode ser atribuída à maior dependência de neonatos em relação ao adulto, pois possuem capacidade motora limitada, o que os torna mais susceptíveis às adversidades do ambiente. Portanto, a necessidade de cuidado mais intenso por parte dos adultos, é fundamental para garantir a sobrevivência dos filhotes nessa fase de desenvolvimento (Mann; Smuts, 1998; Noren et al., 2008b; Domit, 2010; Teixeira et al., 2018).

Conforme se desenvolvem, o repertório comportamental de cuidado foi mais diverso quando direcionado aos infantes, abrangendo todos os eventos registrados (natação escalonada, escolta, creche, toque, interceptação, revezamento, impulsão e direcionamento de alimento). Embora a proximidade com o filhote tenha sido predominantemente alta, houve registros em coesões médias e raramente em baixas. Esses resultados indicam uma transição comportamental progressiva dos filhotes, onde os indivíduos passam de uma fase extremamente dependente da mãe e começam a exibir comportamentos e interações mais independentes. Os registros apontam que, embora os

infantes ainda demandem cuidado intensivo, os eventos comportamentais observados envolvem comportamentos que permitem o filhote se distanciar da mãe, viabilizando o desenvolvimento de comportamentos exploratórios e de interações sociais (Mann e Smuts, 1999; Monteiro-Filho et al., 2008; Teixeira et al., 2018). Nessa fase, de forma progressiva, os adultos tendem a se afastar mais dos filhotes, uma vez que estes adquiram habilidades motoras para realizar comportamentos mais independentes (Mann e Smuts, 1999; Mann e Watson-Capps, 2005; Gibson e Mann, 2008; Monteiro-Filho et al., 2008; Hill et al., 2017). A maior diversificação nos comportamentos de cuidado dos infantes, indica a necessidade do uso de diferentes estratégias dos adultos no cuidado, garantindo a segurança dos filhotes. Nessa fase, os filhotes tendem a ser mais curiosos, tornando-os mais susceptíveis a diversas ameaças no ambiente, como risco de colisões, emaranhamento em redes de pesca, perigo de encalhe em áreas rasas, entre outros (Domit, 2010, Silva, 2021; Silva et al., 2023). Isso exige, portanto, que os adultos desempenhem outras estratégias para garantir o cuidado efetivo dos infantes, sendo estas dependentes da condição da área e do nível de exposição do filhote a riscos locais (Teixeira et al., 2018; Tardin et al., 2013; Castro et al., 2024).

Considerando a região do CEP uma importante área para cuidado e desenvolvimento dos filhotes de botos-cinza (Domit, 2010; Moura et al., 2021), além das estratégias de tamanho de grupo e coesão, um amplo repertório de comportamentos de cuidado parental e de brincadeiras de infantes foram observadas na região. A natação escalonada, foi o comportamento mais frequente em ambas as baías, sendo este já descrito para outras populações de botos-cinza e de pequenos cetáceos em geral, e com frequência variada pela fase de desenvolvimento do filhote (Teixeira et al., 2018; McBride e Kritzler, 1948; Tavalga, 1966; Taber e Thomas, 1982; Mann e Smuts, 1998; Noren e Edwards, 2007). Durante esse comportamento, a posição entre filhote e o adulto está relacionada à necessidade dos adultos em garantir segurança da prole enquanto realizam suas atividades, pois mantém o filhote próximo ao corpo do adulto e aos seus cuidados. A natação escalonada pode representar uma forma aquática de transporte, ou “carregamento” dos filhotes, já que esses animais não possuem estruturas que possibilitem às mães carregá-los junto ao corpo, como outros mamíferos terrestres (Ross, 2001; Noren et al., 2008a). Ainda, fornece benefícios hidrodinâmicos aos filhotes, proporcionando economia de energia e vantagens locomotoras a prole durante a natação, sendo uma estratégia vital na sobrevivência do filhote, já que neonatos possuem capacidades de natação independente limitadas (Noren et al., 2008b). Em contrapartida, esse comportamento pode estar associado a custos maternos, como já relatado para pequenos primatas, *Callithrix jacchus* (Schradin; Anzenberger, 2001), e para o golfinho-nariz-de-garrafa (Noren et al., 2008a). Estudos demonstraram que esse comportamento pode ter impacto nos orçamentos energéticos maternos, na eficiência de alimentação e na evasão de predadores (Schradin; Anzenberger, 2001; Noren et al., 2008a).

Considerando os potenciais impactos no desempenho e condição energética materna (Schradin; Anzenberger, 2001; Noren et al., 2008a), a relação custo-benefício para os adultos é um fator importante na escolha das estratégias de cuidado (Krebs; Davies, 1996). Dentre os eventos de comportamentos de cuidado parental registrados, depois da natação escalonada, os comportamentos mais frequentes foram a escolta, creche e o toque. Esses registros envolvem diferentes estratégias que podem incluir outros indivíduos do agrupamento no cuidado com os filhotes, como o caso da escolta e da creche, ou apenas reforçar o vínculo social estreito entre mãe e filhote, como o caso do toque (Mann; Smuts, 1998; Rendell et al., 2019).

A comparação do cuidado parental observado em cada baía, revelou diferentes padrões comportamentais de cuidado dos filhotes entre as Baías de Laranjeiras (BL) e de Paranaguá (BP). Entre os cuidados direcionados a neonatos os comportamentos de escolta e toque foram numericamente mais frequentes em BL, no entanto, em BP a frequência foi numericamente maior nos comportamentos de natação escalonada e creche. Para os infantes, em BL a maior frequência foi para a natação escalonada, seguida de revezamento e toque, enquanto em BP houve mais registros em comportamentos de escolta, interceptação de adultos em filhotes e creche entre os cuidados direcionados aos infantes. Ao avaliar de forma integrada este conjunto de informações, é evidente a maior frequência de estratégias de cuidado individual com a prole em BL e de cuidados em grupo e mais coletivos, envolvendo cuidado aloparental em BP. Essas estratégias podem ser evidenciadas pela formação de creches serem mais frequentes em BP em ambas as fases de desenvolvimento, e pelos índices de coesão registrados. Embora em ambas as baías a alta coesão entre adultos e filhotes tenha sido predominante, para infantes houve maior frequência de coesões 1 e 3 em BL, sendo raras as ocorrências de baixas coesões (*Figura 4*). Já em BP a coesão 2 (média coesão) entre adultos e filhotes foi mais frequente e as díades adulto-filhote se mantêm mais coesas com o agrupamento nessa baía.

Os comportamentos que destacam uma estratégia de cuidado mais individual, restrita ao par adulto-filhote, podem fornecer benefícios para o desenvolvimento dos filhotes como economia de energia e vantagens locomotoras com aumento no desempenho de natação (Noren et al., 2008b, Noren e Edwards, 2011). Além disso, essa estratégia fortalece uma relação de apego estável entre mãe e filhote, o que permite o desenvolvimento normal do filhote, favorecendo a exibição de comportamentos lúdicos e de brincadeiras sociais, os quais são reflexo de um estado positivo, confiante e seguro para os filhotes (Rosenblum e Andrews, 1994). No entanto, também está associada ao um maior custo energético materno, o qual precisará ser compensado por outros fatores, tal como a disponibilidade e facilidade de captura de alimento nas áreas de uso, ou mesmo menor gasto para proteção contra predadores e outras ameaças ao filhote (Schradin; Anzenberger, 2001; Noren et al., 2008a; Ball et al., 2017).

A região de BL abrange desde a desembocadura do rio das Peças até a desembocadura norte do eixo norte-sul do CEP/PR, sendo caracterizada por uma considerável variação de profundidade e influências de águas marinhas salinas com correntes de alta velocidade (Lana et al., 2001; Noernberg et al., 2006; Noernberg et al., 2007). No presente estudo, foi observada uma maior variação de profundidade e temperatura nessa área (*Figura 10*), que podem estar relacionadas às características físicas desse ambiente, assim como a estratégia de cuidado individual adotada nessa região. Características geomorfológicas com altas profundidades, podem representar menor risco de encalhes aos filhotes e, portanto, maior segurança para aprendizado e treino dos filhotes, de habilidades comportamentais que podem ser fundamentais para a vida adulta (Teixeira, 2013). Além disso, a variação geomorfológica desta região pode propiciar maior diversidade de microhabitats que agregam maior variedade de presas (Domit, 2010), inclusive a região é destacada como de maior diversidade e abundância da fauna íctica (Possatto et al. 2016). Neste contexto, os adultos com infantes que apresentam comportamento menos gregários podem se beneficiar da disponibilidade dos recursos, o que é evidenciado pelos agrupamentos maiores de botos-cinza registrados na região, possuindo maior dinâmica de fissão-fusão entre os grupos, e um aumento no fluxo de indivíduos transientes (Moura et al., 2021; Moura et al., 2023).

A menor frequência de atividades antropogênicas em BL (*Figura 8*), também oportuniza que os adultos dediquem mais atenção individual aos filhotes e demandem menor tempo de permanência em grupos maiores. Quando não há perturbações no ambiente, uma fêmea com filhote é capaz de equilibrar os custos energéticos materno, da lactação e do cuidado, com as exigências ambientais, de modo a refletir na capacidade de resposta às necessidades do filhote. Isso faz com que os filhotes se preparem para interrupções periódicas na atenção recebida da mãe, além de melhorar o sofrimento durante períodos perturbadores de afastamento e, compensar essas perturbações com maior atenção da mãe (Rosenblum e Andrews, 1994). Em um ambiente imprevisível, as fêmeas com filhotes possuem capacidade reduzida de manter mecanismos eficazes de proteção materna, que amortecem o estresse, que possam preservar um vínculo estável e favorecer o desenvolvimento normal da prole (Rosenblum e Andrews, 1994). Portanto, um ambiente mais conservado e com baixa frequência de perturbações decorrentes de atividades humanas, pode favorecer padrões de afiliação intensificados, garantindo a segurança e o vínculo contínuo entre mãe e filhote, favorecendo a aprendizagem e desenvolvimento da prole.

O comportamento intercalado entre alimentação e cuidado com os filhotes observado em BL, foi registrado apenas na região próxima a desembocadura do Rio de Peças, a qual consiste em uma área mais abrigada sem tantas influências externas marítimas como a desembocadura norte. De acordo com Gondim (2006), isso permite aos filhotes realizarem atividades lúdicas e exploratórias enquanto os adultos se afastam para forragear, refletindo adaptações

comportamentais que otimizam a sobrevivência e o desenvolvimento dos filhotes em diferentes ambientes e condições (Mann, 2000; Whitehead e Mann, 2000; Gondim, 2006).

Na Baía de Paranaguá, além dos eventos comportamentais, outras evidências que destacam uma estratégia de cuidado cooperativo foram observadas, como a dinâmica de organização dos agrupamentos, onde os indivíduos se posicionavam de modo a manter os filhotes agregados no centro do grupo. Ainda, a média coesão registrada pode estar relacionada diretamente com a associação em grupo, devido a esta dinâmica fornecer segurança para o aumento da distância entre a mãe e o filhote. Um estudo realizado com golfinho-comum (*Delphinus delphis*), avaliou a dinâmica de agrupamento com díades adulto-filhote, e relata que a distância de um filhote até a sua mãe é maior em grupos mais coesos (Castro et al., 2024). Esses resultados em conjunto, corroboram a hipótese do uso de estratégias de cuidado em grupo da prole, e reforçam o forte vínculo social das mães com o agrupamento em BP. Em outras espécies de mamíferos, como orcas (*Orcinus orca*), cachalotes (*Physeter macrocephalus*) e elefantes (*Loxodonta africana*), foi relatado que o comportamento cooperativo e altruísta facilita a formação de laços para toda a vida (Gowans et al., 2007). Essa estratégia comportamental cooperativa de cuidado a prole, é comum em diferentes espécies e pode estar relacionada a diversos fatores que incluem compensações entre a proteção e variáveis que envolvem algum tipo de ameaça aos indivíduos, como predação, interações agonísticas de machos, e, competição por alimento (Solomon e French, 1997; Brown, 2014; Goldenberg; Wittemyer, 2018; Rendell et al., 2019; Martin et al., 2020; Wells et al., 2020; Castro et al., 2024).

Sabe-se que as atividades antropogênicas representam potenciais ameaças aos cetáceos, os quais aumentam a coesão na presença de embarcações, e podem influenciar no comportamento e estrutura de grupo dos animais (Bejder et al., 1999; Nowacek et al., 2001; Mattson et al., 2005; Bejder et al., 2006). Considerando que BP é uma área com maior frequência de atividades antropogênicas (*Figura 8*) e está sujeita a múltiplos estressores (ZEE-PR, 2016; MPTPA, 2018; Miura e Noernberg, 2020), essa dinâmica social sugere uma adaptação comportamental diante desse contexto, a qual pode estar associada ao fornecimento de maior proteção aos filhotes e de todos os indivíduos do grupo (Gowans et al., 2007; Lunardi & Ferreira, 2014; Liu et al., 2021). Contudo, garantir a segurança dos filhotes sob essas condições também pode exigir um alto custo energético materno, portanto, a cooperação em grupo pode ser uma estratégia benéfica para as mães e para a sobrevivência dos filhotes nesse contexto (Socias-Martínez e Kappeler, 2019; Martin et al., 2020).

As características físicas e geomorfológicas da Baía de Paranaguá (Lana et al., 2001; Noernberg et al., 2006), contribuem para o aumento da turbidez e nutrientes nessa região, contribuindo com a produtividade, e, conseqüentemente a abundância da ictiofauna (Passos et

al., 2012; Possatto et al., 2016; Cabral et al., 2019). Estas condições favorecem na quantidade de presas disponíveis no ambiente para a população de botos-cinza, influenciando a ocorrência desses animais em uma área com alta influência antrópica (Moura et al., 2023). Além disso, os substratos rochosos e as estruturas portuárias, contribuem para o sucesso na captura de alimento pelos botos, pois essas características podem servir como barreiras físicas, para onde os indivíduos arrebanham as presas (Domit, 2010), assim como ocorre em regiões de áreas mais rasas como praias e manguezais (Santos, 2010; Pierry et al., 2024). Essas características podem favorecer as associações em grupo para o cuidado dos filhotes, já que as potenciais barreiras físicas e a maior disponibilidade de presas diminui a competição intraespecífica por alimento, e favorece as estratégias em grupo de alimentação, proporcionando as associações de famílias, contexto em que mães conseguem conciliar o cuidado da prole com a alimentação (Ball et al., 2017; Teixeira et al., 2018; Castro et al., 2024).

Em BP, os filhotes também foram observados agregados no centro do agrupamento, onde os adultos formavam uma barreira física ao redor da agregação de filhotes, garantindo a segurança destes durante as estratégias de alimentação. Ainda, durante os comportamentos de alimentação intercalados com cuidado, os filhotes eram mantidos sozinhos ou com outros infantes, próximo ao costado dos navios atracados no porto, mantendo uma média coesão entre o agrupamento de adultos e o/os filhote(s). Em conjunto, estas estratégias comportamentais permitem manter os filhotes em uma área delimitada, reduzindo a exposição aos riscos e, ao mesmo tempo que facilita a supervisão por parte dos adultos, proporcionando que outros adultos além da mãe, possam auxiliar nesse processo. Sendo assim, em uma área sujeita a diversos estressores, a utilização dos navios como barreira pode apresentar vantagens e ser consideradas potenciais barreiras físicas para auxiliar, além do arrebanhamento de presas, no cuidado dos filhotes durante as estratégias de alimentação dos adultos. Essa barreira permite manter os filhotes em um espaço determinado, sem correrem o risco de encalhes, como em áreas mais rasas ou com declives (Domit, 2010), já que nessa área também foi observado menor variação de profundidade (*Figura 10*), além de garantir a redução do risco de predação e/ou interações agonísticas contra os filhotes (Agrel et al., 1998; Otali e Gilchrist, 2006; Nery e Simão, 2009; Castro et al., 2024).

Nesta região, estudos anteriores registraram a redução na taxa de emissão de assobios e sons sociais dos animais, possivelmente associado ao aumento de ruídos antropogênicos nessa área (Marcondes, 2021). A diminuição na comunicação social desses animais pode afetar a capacidade dos adultos de cuidar dos infantes, pois em população de golfinhos-nariz-de-garrafa (*Tursiops truncatus*) foi documentado o uso de padrões de assobios durante os períodos de separação entre mãe-filhote, como mecanismos de amortecimento ao estresse, tendo um aumento com a distância de separação e durante o reencontro (Smolker et al., 1993). Portanto, as estratégias

envolvendo cuidado cooperativo e comportamento de manter os filhotes em uma área delimitada observados em BP, podem ser utilizadas na tentativa de reduzir os impactos sobre a sobrevivência dos filhotes e aptidão materna no cuidado e alimentação nesse contexto, de modo a compensar a falta desses mecanismos de amortecimento ao estresse.

Outras evidências que corroboram as diferentes estratégias observadas em BP e BL são os cuidados longitudinais e transversais registrados (*Figura 6*). O cuidado longitudinal total (CLT) mais frequente em BL em ambas as fases do desenvolvimento, pode estar relacionado com a estratégia de cuidado mais individual materno nessa área. Esse tipo de cuidado (CLT) consiste no posicionamento do adulto à frente da prole, sem apresentar posicionamento em relação a atividade antrópica. Esse posicionamento proporciona benefícios hidrodinâmicos para o filhote, aumentando o seu desempenho de natação (Weihs, 2004; Noren e al., 2008b; Noren e Edwards, 2011; Shoele e Zhung, 2015), o que pode favorecer no deslocamento para que a díade possa se afastar da possível ameaça. Já com relação ao cuidado transversal total (CTT), este foi semelhante entre as baías quando registrado em infantes, em contrapartida, na presença de neonatos, este tipo de posicionamento foi mais frequente em BP. Este resultado pode estar fortemente relacionado a alta frequência de atividades antropogênicas nessa área, já que consiste no posicionamento do adulto entre a atividade e a prole, criando uma barreira para proteger o filhote da possível ameaça. Em áreas sujeitas a diversos estressores, a exigência de cuidado materno é mais intensa, principalmente quanto a neonatos, devido à limitada capacidade de natação nesta fase de desenvolvimento (Noren et al., 2002; Noren et al., 2006). A semelhança deste cuidado em infantes entre as baías, pode estar associada a estratégia de cuidado em grupo em BP, a qual favorece a proteção dos filhotes sob essas condições, reduzindo a demanda do cuidado exclusivamente materno nessa fase de desenvolvimento (infantes).

Isso pode ser reforçado, pelos resultados obtidos de cuidado total (CT) e a ausência de cuidado (AC) entre as baías. Foi notável que em infantes a frequência de CT e AC tiveram uma tendência em serem mais frequentes em BP (*Figura 6*). O CT foi predominante em neonatos, e teve uma tendência em ser mais frequente em BP, tanto em neonatos como em infantes. Essa tendência pode estar relacionada a maior frequência de atividades antrópicas nessa área, já que consiste no posicionamento tanto longitudinal quanto transversal dos adultos em relação a prole, fornecendo maior proteção aos filhotes. Este posicionamento, favorece o desempenho de natação dos filhotes (Noren e al., 2008b), além de formar uma barreira entre a prole e a ameaça, reduzindo as chances de impactos à prole (Tardin et al., 2013). No entanto, embora o cuidado transversal (que ocorrem tanto no CTT como no CT) aumente a probabilidade de sobrevivência da prole, este diminui as chances de sobrevivência dos adultos, como custo associado a esta forma de cuidado, já que esse posicionamento pode aumentar a taxa de colisões entre os adultos e embarcações (Tardin et al.,

2013). A tendência da frequência de AC em infantes, pode estar relacionada tanto a estratégia de cuidado em grupo, como a estratégia de utilização dos navios para manter os filhotes em um espaço determinado, pois ambas permitem o afastamento da prole por parte dos adultos e que os filhotes se comportem com mais liberdade. Já a tendência de AC em neonatos ser mais frequente em BL, pode estar associada às frequências mais baixas de atividades antropogênicas nessa área, o que fornece maior segurança para que os adultos se posicionem de tal maneira.

Os padrões comportamentais de brincadeira dos filhotes observados sugerem que as estratégias de cuidado da prole e o contexto social e ambiental em que se encontram, podem ter influência sobre o seu desenvolvimento. O repertório comportamental de neonatos foi mais diverso em BP, envolvendo seis tipos de eventos comportamentais (salto, batidas de partes do corpo, interação entre filhote e adulto, surf, exposição corpórea e rodopio), enquanto em BL envolveram apenas três (salto, batidas de partes do corpo e interações entre filhote e adulto). As associações relacionadas ao cuidado cooperativo da prole podem implicar no desenvolvimento de diferentes habilidades em neonatos. Esses registros podem estar associados a tendência de díades adulto-neonatos em formações de creches serem observadas com mais frequência em BP, pois as interações sociais proporcionadas pelas creches, podem favorecer a aprendizagem social e o desenvolvimento de diferentes comportamentos de brincadeiras em neonatos. Os primeiros meses de vida são considerados cruciais na vida de um animal, por ser durante este período que a base do comportamento do indivíduo é moldada (Krasnova et al., 2009). Embora nessa fase os filhotes de delfínídeos sejam observados quase exclusivamente em nados sincronizados ou natação escalonada muito próximos a sua genitora (Mann e Smuts, 1999; Noren e Edwards, 2007; Rautenberg e Monteiro-Filho, 2008), os comportamentos observados em BP podem ser facilitados pelas agregações de filhotes, as quais proporcionam aos neonatos oportunidades de interações, que podem levá-los a desenvolver habilidades por meio da imitação de comportamentos observados em outros indivíduos, ou mesmo pelo estímulo dos outros (Whiten et al., 2009).

Embora a imitação tenha sido pouco documentada em cetáceos (Richards et al., 1984; Herman, 2002; Zamorano-Abramson et al., 2023), em muitas espécies de vida social, os indivíduos apresentam uma forte tendência a copiar espontaneamente as ações realizadas por outros membros do grupo (Buttelmann et al., 2013; Meltzoff e Williamson, 2013; Fuhrmann et al., 2014; Nagasaka et al., 2013; Zentall, 2022). Estudos em primatas humanos e não humanos, demonstram que a capacidade na infância de associações de ação-efeito por meio da observação, implica na imitação posterior de ações observadas, podendo formar a base neurocognitiva da capacidade para aprendizagem social (Whiten et al., 2009; Meltzoff e Williamson, 2013; Paulus et al., 2013; Paulus, 2014). Ainda, em algumas espécies de primatas as capacidades culturais dependem da imitação e os processos de aprendizagem incluem a emulação, a qual implica em aprender apenas sobre os

resultados das ações de outros indivíduos (Whiten et al., 2009). Além disso, estudos demonstram que as associações em creches podem favorecer o desenvolvimento infantil motor, social e cognitivo (Schuetze et al., 1999).

Contudo, embora o repertório comportamental mais diverso pareça ser um benefício para o desenvolvimento dos neonatos, isso pode estar associado a necessidade de desenvolvimento precoce de diferentes habilidades motoras e sociais, para aumentar as chances de sobrevivência em uma área sujeita a diversas ameaças, em que o cuidado materno pode estar comprometido. Alguns estudos com humanos relatam sobre os efeitos negativos da experiência precoce na creche no desenvolvimento infantil e o cuidado não maternal no primeiro ano de vida, podendo estar associada ao apego inseguro durante a infância, o qual pode implicar em consequências a longo prazo (Belsky, 1988; Thompson, 1988). Estudos com primatas não humanos e golfinhos-nariz-de-garrafa (*Tursiops truncatus*) relatam sobre a importância do cuidado materno no desenvolvimento dos filhotes (Rosenblum e Andrews, 1994; Noren et al., 2008b), no entanto quando as mães não são capazes de manter os mecanismos eficazes de proteção e amortecimento de stress, os filhotes podem apresentar distúrbios no neurodesenvolvimento podendo se perpetuar ao longo da vida (Rosenblum e Andrews, 1994). É importante ressaltar que as interações sociais com outros indivíduos possuem uma grande importância durante a infância no desenvolvimento e aprendizagem social dos filhotes de mamíferos. No entanto, se comparar a humanos, quanto maior a idade de ingresso em creches, melhor o escore de desenvolvimento infantil (Batista e Brentani, 2023). Estes efeitos são discutidos em sua maioria para primatas humanos e não humanos, contudo os comportamentos observados na população de boto-cinza no CEP/PR trazem indícios que devem ser considerados em avaliações futuras, para testar e avaliar a possibilidade destes efeitos também afetarem as relações e desenvolvimento sociais para estes pequenos cetáceos.

Ao avaliar o repertório comportamental em infantes, embora tenha sido registrados todos os eventos comportamentais de brincadeira em ambas as baías, comportamentos de exposição corporal, *play snacking* e interceptação do filhote no adulto, foram mais frequentes em BP, enquanto todos os outros eventos de brincadeira foram mais frequentes em BL. A única exceção foi para o surf, que ocorreu apenas em BP e pode estar associado a maior frequência de fluxo de embarcações nessa área pois os animais utilizam o movimento das ondas geradas pelas embarcações para a prática deste comportamento (Spinelli e al., 2002; Domit, 2006; Nascimento, 2006). Sendo assim, fica evidente que em BL os comportamentos são menos diversos na fase de desenvolvimento mais nova, e ao avançar na fase de desenvolvimento, comportamentos mais diversos são mais frequentes nesta área, os quais envolvem desde comportamentos motores até de interações sociais. Já em BP, é notável que o repertório comportamental em neonatos é mais diverso, no entanto, à medida que avança no desenvolvimento, as frequências são maiores em

comportamentos mais restritos a favorecer a alimentação, tal como a prática de comportamentos de forrageio. Esses resultados podem indicar uma variação no padrão comportamental entre as áreas, sugerindo uma adaptação ao contexto social e ambiental, tanto natural como de interferência antrópica, em que se encontram os animais.

Uma área que está mais suscetível a diversos estressores, pode exigir a necessidade do amadurecimento precoce dos filhotes, para que estes aumentem as chances de sobrevivência neste contexto ambiental. A maior frequência de *play snacking* nessas áreas, pode estar associada a necessidade de aprendizagem rápida para participar das estratégias de alimentação com os adultos e aumentar as chances de sobrevivência nessas condições. Estudos com primatas relatam que ambientes mais escassos ou que sujeitam os indivíduos ao enfrentamento de maiores estresses, podem resultar em um desmame precoce e em uma rejeição dos filhotes, devido ao alto custo energético materno para equilibrar as exigências de cuidado e lactação da prole com as exigências da sua sobrevivência individual imediata e dos seus descendentes (Rosenblum e Andrews, 1994; Altmann, 2001; Rosenblum, 2013). A rejeição materna pode ser um estressor energético e/ou psicossocial para a prole (Madalaywala et al., 2014). Estudos anteriores em primatas mostraram que a exposição a diferentes taxas de rejeição materna no início da vida pode resultar em alterações de longo prazo no sistema serotoninérgico e neuroendócrino do filhote e, consequentemente, na reatividade comportamental ao estresse e ao ambiente mais tarde na vida (Maestripieri et al., 2006; Maestripieri et al., 2009; Sanchez et al., 2010). Além disso, em uma espécie de primatas, *Macaca fuscata*, foi relatado que a rejeição materna leva a uma independência maior e precoce dos filhotes (Bardi e Huffman, 2002). No estudo de Bardi e Huffmann (2002), os autores relatam que a rejeição materna demonstra ter efeitos duradouros na interação dos filhotes com outros membros do grupo. Embora não haja evidência de rejeição materna no presente estudo, os padrões comportamentais observados podem indicar um desenvolvimento precoce de independência dos infantes em resposta ao contexto social e ambiental encontrado em BP e, portanto, faz-se necessário avaliações futuras para o avanço na compreensão de efeitos e danos das alterações antrópicas na população local de botos-cinza, em diferentes escalas de tempo.

A prática de forrageamento é um comportamento que exige diferentes habilidades motoras, sociais e cognitivas, portanto a alta frequência de eventos de exposição corporal e a interceptação dos infantes aos adultos em BP, podem estar associados a esse desenvolvimento. Assim como também podem estar associados às tentativas de captura de presa enquanto os adultos estão engajados no arrebanhamento. Além disso, a utilização de navios como barreira física para arrebanhamento por parte os adultos, pode facilitar a prática de forrageio para os infantes, visto que os adultos arrebanham os cardumes em direção aos navios, onde os filhotes foram observados sozinhos, disponibilizando oportunidades de tentativas de captura de presas e exibição desse

comportamento. Esses eventos já foram descritos como comportamentos de brincadeira locomotora e promovem o desenvolvimento de ações coordenadas que são necessárias na atividade de forrageio (Spinelli et al., 2002). A brincadeira como forma de treinamento para o comportamento predatório, também já foi descrita em roedores carnívoros (Pellis et al., 2000). Em cetáceos, essa atividade tem caráter especializado, e registros de imaturos envolvendo-se em atividades que lembram o forrageio de adultos ou técnicas específicas de forrageio, sem resultar na apreensão de presas, já foi descrito em boto-cinza nessa e em outras regiões (Spinelli et al., 2002; Gondim, 2006; Domit, 2010), em golfinhos nariz-de-garrafa (Mann e Smuts, 1999) e em orcas (Guinet, 1991; Guint e Bouvier, 1995). Os movimentos complexos que esse comportamento envolve pode justificar a diversificação de comportamentos observados em neonato em BP, os quais favorecem o desenvolvimento de habilidades motoras e cognitivas durante essa fase, proporcionando capacidade de realizar essas atividades na fase mais velha. Além disso, este comportamento também pode estar relacionado ao desenvolvimento sócio-cognitivo associado ao cuidado cooperativo (Burkart e Van Schaik, 2010).

Em contrapartida, em BL, as maiores frequências de outros eventos, envolvem brincadeiras locomotoras e sociais, as quais podem estar associadas ao contexto social e ambiental mais seguro. O forte vínculo entre mãe e filhotes, indicados pelas estratégias de cuidado individual observadas nessa área, pode favorecer o desenvolvimento normal e saudável dos filhotes. Quando mais novos, os comportamentos se restringiram apenas ao necessário para desenvolver habilidades motoras e sociais (salto, batidas de partes do corpo e interação entre o filhote e o adulto), para que na fase mais avançada, seja capaz de desenvolver mais comportamentos lúdicos, exploratórios e sociais sem prejudicar seu desenvolvimento a longo prazo e sem precisar gastar mais energia em comportamentos que visem apenas suprir as exigências individuais imediatas. Isso pode trazer benefícios a longo prazo, já que os filhotes nessas condições, conseguem desenvolver diferentes habilidades, proporcionando a capacidade de exercer diferentes estratégias comportamentais e estar preparado para enfrentar diferentes situações e solucionar problemas. Em um ambiente relativamente estável, com menor exposição a diferentes estressores, as fêmeas com filhotes, conseguem preservar uma relação de apego estável, o que permite um desenvolvimento normal da prole (Rosenblum e Andrews, 1994). Estudo com boto-cinza na Praia da Pipa, Rio Grande do Norte, documentou que durante a ocorrência dos comportamentos de brincadeiras dos filhotes, os adultos estavam sempre presentes, sugerindo que para que a brincadeira ocorra, é necessário ambientes seguros, neste caso, garantidos pela proteção natural da enseada e pela presença de adultos fornecendo vigilância e proteção (Spinelli et al., 2002).

Embora essas diferenças chamem atenção para possíveis variações comportamentais entre as baías, vale ressaltar que ainda são necessárias análises estatísticas mais robustas para avaliar

a significância dessas diferenças e a viabilidade da utilização desses comportamentos como *proxy* para avaliação de impactos antropogênicos. Contudo, os dados obtidos trazem um leque de informações valiosas para o entendimento sobre a ecologia comportamental e populacional dessa espécie e os potenciais impactos das alterações antrópicas nesses ambientes e na dinâmica das populações. Ainda, o estudo mostra que a complexidade dos comportamentos não depende apenas de fatores isolados, mas da interação entre diversos fatores e como estes agem de forma sinérgica. Entre esses fatores, podemos citar as próprias interações sociais entre os indivíduos, as características físicas do ambiente, a disponibilidade de recursos alimentares, a fase de desenvolvimento dos filhotes, e, a exposição às atividades antropogênicas. Sendo este último um impulsionador para as respostas comportamentais imediatas desses animais.

A escolha das estratégias de cuidado pode refletir uma adaptação para otimizar o sucesso reprodutivo e o desenvolvimento dos filhotes. No entanto, as adaptações comportamentais em ambientes com intensa atividade antrópica, sujeita aos efeitos dos impactos cumulativos, podem induzir a independência precoce dos filhotes e prejudicar o desenvolvimento da prole, com consequências de longo prazo. Estudos complementares serão importantes, mas é importante observar o potencial de monitoramento das alterações encontradas nas estratégias de cuidado dos filhotes para serem utilizadas e consideradas como indicadoras para avaliação de respostas de curto prazo aos impactos antropogênicos locais. Além disso, este estudo fornece informações importantes para a compreensão da ecologia populacional, estrutura social e o uso da área pela espécie, além de somar esforços para estabelecer parâmetros de monitoramento quanto a saúde e riscos à diferentes ameaças à população local de botos-cinza. Em conjunto com trabalhos anteriores (Moura et al., 2021, Silva, 2021; Soares et al., 2022; Moura et al., 2023; Silva et al., 2023) este estudo também apoia avaliações e planejamentos de ações regionais de conservação, incluindo a gestão das unidades de conservação, assim como aporta conhecimento para o avanço de ações nacionais e iniciativas internacionais para proteger as espécies (Domit et al., 2021).

2.6. Referências

- Agrell, J., Wolff, J. O., & Ylönen, H. (1998). Counter-strategies to infanticide in mammals: costs and consequences. *Oikos*, 507-517.
- Altmann, J. (1974). Observational study of behavior: sampling methods. *Behaviour*, v. 49, n. 3-4, p. 227-266.
- Ananias, S. M. A. (2006). Fidelidade à área e padrão de associação em *Sotalia guianensis* baseado na técnica de foto-identificação. Dissertação de Mestrado, Universidade Federal do Rio Grande do Norte, Natal.
- Anderson, D. R., Burnham, K. P., & White, G. C. (1994). AIC model selection in overdispersed capture-recapture data. *Ecology*, 75(6), 1780-1793.
- Archie, E. A., Tung, J., Clark, M., Altmann, J., & Alberts, S. C. (2014). Social affiliation matters: both same-sex and opposite-sex relationships predict survival in wild female baboons. *Proceedings of the Royal Society B: Biological Sciences*, 281(1793), 20141261.
- Armansin, N. C., Stow, A. J., Cantor, M., Leu, S. T., Klarevas-Irby, J. A., Chariton, A. A., & Farine, D. R. (2020). Social barriers in ecological landscapes: the social resistance hypothesis. *Trends in Ecology & Evolution*, 35(2), 137-148.
- Augusto, J. F.; Frasier, T. R.; Whitehead, H. 2017. Characterizing alloparental care in the pilot whale (*Globicephala melas*) population that summers off Cape Breton, Nova Scotia, Canada. *Marine Mammal Science*, v. 33, n. 2, p. 440-456.
- Aureli, F., Schaffner, C. M., Boesch, C., Bearder, S. K., Call, J., Chapman, C. A., ... & Schaik, C. P. V. (2008). Fission-fusion dynamics: new research frameworks. *Current Anthropology*, 49(4), 627-654.
- Azevedo, A. F., Oliveira, A. M., Viana, S. C., & Van Sluys, M. (2007). Habitat use by marine tucuxis (*Sotalia guianensis*) (Cetacea: Delphinidae) in Guanabara Bay, south-eastern Brazil. *Journal of the Marine Biological Association of the United Kingdom*, 87(1), 201-205.
- Azevedo, A. F., Viana, S. C., Oliveira, A. M., & Van Sluys, M. (2005). Group characteristics of marine tucuxis (*Sotalia fluviatilis*) (Cetacea: Delphinidae) in Guanabara Bay, south-eastern Brazil. *Journal of the Marine Biological Association of the United Kingdom*, 85(1), 209-212.
- Ball, L., Shreves, K., Pilot, M., & Moura, A. E. (2017). Temporal and geographic patterns of kinship structure in common dolphins (*Delphinus delphis*) suggest site fidelity and female-biased long-distance dispersal. *Behavioral Ecology and Sociobiology*, 71, 1-12.
- Bardi, M., & Huffman, M. A. (2002). Effects of maternal style on infant behavior in Japanese macaques (*Macaca fuscata*). *Developmental Psychobiology: The Journal of the International Society for Developmental Psychobiology*, 41(4), 364-372.
- Barreto, J., Cajaíba, L., Teixeira, J. B., Nascimento, L., Giacomo, A., Barcelos, N., ... & Martins, A. (2021). Drone-Monitoring: Improving the Detectability of Threatened Marine Megafauna. *Drones*, 5(1), 14.
- Bednarik, P., Feh, K., & Semmann, D. (2014). Costs for switching partners reduce network dynamics but not cooperative behaviour. *Proceedings of the Royal Society B: Biological Sciences*, 281(1792), 20141661.
- Berger-Tal, O. et al. (2011). Integrating animal behavior and conservation biology: a conceptual framework. *Behavioral Ecology*, v. 22, n. 2, p. 236-239.
- Bejder, L., Samuels, A., Whitehead, H., & Gales, N. (2006). Interpreting short-term behavioural responses to disturbance within a longitudinal perspective. *Animal behaviour*, 72(5), 1149-1158.
- Boesch, C. et al. 1994. Is nut cracking in wild chimpanzees a cultural behaviour?. *Journal of Human Evolution*, v. 26, n. 4, p. 325-338.
- Branstetter, B. K.; Finneran, J. J. (2008). Comodulation masking release in bottlenose dolphins (*Tursiops truncatus*). *The Journal of the Acoustical Society of America*, v. 124, n. 1, p. 625-633.
- Buckland, S. T., Anderson, D. R., Burnham, K. P., Laake, J. L., Borchers, D. L., & Thomas, L. (2001). *Introduction to distance sampling: estimating abundance of biological populations*. Oxford university press.
- Burnham KP, Anderson DR (2002) Model selection and multimodel inference: a practical information-theoretic approach. Springer, New York.
- Cantor, M., Simões-Lopes, P. C., & Daura-Jorge, F. G. (2018). Spatial consequences for dolphins specialized in foraging with fishermen. *Animal Behaviour*, 139, 19-27.

322 Cantor, M., Wedekin, L. L., Guimaraes, P. R., Daura-Jorge, F. G., Rossi-Santos, M. R., & Simoes-Lopes, P. C. (2012).
323 Disentangling social networks from spatiotemporal dynamics: the temporal structure of a dolphin society. *Animal*
324 *Behaviour*, 84(3), 641-651.

325 Carrera, M. L.; Favaro, E. G. P.; Souto, A. (2008). The response of marine tucuxis (*Sotalia fluviatilis*) towards tourist
326 boats involves avoidance behaviour and a reduction in foraging. *Animal Welfare*, v. 17, n. 2, p. 117-123.

327 Castro, J., Cid, A., Quirin, A., Matos, F. L., Rosa, R., & Pearson, H. C. (2024). Assessing the dynamics of common
328 dolphin (*Delphinus delphis*) mother-calf pairs along the south coast of Portugal using unmanned aerial vehicles. *Marine*
329 *Mammal Science*, e13115.

330 Clemmons, J. R.; Buchholz, R. (1997). (Ed.). Behavioral approaches to conservation in the wild. Cambridge University
331 Press.

332 Collaço, K. D. M. S. L. (2008). *Uso de habitat, orçamento temporal e influência da maré da geomorfologia do fundo*
333 *sobre o comportamento do boto Sotalia guianensis Van Bénédén, 1864 (Cetacea: Delphinidae) no Porto de Maceió-*
334 *Alagoas, Brasil* (Master's thesis, Universidade Federal do Rio Grande do Norte).

335 Costa, D. P., & Williams, T. M. (1999). Marine mammal energetics. *Biology of marine mammals*, 176, 217.

336 Cremer, M. J.; Pinheiro, P. C.; Simões-Lopes, P. C. (2012). Prey consumed by Guiana dolphin *Sotalia guianensis*
337 (Cetacea, Delphinidae) and franciscana dolphin *Pontoporia blainvillei* (Cetacea, Pontoporiidae) in an estuarine
338 environment in southern Brazil. *Iheringia. Série Zoologia*, v. 102, p. 131-137.

339 Daura-Jorge, F. G., Rossi-Santos, M. R., Wedekin, L. L., & Simões-Lopes, P. C. (2007). Behavioral patterns and
340 movement intensity of *Sotalia guianensis* (PJ van Bénédén) (Cetacea, Delphinidae) in two different areas on the
341 Brazilian coast. *Revista Brasileira de Zoologia*, 24, 265-270.

342 Daura-Jorge, F. G., Wedekin, L. L., Piacentini, V. D. Q., & Simões-Lopes, P. C. (2005). Seasonal and daily patterns of
343 group size, cohesion and activity of the estuarine dolphin, *Sotalia guianensis* (PJ van Bénédén) (Cetacea, Delphinidae),
344 in southern Brazil. *Revista Brasileira de Zoologia*, 22, 1014-1021.

345 DECEA. Portal Sistema de Aeronave Não Tripulada (Unmanned Aircraft Systems – UAS). DECEA - Departamento de
346 Controle do Espaço Aéreo. Disponível em: <https://www.decea.mil.br/drone/> Acesso em janeiro de 2022.

347 Deconto, L. S., & Monteiro-Filho, E. L. (2013). High initial and minimum frequencies of *Sotalia guianensis* whistles in the
348 southeast and south of Brazil. *The Journal of the Acoustical Society of America*, 134(5), 3899-3904.

349 Denardin, V. F., Loureiro, W., & Sulzbach, M. T. 2008. Distribuição de benefícios ecossistêmicos: o caso do ICMS
350 ecológico no litoral paranaense. *Redes. Revista do Desenvolvimento Regional*, 13(2), 184-198.

351 Domiciano, I. G., Domit, C., Marcondes, M. C., & Bracarense, A. P. F. R. L. (2012). Enfermidades e impactos antrópicos
352 em cetáceos no Brasil. *Clínica Veterinária*, 99, 100-110.

353 Domiciano, I. G., Domit, C., Broadhurst, M. K., Koch, M. S., & Bracarense, A. P. F. (2016). Assessing disease and
354 mortality among small cetaceans stranded at a world heritage site in southern Brazil. *PloS one*, 11(2), e0149295.

355 Domit, C. 2003. Comportamento de filhotes de *Sotalia guianensis* (CETACEA: DELPHINIDAE), no Complexo Estuarino
356 Lagunar de Cananéia, São Paulo. Monografia (Graduação em Ciências Biológicas), Universidade Estadual de Londrina,
357 86p.

358 Domit, C., Caballero, S., Miranda, A., Fruet, P., Torres-Florez, J. P., Cunha, H., ... & Andriolo, A. (2021). Report of the
359 *Sotalia guianensis* pre-assessment workshop: main results and status of the current knowledge. *J Cetacean Res Manag*
360 *(suppl.)*, 22, 333-378.

361 Domit, C. (2006). Comportamento de pesca do boto-cinza, *Sotalia guianensis* (van Bénédén, 1864). Dissertação
362 (Mestrado em Zoologia). Universidade Federal do Paraná, Curitiba.

363 Domit, C. (2010). Ecologia comportamental do Boto-Cinza, *Sotalia Guianensis* (Van Bénédén, 1864), no complexo
364 estuarino de Paranaguá, Estado do Paraná, Brasil.

365 Ellis, S., Franks, D. W., Natrass, S., Cant, M. A., Weiss, M. N., Giles, D., ... & Croft, D. P. (2017). Mortality risk and
366 social network position in resident killer whales: sex differences and the importance of resource abundance. *Proceedings*
367 *of the Royal Society B: Biological Sciences*, 284(1865), 20171313.

368 Elliser, C. R., & Herzing, D. L. (2014). Social structure of Atlantic spotted dolphins, *Stenella frontalis*, following
369 environmental disturbance and demographic changes. *Marine Mammal Science*, 30(1), 329-347.

370 Fairbanks LA (1990) Reciprocal benefits of allomothering for female vervet monkeys. *Anim Behav* 40:553–562.

Farine, D. R., Firth, J. A., Aplin, L. M., Crates, R. A., Culina, A., Garroway, C. J., ... & Sheldon, B. C. (2015). The role of social and ecological processes in structuring animal populations: a case study from automated tracking of wild birds. *Royal Society Open Science*, 2(4), 150057.

Filla, G. F., & Monteiro-Filho, E. L. A. (2009). Group structure of *Sotalia guianensis* in the bays on the coast of Paraná State, south of Brazil. *Journal of the Marine Biological Association of the United Kingdom*, 89(5), 985-993.

Flach, L., Flach, P. A., & Chiarello, A. G. (2008). Aspects of behavioral ecology of *Sotalia guianensis* in Sepetiba Bay, southeast Brazil. *Marine Mammal Science*, 24(3), 503-515.

Flores, P. A. C; Silva, V. M. F. 2009. Tucuxi and Guiana dolphin. In: Perrin WF, Wursig B, Thewissen JGM (eds) Encyclopedia of marine mammals. II. Academic Press, Burlington, pp 1188–1192.

Flores, P. A., Da Silva, V. M., & Fettuccia, D. D. C. 2018. Tucuxi and Guiana dolphins: *Sotalia fluviatilis* and *S. guianensis*. In *Encyclopedia of marine mammals* (pp. 1024-1027). Academic Press.

Ford, J. K., & Ellis, G. M. (2006). Selective foraging by fish-eating killer whales *Orcinus orca* in British Columbia. *Marine Ecology Progress Series*, 316, 185-199.

Forthofer, R. N., & Lee, E. S. (2014). *Introduction to Biostatistics: A Guide to Design, Analysis and Discovery*. London: United Kingdom, Academic Press. Elsevier.

Frère, C. H. et al. (2010). Social and genetic interactions drive fitness variation in a free-living dolphin population. *Proceedings of the National Academy of Sciences*, v. 107, n. 46, p. 19949-19954.

Geise, L., Gomes, N., & Cerqueira, R. (1999). Behaviour, habitat use and population size of *Sotalia fluviatilis* (Gervais, 1853) (Cetacea, Delphinidae) in the Cananéia estuary region, São Paulo, Brazil. *Revista Brasileira de Biologia*, 59, 183-194.

Gibson, Q. A., & Mann, J. (2008). Early social development in wild bottlenose dolphins: sex differences, individual variation and maternal influence. *Animal Behaviour*, 76(2), 375-387.

Goldenberg, S. Z., & Wittemyer, G. (2018). Orphaning and natal group dispersal are associated with social costs in female elephants. *Animal Behaviour*, 143, 1-8.

Gondim, M.A. (2006). Cuidado ao filhote do Boto-cinza, *Sotalia guianensis*, (Van Bénédén, 1864). Dissertação (Mestrado em Psicobiologia), Universidade Federal do Rio Grande do Norte, RN.

Gowans, S., Würsig, B., & Karczmarski, L. (2007). The social structure and strategies of delphinids: predictions based on an ecological framework. *Advances in marine biology*, 53, 195-294.

Grise, M. M. (2013). A estrutura da paisagem do mosaico de unidades de conservação do litoral norte do Paraná.

Herzing, D. L. Transmission mechanisms of social learning in dolphins: Underwater observations of freeranging dolphins in the Bahamas. *Autour de l'ethologie et de la cognition animale*, p. 185-194, 2005.

Hill, H. M., Dietrich, S., & Cappiello, B. (2017). Learning to play: A review and theoretical investigation of the developmental mechanisms and functions of cetacean play. *Learning & Behavior*, 45, 335-354.

Hoelzel, A. R. (1991). Killer whale predation on marine mammals at Punta Norte, Argentina; food sharing, provisioning and foraging strategy. *Behavioral Ecology and Sociobiology*, 29, 197-204.

ICMBIO/MMA (2019). Livro Vermelho da Fauna Brasileira Ameaçada de Extinção: Volume II – Mamíferos / -- 1. ed.- Brasília.

Izidoro, F. B.; Le Pendu, Y. (2012). Estuarine dolphins (*Sotalia guianensis*) (Van Bénédén, 1864) (Cetacea: Delphinidae) in Porto de Ilhéus, Brazil: group characterisation and response to ships. *NorthWestern Journal of Zoology*, v. 8, n. 2.

Karczmarski, L. (1999). Group dynamics of humpback dolphins (*Sousa chinensis*) in the Algoa Bay region, South Africa. *Journal of Zoology*, 249(3), 283-293.

Krebs, C. J. & N. B. Davies. 1996. Introdução à Ecologia comportamental. 2º edição. Ed. Atheneu. São Paulo.

Lamour, M. R., Angulo, R. J., Veiga, F. A., Zem, R. C., & Soares, C. R. 2005. Evolução batimétrica do complexo estuarino de Paranaguá. In *Congresso da Associação Brasileira de Estudos do Quaternário—ABEQUA* (Vol. 10).

Lamour, M. R. (2007). Morfodinâmica sedimentar da desembocadura do Complexo Estuarino de Paranaguá – PR. Tese de Doutorado, Universidade Federal do Paraná, Curitiba.

Lana, P. C., Marone, E., Lopes, R. M., Machado, E. C. 2001. The subtropical estuarine complex of Paranaguá Bay, Brazil. *Coastal marine ecosystems of Latin America*, Springer Berlin Heidelberg, 131-145.

419 Leão, D. T., Monteiro-Filho, E. L., & Silva, F. J. (2016). Acoustic parameters of sounds emitted by *Sotalia guianensis*:
420 dialects or acoustic plasticity. *Journal of Mammalogy*, 97(2), 611-618.

421 Lee, P.C. (1987) Allomothering among African elephants. *Anim Behav* 35:278–291.

422 Lehner, P. N. (1992). Sampling methods in behavior research. *Poultry science*, v. 71, n. 4, p. 643-649.

423 Lehner, P. N. (1996). Handbook of ethological methods. Cambridge University Press.

424 Lodi, L. (2003). Tamanho e composição de grupo dos botos-cinza, *Sotalia guianensis* (van Bénédén, 1864) (Cetacea,
425 Delphinidae), na baía de Paraty, Rio de Janeiro, Brasil.

426 Louzada, C. N., Maistro, A. P. D. S., & Monteiro-Filho, E. L. D. A. (2014). Play it again: the use of video records in
427 behavioural studies with small cetaceans. *acta ethologica*, 17(2), 113-117.

428 Lunarde, D. G. (2011). Comportamento social de botos-cinza, *Sotalia guianensis*, na praia de Pipa, RN, Brasil: dinâmica,
429 sequência, sincronia e respostas ao turismo de observação. Dissertação de Mestrado. Universidade Federal do Rio
430 Grande do Norte.

431 Lunardi, D. G., & Ferreira, R. G. (2014). Fission-fusion dynamics of Guiana dolphin (*Sotalia guianensis*) groups at Pipa
432 Bay, Rio Grande do Norte, Brazil. *Marine Mammal Science*, 30(4), 1401-1416.

433 Maciel, I., Belderrain, T., Alves, M. A. S., & Tardin, R. (2023). Stay here, but keep quiet: the effects of anthropogenic
434 noise on Guiana dolphins (*Sotalia guianensis*) in southeastern Brazil. *Marine Biology*, 170(12), 165.

435 Maestripieri, D., Higley, J. D., Lindell, S. G., Newman, T. K., McCormack, K. M., & Sanchez, M. M. (2006). Early maternal
436 rejection affects the development of monoaminergic systems and adult abusive parenting in rhesus macaques (*Macaca*
437 *mulatta*). *Behavioral neuroscience*, 120(5), 1017.

438 Maestripieri, D., Hoffman, C. L., Anderson, G. M., Carter, C. S., & Higley, J. D. (2009). Mother–infant interactions in free-
439 ranging rhesus macaques: relationships between physiological and behavioral variables. *Physiology & behavior*, 96(4-
440 5), 613-619.

441 Makuya, L., & Schradin, C. (2024). Costs and benefits of solitary living in mammals. *Journal of Zoology*.

442 Mann, J. (2000). Unraveling the dynamics of social life: long-term studies and observational methods. *Cetacean*
443 *societies: Field studies of dolphins and whales*, 45-64.

444 Mann, J. (2019). Maternal care and offspring development in odontocetes. *Ethology and behavioral ecology of*
445 *odontocetes*, 95-116.

446 Mann, J.; Sargeant, B. (2003). Like mother, like calf: the ontogeny of foraging traditions in wild Indian Ocean bottlenose
447 dolphins (*Tursiops* sp.). *The biology of traditions: Models and evidence*, p. 236-266.

448 Mann, J.; Sargeant, B.; Minor, M. 2007. Calf inspections of fish catches in bottlenose dolphins (*Tursiops* sp.):
449 opportunities for oblique social learning?. *Marine Mammal Science*, v. 23, n. 1, p. 197-202.

450 Mann, J., & Smuts, B. B. (1998). Natal attraction: allomaternal care and mother–infant separations in wild bottlenose
451 dolphins. *Animal Behaviour*, 55(5), 1097-1113.

452 Mann, J., & Watson-Capps, J. J. (2005). Surviving at sea: ecological and behavioural predictors of calf mortality in Indian
453 Ocean bottlenose dolphins, *Tursiops* sp. *Animal behaviour*, 69(4), 899-909.

454 Marcondes, D. S. Comportamento acústico de botos-cinza (*Sotalia guianensis*) em áreas portuária e de conservação
455 ambiental. Dissertação (Mestrado em Sistemas Costeiros Oceânicos) - Universidade Federal do Paraná, Pontal do
456 Paraná, p. 96, 2021.

457 Markowitz, T. M., Markowitz, W. J., & Morton, L. M. (2010). Mating habits of New Zealand dusky dolphins. In *The Dusky*
458 *Dolphin* (pp. 151-176). Academic Press.

459 Markowitz, T. M., Markowitz, W. J., Würsig, B., & Orbach, D. N. (2023). Sociosexual behavior of nocturnally foraging
460 dusky and spinner dolphins. In *Sex in Cetaceans: Morphology, Behavior, and the Evolution of Sexual Strategies* (pp.
461 307-325). Cham: Springer International Publishing.

462 Mattson, M. C., Thomas, J. A., & St Aubin, D. (2005). Effects of boat activity on the behavior of bottlenose dolphins
463 (*Tursiops truncatus*) in waters surrounding Hilton Head Island, South Carolina. *Aquatic Mammals*, 31(1), 133.

464 McBride, A. F., & Hebb, D. O. (1948). Behavior of the captive bottle-nose dolphin, *Tursiops truncatus*. *Journal of*
465 *Comparative and Physiological Psychology*, 41(2), 111.

466 McEntee, M. H., MacQueeney, M., Alvarado, D., & Mann, J. (2023). Infanticide and sexual conflict in cetaceans. In *Sex*
467 *in Cetaceans: Morphology, Behavior, and the Evolution of Sexual Strategies* (pp. 199-224). Cham: Springer International
468 Publishing.

469 Miller, L. J.; Solangi, M.; Kuczaj, S. A. (2008). Immediate response of Atlantic bottlenose dolphins to high-speed personal
470 watercraft in the Mississippi Sound. *Journal of the Marine Biological Association of the United Kingdom*, v. 88, n. 6, p.
471 1139-1143.

472 Monteiro-filho, E. L. A. 1991. Comportamento de caça e repertório do golfinho *Sotalia brasiliensis* (Cetacea:
473 Delphinidae) na região de Cananéia, Estado de São Paulo. Tese de doutorado. Instituto de Biociências. Universidade
474 Estadual de Campinas, Campinas.

475 Monteiro-Filho, E. L. A.; Neto, M. M. S.; Domit, C. 2008. Comportamento de infantes. *Biologia, Ecologia e Conservação*
476 *do Boto-cinza*, 1st edn. Páginas & Letras Editora e Gráfica, São Paulo, p. 127-137.

477 Moura, S. P., Cantor, M., Broadhurst, M. K., & Domit, C. (2021). Environmental and behavioral factors influencing
478 individual variation in spatial use by Guiana dolphins (*Sotalia guianensis*). *Journal of Mammalogy*, 102(4), 1009-1019.

479 Moura, S. P., Schulze, B., Broadhurst, M. K., Cantor, M., & Domit, C. (2023). Population parameters of Guiana dolphins
480 (*Sotalia guianensis*) in a southern Brazilian estuary. *Mammalian Biology*, 1-13.

481 Nascimento, L.F. 2006. Boto cinza (*Sotalia guianensis*, van Benédén, 1864) (Cetacea: Delphinidae): Atividade aérea,
482 forrageio e interações interespecíficas, na praia da Pipa (Tibau do Sul – RN) e estudo comparativo entre duas do
483 Nordeste do Brasil. Tese (Doutorado). Universidade Federal do Rio Grande do Norte. Natal.

484 Nery M, Simao S. Sexual coercion and aggression towards a newborn calf of marine tucuxi dolphins (*Sotalia guianensis*).
485 *Marine Mammal Science*. 2009 Apr;25(2):450.

486 Nicolson AN (1987) Infants, mothers, and others females. In: Smuts B, Cheney LD, Seyfarth MR, Wrangham WR (eds)
487 *Primate Societies*. The University of Chicago Press, Chicago, pp 332–342

488 Noren, S. R., Biedenbach, G., & Edwards, E. F. (2006). Ontogeny of swim performance and mechanics in bottlenose
489 dolphins (*Tursiops truncatus*). *Journal of Experimental Biology*, 209(23), 4724-4731.

490 Noren, S. R., Biedenbach, G., Redfern, J. V., & Edwards, E. F. (2008a). Hitching a ride: the formation locomotion strategy
491 of dolphin calves. *Functional Ecology*, 22(2), 278-283.

492 Noren, S. R. (2008b). Infant carrying behaviour in dolphins: costly parental care in an aquatic environment. *Functional*
493 *Ecology*, 22(2), 284-288.

494 Noren, S. R., & Edwards, E. F. (2011). Infant position in mother-calf dolphin pairs: formation locomotion with
495 hydrodynamic benefits. *Marine Ecology Progress Series*, 424, 229-236.

496 Noren, S. R., Lacave, G., Wells, R. S., & Williams, T. M. (2002). The development of blood oxygen stores in bottlenose
497 dolphins (*Tursiops truncatus*): implications for diving capacity. *Journal of Zoology*, 258(1), 105-113.

498 Nowacek, D. P. et al. (2007). Responses of cetaceans to anthropogenic noise. *Mammal Review*, v. 37, n. 2, p. 81-115.

499 Nowacek, D. P. (2002). Sequential foraging behaviour of bottlenose dolphins, *Tursiops truncatus*, in Sarasota Bay, FL.
500 *Behaviour*, v. 139, n. 9, p. 1125-1145.

501 Nowacek DP, Christiansen F, Bejder L, Goldbogen JA, Friedlaender AS. (2016). Studying cetacean behaviour: new
502 technological approaches and conservation applications. *Animal behaviour*. 120: 235-244.

503 Olesiuk, P. F., Bigg, M. A., & Ellis, G. M. (1990). Life history and population dynamics of resident killer whales (*Orcinus*
504 *orca*) in the coastal waters of British Columbia and Washington State. *Report of the International Whaling Commission*,
505 *Special*, 12, 209-243.

506 Oliveira, A. G. (2011). Ecologia comportamental de interações entre boto-cinza, *Sotalia guianensis* (van Béneden, 1864)
507 (Cetacea: Delphinidae) e embarcações no litoral Paranaense.

508 Otali, E., & Gilchrist, J. S. (2006). Why chimpanzee (*Pan troglodytes schweinfurthii*) mothers are less gregarious than
509 nonmothers and males: the infant safety hypothesis. *Behavioral Ecology and Sociobiology*, 59, 561-570.

510 Pais, F. S. et al. (2017). Anthropogenic noise and Guiana dolphins (*Sotalia guianensis*) in Brazil: ecological and
511 conservation concerns. *Advances in marine vertebrate research in Latin America*, p. 321-366.

512 Passos, A. C. D., Contente, R. F., Araujo, C. C. V. D., Daros, F. A. L. D. M., Spach, H. L., Abilhôa, V., & Fávaro, L. F.
513 (2012). Fishes of Paranaguá estuarine complex, south west Atlantic. *Biota Neotropica*, 12, 226-238.

514 Patterson, I. A. P., Reid, R. J., Wilson, B., Grellier, K., Ross, H. M., & Thompson, P. M. (1998). Evidence for infanticide
515 in bottlenose dolphins: an explanation for violent interactions with harbour porpoises?. *Proceedings of the Royal Society*
516 *of London. Series B: Biological Sciences*, 265(1402), 1167-1170.

517 Paulus, M. (2014). How and why do infants imitate? An ideomotor approach to social and imitative learning in infancy
518 (and beyond). *Psychonomic bulletin & review*, 21, 1139-1156.

519 Paulus, M., Hunnius, S., & Bekkering, H. (2013). Neurocognitive mechanisms underlying social learning in infancy:
520 infants' neural processing of the effects of others' actions. *Social Cognitive and Affective Neuroscience*, 8(7), 774-779.

521 Paz, O., Dal Pai, M. O., & Paula, E. (2020). Proposta metodológica para elaboração de base de dados geoespaciais
522 como subsídio a estudos ambientais: aplicação em unidades de conservação do litoral norte do Paraná. *Revista*
523 *Brasileira de Geografia Física*, 13(02), 613-629.

524 Pearson, H. C. (2009). Influences on dusky dolphin (*Lagenorhynchus obscurus*) fissão-fusão dinâmica em Admiralty
525 Bay, Nova Zelândia. *Behav Ecol Sociobiol* 63, 1437–1446.

526 Pereira, M. G.; Bazzalo, M.; Carvalho F., P. A. (2007). Reações comportamentais na superfície de *Sotalia guianensis*
527 (Cetacea, Delphinidae) durante encontros com embarcações na Baía Norte de Santa Catarina. *Revista Brasileira de*
528 *Zoociências*, v. 9, n. 2.

529 Perrin, William F.; Reilly, Stephen B. (1984). Reproductive parameters of dolphins and small whales of the family
530 Delphinidae. Report of the International Whaling Commission (Special Issue 6), p. 97-133.

531 Pierry, J. C., Morete, M. E., Monteiro-Filho, E. L., & Teixeira, C. R. (2024). Guiana dolphins use mangrove margins as
532 a natural barrier to chase fish prey. *Ethology*, 130(1), e13411.

533 Pirotta, E. et al. (2015). Quantifying the effect of boat disturbance on bottlenose dolphin foraging activity. *Biological*
534 *Conservation*, v. 181, p. 82-89.

535 PLANO DE AÇÃO NACIONAL PARA A CONSERVAÇÃO DE CETÁCEOS (PAN). (2019). Matriz de Planejamento –
536 Instituto Chico Mendes de Conservação da Biodiversidade. Disponível em:
537 <https://www.gov.br/icmbio/ptbr/assuntos/biodiversidade/pan/pan-cetaceos-marinheiros>. Acesso em: 7, jul., 2021.

538 Popper, A. N.; Hawkins, A. (2016). (Ed.). The effects of noise on aquatic life II. New York: Springer.

539 Possatto, F. E., Broadhurst, M. K., Gray, C. A., Spach, H. L., & Lamour, M. R. (2016). Spatiotemporal variation among
540 demersal ichthyofauna in a subtropical estuary bordering World Heritage-listed and marine protected areas: implications
541 for resource management. *Marine and Freshwater Research*, 68(4), 703-717.

542 Ramos, R. M. A.; Di Benedito, A. P. M. e Lima, N. R. W. (2000). Growth parameters of *Pontoporia blainvillei* and *Sotalia*
543 *fluviatilis* (Cetacea) in northern Rio de Janeiro, Brazil. *Aquatic Mammals*, 26: 65-75.

544 R Core Team (2023). *_R: A Language and Environment for Statistical Computing_*. R Foundation for Statistical
545 Computing, Vienna, Austria. <<https://www.R-project.org/>>.

546 Rautenberg, M. (1999). Cuidados Parentais de *Sotalia fluviatilis guianensis* (Cetacea: Delphinidae), na região do
547 complexo estuarino lagunar Cananéia- Paranaguá. Dissertação (Mestrado). Universidade Federal do Paraná. Curitiba
548 PR, Brasil.

549 Rautenberg, M.; Monteiro-Filho, E. L. A.; Monteiro, K. D. A. (2008). Cuidado parental. *Biologia, ecologia e conservação*
550 *do Boto-cinza*.

551 Rendell, L., Cantor, M., Gero, S., Whitehead, H., & Mann, J. (2019). Causes and consequences of female centrality in
552 cetacean societies. *Philosophical Transactions of the Royal Society B*, 374(1780), 20180066.

553 Rosas, F. C. W., & Monteiro-Filho, E. L. (2002). Reproduction of the estuarine dolphin (*Sotalia guianensis*) on the coast
554 of Paraná, southern Brazil. *Journal of Mammalogy*, 83(2), 507-515.

555 Rosas, F. C. W.; Barreto, A. S. e Monteiro-Filho, E. L. A. (2003). Age and growth of the estuarine dolphin (*Sotalia*
556 *guianensis*) (Cetacea, Delphinidae) on the Paraná coast, southern Brzil. *Fishery Bulletin*, 101: 377-383.

557 Rosenblum, L. A., & Andrews, M. W. (1994). Influences of environmental demand on maternal behavior and infant
558 development. *Acta Paediatrica*, 83, 57-63.

559 Ross, C. (2001). Park or ride? Evolution of infant carrying in primates. *International Journal of Primatology*, 22, 749-771.

560 Rossi-Santos, M. R.; Oliveira, G. (2016). Combining cetacean soundscape ecology and niche modeling to contribute in
561 the mapping of the Brazilian Continental Shelf. In: *Seafloor Mapping along Continental Shelves*. Springer, Cham. p. 141-
562 166.

563 Rossi-Santos, M. R., Wedekin, L. L., & Monteiro-Filho, E. L. (2007). Residence and site fidelity of *Sotalia guianensis* in
564 the Caravelas River Estuary, eastern Brazil. *Journal of the Marine Biological Association of the United Kingdom*, 87(1),
565 207-212.

566 Royle, N. J.; Alonzo, S. H.; Moore, A. J. (2016). Co-evolution, conflict and complexity: what have we learned about the
567 evolution of parental care behaviours?. *Current opinion in behavioral sciences*, v. 12, p. 3036.

568 Santos-Jr, É. et al. (2006). Comportamento do boto-cinza, *Sotalia guianensis* (Van Bénédén)(Cetacea, Delphinidae) na
569 presença de barcos de turismo na Praia de Pipa, Rio Grande do Norte, Brasil. *Revista Brasileira de Zoologia*, v. 23, p.
570 661-666.

571 Santos, M. C. D. O. (2010). Guiana dolphins (*Sotalia guianensis*) displaying beach hunting behavior in the Cananéia
572 estuary, Brazil: social context and conservation issues. *Brazilian Journal of oceanography*, 58, 143-152.

573 Santos, M. C. O., S. Rosso, S. Siciliano, A. Zerbini, E. Zampiroli, A. Vicente, F. Alvarenga. (2000). Behavioral
574 observations of the marine tucuxi dolphin (*Sotalia fluviatilis*) in São Paulo estuarine waters, southeastern Brazil. *Aquatic*
575 *Mammals* 26:260–267.

576 Santos, M. C. O.; Rosso, S. e Ramos, R. M. A. (2003). Age estimation of marine tucuxi dolphins (*Sotalia fluviatilis*) in
577 South-eastern Brazil. *Journal of the Marine Biological association of the United Kingdom*, 83: 233-236.

578 Santos, M. D. O., Oshima, J. E. F., Pacífico, E. S., & Silva, E. (2010). Group size and composition of Guiana dolphins
579 (*Sotalia guianensis*) (van Béneden, 1864) in the Paranaguá estuarine complex, Brazil. *Brazilian Journal of Biology*, 70,
580 111-120.

581 Santos, M. S.; Schiavetti, A.; Alvarez, M. R. (2013). Surface patterns of *Sotalia guianensis* (Cetacea: Delphinidae) in
582 the presence of boats in Port of Malhado, Ilhéus, Bahia, Brazil. *Latin American Journal of Aquatic Research*, v. 41, n. 1,
583 p. 80-88.

584 Sargeant, B. L.; Mann, J. (2009). Developmental evidence for foraging traditions in wild bottlenose dolphins. *Animal*
585 *Behaviour*, v. 78, n. 3, p. 715-721.

586 Scheidat, M. et al. (2004). Behavioural responses of humpback whales (*Megaptera novaeangliae*) to whalewatching
587 boats near Isla de la Plata, Machalilla National Park, Ecuador. *Journal of Cetacean Research and Management*, v. 6, n.
588 1, p. 63-68.

589 Schradin, C., & Anzenberger, G. (2001). Costs of infant carrying in common marmosets, *Callithrix jacchus*: an
590 experimental analysis. *Animal Behaviour*, 62(2), 289-295.

591 Schuetze, P., Lewis, A., & DiMartino, D. (1999). Relation between time spent in daycare and exploratory behaviors in
592 9-month-old infants. *Infant Behavior and Development*, 22(2), 267-276.

593 Schulte, A. B. (2000) Social structure and helping behavior in captive elephants. *Zoo Biol* 19:447–459.

594 Shane, S. H., Wells, R. S., & Würsig, B. (1986). Ecology, behavior and social organization of the bottlenose dolphin: a
595 review. *Marine Mammal Science*, 2(1), 34-63.

596 Shoele, K., & Zhu, Q. (2015). Drafting mechanisms between a dolphin mother and calf. *Journal of Theoretical*
597 *Biology*, 382, 363-377.

598 Silber, G. K., & Fertl, D. (1995). Intentional beaching by bottlenose dolphins (*Tursiops truncatus*) in the Colorado River
599 Delta, Mexico. *Aquatic Mammals*, 21, 183-186.

600 Silva, A. Z. (2021). Uso do espaço marinho por atividades antropogênicas no litoral paranaense: implicações para a
601 conservação da megafauna marinha. (Tese: doutorado). Universidade Federal do Paraná. Paraná, Brasil.

602 Silva, A. Z., Bornatowski, H., & Domit, C. (2023). Small-scale fisheries and their interactions with marine megafauna:
603 implications for the conservation of threatened species. *Desenvolvimento e Meio Ambiente*, 61.

604 Silva, V. M. F., Silva, P. M., Schlichta, F., do Carmo, N. A., Olson, G. L., Hintermayer, B. G., ... & Martin, A. R. (2021).
605 Aggression towards neonates and possible infanticide in the boto, or Amazon river dolphin (*Inia geoffrensis*). *Behaviour*,
606 158(11), 971-984.

607 Simões-Lopes, P. C., Fabián, M. E., & Menegheti, J. O. (1998). Dolphin interactions with the mullet artisanal fishing on
608 southern Brazil: a qualitative and quantitative approach. *Revista Brasileira de Zoologia*, 15, 709-726.

609 Soares, E. D., Cantor, M., Bracarense, A. P. F. R. L., Groch, K. R., & Domit, C. (2022). Health conditions of Guiana
610 dolphins facing cumulative anthropogenic impacts. *Mammalian Biology*, 102(4), 1589-1604.

611 Spinelli, L. H. P., de Jesus, A. H., do Nascimento, L. F., & Yamamoto, M. E. (2008). Prey-transfer in the marine tucuxi
612 dolphin, *Sotalia fluviatilis*, on the Brazilian coast. *Marine Biodiversity Records*, 1, e25.

613 Spinelli, L. H. P., Nascimento, L. F. D., & Yamamoto, M. E. (2002). Identificação e descrição da brincadeira em uma
614 espécie pouco estudada, o boto cinza (*Sotalia fluviatilis*), em seu ambiente natural. *Estudos de Psicologia (Natal)*, 7,
615 165-171.

616 Spínola, J. L., & do Socorro Reis, M. (2006). A influência de embarcações no comportamento do boto-cinza (*Sotalia*
617 *guianensis*) no estuário do Rio Paraguaçu, estado da Bahia. *Biotemas*, 19(1), 75-80.

618 Stanton, M. A.; Mann, J. (2012). Early social networks predict survival in wild bottlenose dolphins.

619 Stockin, K. A. et al. (2008). Tourism affects the behavioural budget of the common dolphin *Delphinus* sp. in the Hauraki
620 Gulf, New Zealand. *Marine Ecology Progress Series*, v. 355, p. 287-295.

621 Taber, S., & Thomas, P. (1982). Calf development and mother-calf spatial relationships in southern right whales. *Animal*
622 *behaviour*, 30(4), 1072-1083.

623 Tardin, R. H., Espécie, M. A., Lodi, L., & Simão, S. M. (2013). Parental care behavior in the Guiana dolphin, *Sotalia*
624 *guianensis* (Cetacea: Delphinidae), in Ilha Grande Bay, southeastern Brazil. *Zoologia (curitiba)*, 30, 15-23.

625 Tardin, R. H., Espécie, M. A., Nery, M. F., D'Azeredo, F. T., & Simão, S. M. (2011). Coordinated feeding tactics of the
626 Guiana dolphin, *Sotalia guianensis* (Cetacea: Delphinidae), in Ilha Grande Bay, Rio de Janeiro, Brazil. *Zoologia*
627 *(curitiba)*, 28, 291-296.

628 Tavalga, M. C. (1966). Behavior of the bottlenose dolphin (*Tursiops truncatus*): Social interactions in a captive colony.
629 *Whales, dolphins, and porpoises*, 718-730.

630 Teixeira, C. R. (2013). Cuidado parental em boto-cinza, *Sotalia guianensis*, na região do complexo estuarino lagunar
631 de Cananéia, Estado de São Paulo.

632 Teixeira, C. R., Louzada, C. N., Meyer, A. L., & Monteiro-Filho, E. L. (2018). Variation in Guiana dolphin parental care
633 according to calf age class. *acta ethologica*, 21, 119-126.

634 Torres-Guijarro, S. et al. (2013). Evaluation of underwater dredging noise. In: INTER-NOISE and NOISECON Congress
635 and Conference Proceedings. Institute of Noise Control Engineering. p. 626-631.

636 Torres, L. G., & Read, A. J. (2009). Where to catch a fish? The influence of foraging tactics on the ecology of bottlenose
637 dolphins (*Tursiops truncatus*) in Florida Bay, Florida. *Marine Mammal Science*, 25(4), 797-815.

638 Van Bresse, M. F., de Oliveira Santos, M. C., & de Faria Oshima, J. E. (2009). Skin diseases in Guiana dolphins
639 (*Sotalia guianensis*) from the Paranaguá estuary, Brazil: a possible indicator of a compromised marine
640 environment. *Marine environmental research*, 67(2), 63-68.

641 Wedekin, L. L. (2007). Preferência de habitat pelo boto-cinza, *Sotalia guianensis* (Cetacea, Delphinidae) em diferentes
642 escalas espaciais na costa sul do Brasil. Universidade Federal do Paraná, Curitiba, PR.

643 Weihs, D. (2004). The hydrodynamics of dolphin drafting. *Journal of Biology*, 3(2), 1-16.

644 Weilgart, L. S. 2007. A brief review of known effects of noise on marine mammals. *International Journal of Comparative*
645 *Psychology*, v. 20, n. 2.

646 Weir, J., Deutsch, S., & Pearson, H. C. (2010). Dusky dolphin calf rearing. In *The dusky dolphin* (pp. 177-193). Academic
647 Press.

648 Weir, Js; Duprey, Nmt; Würsig, B. 2008. Dusky dolphin (*Lagenorhynchus obscurus*) distribuição do subgrupo: as águas
649 rasas são um refúgio para grupos de viveiros ?. *Canadian Journal of Zoology*, v. 86, n. 11, pág. 1225-1234.

650

651 Whitehead, H., Mann, J. (2000) Female reproductive strategies of cetaceans: life histories and calf care. In: Mann J,
652 Connor RC, Tyack P, Whitehead H (eds) *Cetacean societies: field studies of dolphins and whales*. University of Chicago
653 Press, Chicago, pp 219-246.

654 Whitehead, H.; Rendell, L. 2004. Movements, habitat use and feeding success of cultural clans of South Pacific sperm
655 whales. *Journal of Animal Ecology*, v. 73, n. 1, p. 190-196.

656 Whiten, A., McGuigan, N., Marshall-Pescini, S., & Hopper, L. M. (2009). Emulation, imitation, over-imitation and the
657 scope of culture for child and chimpanzee. *Philosophical Transactions of the Royal Society B: Biological*
658 *Sciences*, 364(1528), 2417-2428.

659 Wiirsig, B., & Jefferson, T. A. (1990). Methods of photo-identification for small cetaceans. *Reports of the International*
660 *Whaling Commission. Special*, 12, 42-43.

661 Yamamoto, M. E., & Volpato, G. L. (2007). Comportamento animal. *Natal: UFRN*.

662 Zar, J. H. 1999. Biostatistical analysis, vol Prentice Hall. Upper Saddle River, New Jersey.

663 Zentall, T. R. (2022). Mechanisms of copying, social learning, and imitation in animals. *Learning and Motivation*, 80,
664 101844.

665 Zheng, R., Karczmarski, L., Lin, W., Chan, S. C., Chang, W. L., & Wu, Y. (2016). Infanticide in the Indo-Pacific humpback
666 dolphin (*Sousa chinensis*). *Journal of ethology*, 34, 299-307.

667 Zuur, A. F., E. N. Ieno, N. J. Walker, A. A. Saveliev, and G. M. Smith. 2009. *Mixed effects models and extensions in*
668 *ecology with R*. Springer-Verlag. New York, New York.

669

670 **2.7. Material Suplementar**

671 **Tabela 1.** Classificação das diferentes fases de desenvolvimento do boto-cinza (*Sotalia guianensis*) utilizada por
672 Teixeira et al. (2018).

Fase de desenvolvimento	Características morfológicas	Descrição comportamental
Neonato	Comprimento corporal variando de 88 a 98 cm (< ½ do comprimento adulto). Pigmentação rosada na região ventral e dorsal. Dobras fetais pronunciadas ou protuberância.	Os indivíduos raramente se separam de suas mães
Infante	Comprimento do corpo de aproximadamente 120 cm (maior que ½ do comprimento adulto). Pigmentação rosada na região ventral e pigmentação acinzentada na região dorsal.	À medida que os indivíduos se tornam nadadores mais proficientes, as separações da mãe se tornam mais frequentes. Os indivíduos começam a interagir brevemente com outros adultos e filhotes.
Juvenil	Comprimento corporal variando de 120 a 160 cm. Região dorsal predominantemente acinzentada e ventral de coloração clara. Diferem-se dos indivíduos adultos por uma mancha rosada na nadadeira dorsal.	Os indivíduos são frequentemente observados interagindo com outros adultos e filhotes. Juvenis também são vistos em natação solitária praticando habilidades como aquelas associadas ao forrageamento.
Adulto	Comprimento do corpo variando de 160 a 220 cm. Região dorsal predominantemente acinzentada e uma região ventral de cor clara.	Os indivíduos são vistos predominantemente em atividades de forrageamento ou no cuidado de filhotes. Os adultos são geralmente vistos em natação solitária e/ou interagindo com filhotes e adultos nas maiores associações.

673 **Tabela 2.** Descrição de eventos comportamentais de cuidado parental em botos-cinza (*Sotalia guianensis*).
674

Siglas	Comportamento	Descrição	Referências*
NE_Esw	Natação escalonada (Echelon swimming)	O filhote nada perto e quase paralelamente, podendo ou não estar tocando o flanco da mãe acima da linha média.	2, 8
Esc	Escolta (Escort)	A fim de mover o filhote para longe de uma fonte de risco (por exemplo, embarcações, praias e bancos de lama), o filhote é posicionado entre dois adultos e conduzido para uma área segura.	2, 8
Int_A_Fi	Interceptação	Ocorre quando o adulto desvia a trajetória do filhote, cruzando a rota de deslocamento à frente e de modo perpendicular ao filhote.	2, 8
Rev	Revezamento ou alternância	Um adulto acompanha o filhote, enquanto o outro adulto se afasta para forragear. Então, quem estava se alimentando volta para acompanhar o filhote, para que o outro adulto também possa forragear.	2, 7, 8

Dir_A	Direcionamento de alimento	Ocorre durante as estratégias de pesca quando os adultos direcionam alguma presa aos filhotes.	1, 7
Imp	Impulsão	Quando um adulto impulsiona um filhote utilizando o rostro ou a cauda, podendo ou não expor totalmente o corpo do filhote para fora d'água.	4, 6
Cre	Creche	Este comportamento decorre do encontro entre pequenas associações com filhotes, quando vários grupos se reúnem para diferentes atividades. Alguns adultos do grupo – provavelmente mães – procuram alimentos em lugares mais distantes, enquanto outros indivíduos auxiliam no cuidado da prole acompanhados por um maior número de filhotes em relação aos adultos. As creches podem ser: “Interna” quando os infantes são mantidos no interior da estratégia durante comportamentos de alimentação em grupo ou deslocamento, como forma de proteção; e “externa” quando os infantes são mantidos em uma área adjacente ao grupo por um ou dois adultos.	2, 5, 8
Toq	Toque	Ocorre o contato físico entre o adulto e filhote, quando o filhote toca com o rostro a região látero-anterior da fêmea, ou quando o adulto toca o filhote se posicionando lateralmente ao filhote. Esse comportamento também já foi descrito como carícia (Gondim, 2006).	3, 7, 9

675 *Referências: 1: Monteiro-Filho et al., 1991; 2: Rautenberg, 1999; 3: Neto, 2000; 4: Spinelli et al., 2002; 5: Domit, 2006;
676 6: Nascimento, 2006; 7: Gondim, 2006; 8: Rautenberg et al., 2008; 9: Monteiro-Filho et al., 2008.

678 **Tabela 3.** Descrição de eventos comportamentais de brincadeira em filhotes de boto-cinza (*Sotalia guianensis*).

Siglas	Comportamento	Descrição	Referências*
Salto	Salto	Atividade comportamental aérea, em que o indivíduo, a partir de uma impulsão, projeta e expõe parcialmente ou todo o seu corpo para fora d'água, podendo ocorrer de modo solitário ou acompanhado. O salto pode ocorrer tanto com o dorso voltado para cima, como para baixo, ou projetando o corpo inclinado para frente e fora da água.	2, 4, 5, 7, 8
Surf	Surf	Quando o indivíduo utiliza o movimento das ondas, sozinho ou acompanhado, para realizar deslocamento à superfície, podendo realizar saltos sincronizados	4, 5, 7
Ob. S.	Observação de superfície (<i>Spy hop</i>)	Ocorre quando o filhote emerge o corpo verticalmente até a região das nadadeiras posteriores ou pode ocorrer somente com a exposição da cabeça para fora d'água. Também descrito como periscópio.	2, 4, 5, 7, 8
Exp. C.	Exposição corporal	Envolvem exposições das regiões ventral, caudal e peitoral. O filhote pode permanecer com o ventre voltado para cima, mantendo-se exposto na superfície. Também pode ocorrer a exposição apenas do rostro, sem incluir a cabeça do filhote na superfície da água.	2, 6, 8

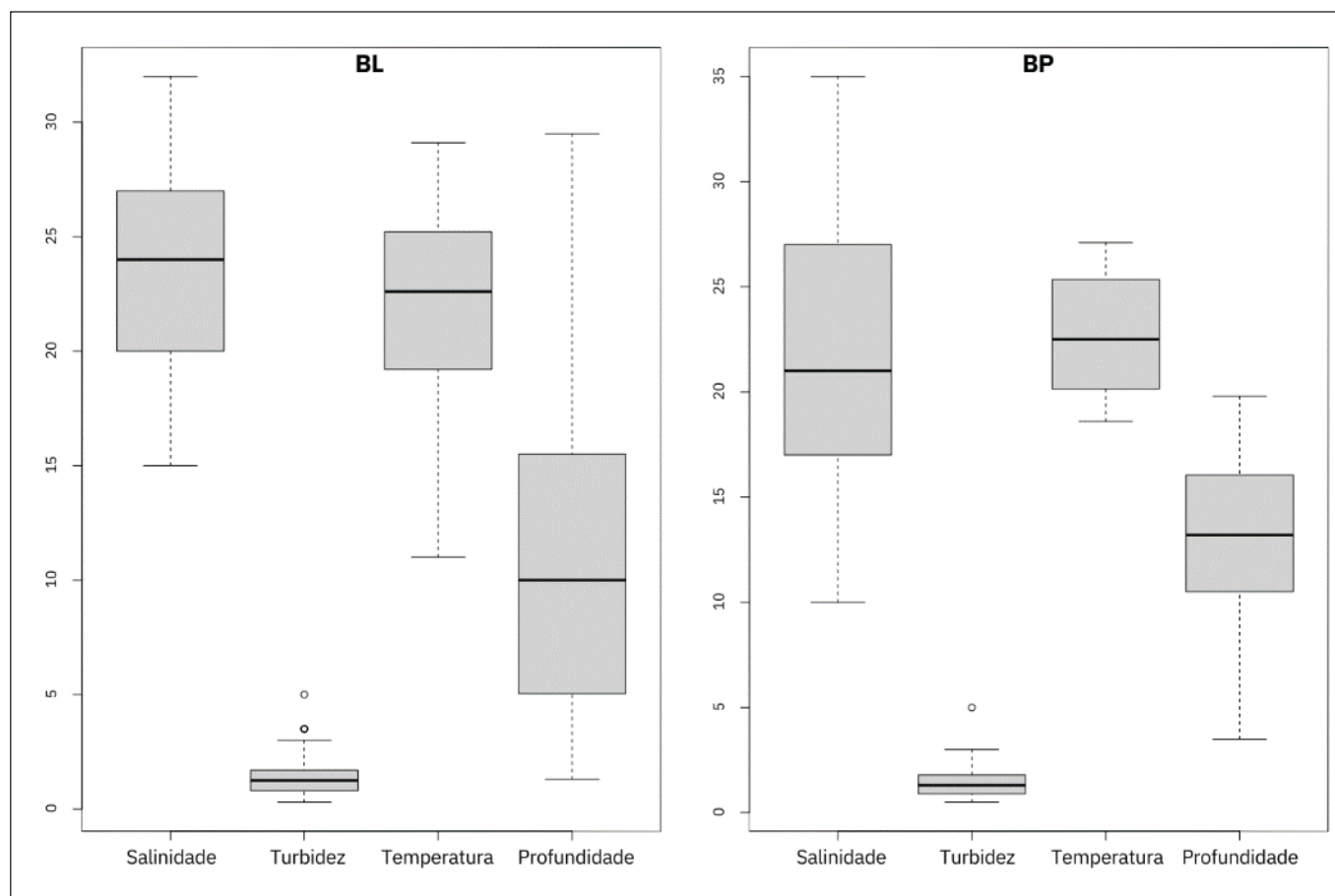
Bpc	Batidas de partes do corpo	O filhote bate a nadadeira caudal, nadadeiras peitorais ou a cabeça na superfície da água.	2, 5, 7, 8
Int. Fi-A	Interceptação do filhote no adulto	Ocorre quando o filhote acelera e intercepta a trajetória do adulto, cruzando a rota de direção de deslocamento que o adulto se encontra	2, 8
Rod	Rodopio	O filhote realiza rotações de 360° em torno de seu próprio eixo, paralelo à superfície da água	5, 8
Play. S.	Prática de forrageamento (<i>Play snacking</i>)	Quando indivíduos imaturos, sozinhos ou acompanhados, perseguem pequenas presas, na tentativa de capturá-las (também considerado como brincadeira de forrageio), porém sem resultar na apreensão de presas.	1, 4, 6
Inter. Fi-Ad	Interação social de filhotes com adultos	Os indivíduos são vistos em intensa agitação locomotora, provocando turbulências na água e com bastante contato físico entre filhotes e adultos. É frequente a ocorrência dos animais imaturos passando seus corpos por cima de outros adultos, algumas vezes batendo fortemente seu corpo contra o outro indivíduo, ou caindo por cima do outro depois de um salto. Os animais podem ser vistos em perseguições mútuas, nadando em sincronia e dando leves mordiscadas uns nos outros	4
Inter. Fi-Fi	Interação social entre filhotes	Quando ocorre contato físico entre os indivíduos, com toque de rosto entre dois ou mais filhotes, podendo ocorrer com outras partes do corpo do outro indivíduo. Os indivíduos também podem ser vistos em intensa agitação locomotora, provocando turbulências na água e com bastante contato físico entre os filhotes. Pode ocorrer filhotes passando seus corpos por cima de outros filhotes, algumas vezes batendo fortemente seu corpo contra o outro indivíduo, ou caindo por cima do outro depois de um salto. Os animais podem ser vistos em perseguições mútuas, nadando em sincronia e dando leves mordiscadas uns nos outros.	4, 8
Tail. W.	Deslocamento para trás em postura vertical (<i>Tail walk</i>)	Quando o filhote fica em posição vertical em relação a superfície da água e expõe aproximadamente 2/3 do seu corpo, permanecendo por alguns segundos apenas com o pedúnculo caudal na água e se deslocando para trás nessa posição, retornando em seguida, lentamente a água.	3, 6

***Referências:** 1: Mann; Smuts, 1999; 2: Neto, 2000; 3: Bonin, 2001; 4: Spinelli et al., 2002; 5: Domit, 2006; 6: Gondim, 2006; 7: Nascimento, 2006; 8: Monteiro-Filho et al., 2008.

Tabela 4. Classificação das coesões entre adultos e filhotes, e coesões entre díade e agrupamento de botos-cinza (*Sotalia guianensis*) no Complexo Estuarino de Paranaguá (CEP).

Siglas	Coesão	Distância em metros	Descrição
C1	Coesão 1 ou alta coesão entre o adulto e filhote	< 2	Nessa coesão, o adulto e o filhote encontram-se associados, com distância entre si considerada menor que o tamanho corporal de um indivíduo adulto. Na maioria das vezes o par encontra-se em posição denominada <i>Echelon position</i> , e o filhote está acompanhando ou realizando algum tipo de interação com o adulto.

C2	Coesão 2 ou média coesão entre o adulto e filhote	2 – 6	Ocorre quando a distância entre o adulto e o filhote corresponde a aproximadamente o tamanho corporal de um a três indivíduos adultos. Nessa coesão, o filhote já começa a desenvolver comportamentos mais independentes da mãe, e o adulto consegue manter uma certa distância do filhote, mas sem comprometer o cuidado do mesmo.
C3	Coesão 3 ou baixa coesão entre o adulto e filhote	7 – 15	Ocorre quando a distância entre o adulto e o filhote corresponde ao tamanho corporal de mais de quatro indivíduos adultos, com uma distância de no máximo 15m (tomando como base além do tamanho corporal do indivíduo adulto, o tamanho da embarcação de pesquisa com aprox. 10m). Nessa coesão, os filhotes já conseguem ficar mais tempo distante da mãe, desenvolvendo comportamentos mais independentes. Quando a distância entre o par era maior que 15m, foi considerada ausência de coesão e o filhote foi registrado como sozinho.
Co1	Coesão 1 ou alta coesão entre díade e agrupamento	0 – 15	Ocorre quando o par adulto-filhote encontra-se associado ao agrupamento, com proximidade de até 15m. Nessa coesão, o par encontra-se envolvido na atividade comportamental com grupo, podendo variar entre estratégias de alimentação, socialização e deslocamento. Os filhotes podem ser observados no centro do agrupamento realizando comportamentos independentes, ou apenas acompanhando os adultos.
Co2	Coesão 2 ou média coesão entre díade e agrupamento	16 – 50	Ocorre quando o par adulto-filhote encontra-se a uma distância entre aproximadamente 16 e 50m do agrupamento associado (considerando o tamanho da embarcação de pesquisa como referência, aprox. 10m). Nessa coesão, os pares normalmente, são observados afastados e posicionados nas periferias em relação ao agrupamento, enquanto o grupo de adultos encontram-se envolvido em alguma atividade comportamental (alimentação ou reprodução). Essa coesão também pode ser observada, em momentos de alta dinâmica de fissão-fusão entre pequenos grupos, onde o tamanho do agrupamento tende a aumentar consideravelmente nas fusões, e as díades tendem a se manter nas periferias do agrupamento como um todo. Nessa coesão também pode ser observado o revezamento entre adultos para cuidado dos filhotes.
Co3	Coesão 3 ou baixa coesão entre díade e agrupamento	> 50	Ocorre quando os pares adulto-filhote encontram-se mais afastados dos agrupamentos, com distância maior de 50m. Nessa coesão, normalmente os pares são observados realizando comportamentos que não envolvem o agrupamento como um todo. Os filhotes são observados realizando comportamentos mais associados as mães e/ou independentes.



686 **Figura 10.** Condições ambientais nas baías de Paranaguá (BP) e de Laranjeiras (BL) no Complexo Estuarino de
 687 Paranaguá-PR (CEP), Paraná, Brasil. **Salinidade** (BP: média=21,92, variação=10 - 35; BL: média=23,84, variação=15-
 688 32); **Turbidez** (BP: média=1,50, variação=0,5 - 5,0; BL: média=1,45, variação=0,3 - 5,0); **Temperatura** (BP:
 689 média=22,84, variação=18,60 - 27,10; BL: média=22,29, variação=11,00 - 29,10); **Profundidade** (BP: média=12,77,
 690 variação=3,50 - 19,80; BL: média=11,08, variação=1,30 - 29,50).