



UNIVERSIDADE ESTADUAL DE SANTA CRUZ  
PRÓ-REITORIA DE PESQUISA E PÓS-GRADUAÇÃO  
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM SISTEMAS  
AQUÁTICOS TROPICAIS



USO DO ESPAÇO E ECOLOGIA DO MOVIMENTO DE BOTOS-  
CINZA (*Sotalia guianensis*) NA BAÍA DO PONTAL, ILHÉUS, BAHIA

KHAMILA TONDINELLI SOUZA CRUZ



ILHÉUS- BAHIA  
2016

KHAMILA TONDINELLI SOUZA CRUZ

USO DO ESPAÇO E ECOLOGIA DO MOVIMENTO DE BOTOS-CINZA (*Sotalia guianensis*) NA BAÍA DO PONTAL, ILHÉUS, BAHIA

Dissertação de Mestrado apresentada ao Programa de Pós-Graduação em Sistemas Aquáticos Tropicais da Universidade Estadual de Santa Cruz. Área de concentração: Ecologia Sistemas Aquáticos Tropicais, como parte das exigências para a obtenção do título de Mestre.

Orientador: Prof. Dr. Yvonnick Le Pendu

ILHÉUS- BAHIA  
2016

- C957 Cruz, Khamila Tondinelli Souza.  
Uso do espaço e ecologia do movimento de botos  
-cinza (*Sotalia guianensis*) na Baía do Pontal, Ilhéus,  
Bahia / Khamila Tondinelli Souza Cruz. – Ilhéus, BA:  
UESC, 2016.  
xiii, 88 f. : il.
- Orientador: Yvonnick Le Pendu.  
Dissertação (Mestrado) – Universidade Estadual  
de Santa Cruz. Programa de Pós-Graduação em  
Sistemas Aquáticos Tropicais.  
Inclui referências bibliográficas.
1. Boto-cinza (*Sotalia guianensis*). 2. Estuários. 3.  
Cetáceo. 4. Comportamento animal. 5. Ecossistemas  
aquáticos. I. Título.

CDD 599.53

“Só se vê bem com o coração, o essencial é invisível aos olhos.”

*Saint-Exupéry*

“Ainda que eu falasse as línguas dos homens e dos anjos, e não tivesse amor, seria como o metal que soa ou como o sino que tine. E ainda que tivesse o dom de profecia, e conhecesse todos os mistérios e toda a ciência, e ainda que tivesse toda a fé, de maneira tal que transportasse os montes, e não tivesse amor, nada seria.”

*1 Coríntios 13:1*

## Agradecimentos

A minha maior gratidão a Deus, a força maior que me sustentou todos os dias dessa caminhada e que me concedeu sempre mais do que mereci e sonhei. A Nossa Senhora que rogou e intercedeu pelas minhas causas, e a quem eu sempre recorri nos dias difíceis. Eu tive fé e me propôs a realizar essa pesquisa e a graça de Deus fez o resto.

Aos meus pais, Gilmar e Ozana, e meus irmãos, Philipe e Nathália, que são as luzes que me guiam e o que me faz querer ser melhor a cada dia. Obrigada por todo amor, carinho, atenção, força e suporte. Obrigada por me carregar quando me faltaram as forças. Por ouvirem meu o silêncio e saberem exatamente do que eu precisava em cada momento. Por serem minhas melhores companhias e por me aceitarem como eu sou. Pelos seus olhares de admiração e de alegria, onde eu repouso a minha alma e restauro minhas forças. Obrigada meus amores maiores.

Às que se tornaram anjos durante esses 2 anos, Adahir e Leonizea, mesmo sem poder me despedir, sei que estariam felizes com essa conquista.

À Solange pela torcida, carinho, amizade e por não medir esforços para sempre me ajudar.

À minha família baiana, mainha, painho, Rayssa, Miriã, Mydiã, que me acolheram com tanto amor e carinho. E em especial a minha amiga/irmã Rayssa que foi sempre meu apoio e suporte nessa Bahia linda, sempre disposta a ajudar e a fazer com que os dias fossem de alegria. Obrigada Ray.

À Layza e Alice por me receber como uma amiga e pelos dias felizes.

À querida Marcela, amiga que os botos me trouxeram. Flor obrigada pela força e estímulo. Por ouvir as lamentações e me acalmar com seu sorriso.

Ao Helder pela companhia, atenção e carinho. Pelos dias de surf e dias tão divertidos e leves.

Às boas energias de longe das amigas de longe.

Aos amigos queridos que o mestrado me proporcionou: Celimarcos, Mariane e Simone.

Ao meu orientador, Yvonnick Le Pendu, pela oportunidade, suporte e paciência. Pelos ensinamentos transmitidos a cada dia e pela confiança em meu trabalho. Obrigada!

Ao Gastón A. F. Giné, Gil Marcelo R. Strenzel e Niel N. Teixeira pelos conselhos, ensinamentos e auxílio metodológico.

Aos parceiros do Grupo de Pesquisa em Mamíferos Aquáticos de Ilhéus (GPMAI), em especial à Érica que colaborou na coleta e transcrição dos dados e pela companhia nos campos.

Ao Tássio Moreira pela ajuda com o programa ArcGis.

Ao Núcleo de Biologia Computacional e Gestões de Informações Biotecnológicas (NBCGIB) pelo suporte técnico, em especial ao Matheus.

À Fundação de Amparo à Pesquisa do Estado da Bahia, à Animal Behavior Society e ao Programa de Pós-Graduação em Ecologia de Sistemas Aquáticos Tropicais da Universidade Estadual de Santa Cruz pelo financiamento do projeto.

À Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior (CAPES) pela bolsa de mestrado.

Ao Terminal Pesqueiro Bahia Pesca e ao Pontal Praia Hotel pelo apoio a essa pesquisa e disponibilizar o espaço para as observações.

Aos botos-cinza que a cada aparição iluminavam e alegravam meu dia.

Em fim, a todos que de alguma forma contribuíram para essa conquista.  
Gratidão!

## LISTA DE FIGURAS

- Figura 1 - Área de estudo e locais de observação na Baía do Pontal Ilhéus. Ponto A UTM 24S495900/8363849, altitude 6,56 m); Ponto B 24S496718/8362473, altitude 17,95 m. Área hachurada, corresponde área amostrada. \_\_\_\_\_ 31
- Figura 2- Representação visual dos parâmetros utilizados para calcular a velocidade média e o índice de direcionalidade das trajetórias dos grupos de botos-cinza. Adaptada de Calenge (2006). \_\_\_\_\_ 40
- Figura 3- Área utilizada pelos botos-cinza na Baía do Pontal de abril de 2015 a janeiro de 2016 e limiares de uso (UD) definidos pelo método de kernel de pontes aleatórias tendenciosas. a) Área de uso geral; b) de uso para alimentação; c) de uso para descanso; d) de uso para deslocamento. As áreas brancas são as utilizadas por grupos botos-cinza e as áreas pretas são onde não ocorreu registro de grupos. \_\_\_\_\_ 43
- Figura 4- Área utilizada pelas embarcações na Baía do Pontal de abril de 2015 a janeiro de 2016 e limiares de uso (UD) definidos pelo método de kernel de pontes aleatórias tendenciosas. a) Áreas de uso geral das embarcações; b) de embarcações de motor de centro; c) de embarcações de motor de popa; d) de embarcações sem motor. As áreas brancas são as utilizadas por embarcações e as áreas pretas são onde não ocorreu registro de barcos. \_\_\_\_\_ 44
- Figura 5- Área total de uso pelos botos-cinza, pelas embarcações e pelas embarcações sobrepondo a área de uso pelos botos-cinza na Baía do Pontal de abril de 2015 a janeiro de 2016. Limiares de uso K95% (UD) definidos pelo método de kernel de pontes aleatórias tendenciosas. \_\_\_\_\_ 45
- Figura 6- Centros de atividade utilizada pelos botos-cinza e pelas embarcações e área dos centros de atividade das embarcações sobrepondo os centros de atividade dos botos-cinza. Limiares de uso K50% (UD) definidos pelo método de kernel de pontes aleatórias tendenciosas. \_\_\_\_\_ 46
- Figura 7 - Centros de atividade dos botos-cinza, das embarcações com motor de popa e área de sobreposição entre os dois. Limiares de uso K50% (UD) definidos pelo método de kernel de pontes aleatórias tendenciosas. \_\_\_\_\_ 48
- Figura 8- Áreas de uso pelos grupos de botos-cinza durante os períodos do dia e limiares de uso (UD) definidos pelo método de kernel de pontes aleatórias tendenciosas. a) 07h00-

10h00; b) 10h30-13h30; c) 14h00-17h00. As áreas brancas são as utilizadas por grupos botos-cinza e as áreas pretas são onde não ocorreu registro de grupos. \_\_\_\_\_ 50

Figura 9 - Área de uso dos botos-cinza em função dos dias da semana. a) de segunda-feira a sexta-feira; b) sábado e domingo. As áreas brancas são as utilizadas por grupos botos-cinza e as áreas pretas são onde não ocorreu registro de grupos. \_\_\_\_\_ 52

## LISTA DE TABELAS

Tabela 1 – Área de uso e de centros de atividade e percentagem de sobreposição da área de uso e dos centros de atividade das embarcações sobre a área de uso e centros de atividade de botos-cinza nos limiares de uso (UD) definidos pelo método de kernel de pontes aleatórias tendenciosas em função dos períodos na Baía do Pontal. \_\_\_\_\_ 42

Tabela 2 -Porcentagem de sobreposição das áreas de uso (K95%) e dos centros de atividade (K50%) dos barcos sobre as áreas utilizadas por botos-cinza nos limiares de uso (UD) definidos pelo método de kernel de pontes aleatórias tendenciosas na Baía do Pontal. \_\_\_\_ 47

Tabela 3- Porcentagem de sobreposição das áreas de uso (K95%) e dos centros de atividade (K50%) dos barcos sobre as áreas utilizadas por botos-cinza nos limiares de uso (UD) definidos pelo método de kernel de pontes aleatórias tendenciosas em função dos períodos na Baía do Pontal. Manhã= 07:00-10:00; meio do dia= 10:30-13:30; tarde= 14:00-17:00. 51

Tabela 4 - Porcentagem de sobreposição das áreas de uso (K95%) e dos centros de atividade (K50%) dos barcos sobre as áreas utilizadas por botos-cinza nos limiares de uso (UD) definidos pelo método de kernel de pontes aleatórias tendenciosas. \_\_\_\_\_ 53

Tabela 5 - Seleções de modelos baseado em AICc para as variáveis que influenciam a área de uso no estuário (a) e locais dentro da distribuição de uso (b) de botos-cinza na Baía do Pontal. As variáveis testadas foram: batimetria (BTM), distância da margem (DMAR), distância da entrada do estuário (DEST), distância dos centros pesqueiros (DPSQ), distribuição de uso das embarcações (UDBA). Apresenta-se também o número de graus de liberdade (df), as diferenças do AICc ( $\Delta_i$ ), e pesos de Akaike ( $\omega_i$ ). \_\_\_\_\_ 54

Tabela 6 - Seleção de modelo baseado em AICc para as variáveis que influenciam a velocidade média de botos-cinza na Baía do Pontal. As variáveis testadas foram: proporção de infantes (PRINF), distribuição de uso pelas embarcações (UDBA), número de indivíduos no grupo (NGRU), profundidade (PROF), encontro com embarcação (ENCBA). Apresenta-se também o número de graus de liberdade (df), as diferenças AICc ( $\Delta_i$ ), e pesos de Akaike ( $\omega_i$ ).\_\_\_\_\_ 55

Tabela 7 - Seleção de modelo baseado em AICc para as variáveis que influenciam a direcionalidade de botos-cinza na Baía do Pontal. As variáveis testadas foram: proporção de

infantes (PRINF), locais de uso pelas embarcações (UDBA), número de indivíduos no grupo (NGRU), profundidade (PROF), encontro com embarcação (ENCBA). Apresenta-se também o número de graus de liberdade (df), as diferenças AICC ( $\Delta_i$ ), e pesos de Akaike ( $\omega_i$ ). \_\_\_\_\_ 56

## SUMÁRIO

Resumo	xii
Abstract	xiii
<b>1. INTRODUÇÃO</b>	<b>15</b>
<b>2. OBJETIVOS</b>	<b>20</b>
2.1 Geral	20
2.2 Específicos	20
<b>3. REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS</b>	<b>21</b>
<b>4. MANUSCRITO A SER SUBMETIDO À MARINE MAMMAL SCIENCE</b>	<b>28</b>
4.1 Introdução	29
4.2 Material e métodos	30
4.2.1 Área de estudo	30
4.2.2 Observação e registro de trajetórias de botos-cinza e embarcações	31
4.2.3 Observação e registro da atividade exibida pelos botos-cinza	34
4.2.4 Variáveis ambientais obtidas	34
4.2.5 Análise dos dados	35
<i>Estimativa da distribuição, sobreposição, e tamanho de áreas de uso de botos-cinza e embarcações</i>	35
<i>Fatores que influenciam a intensidade de uso feita por botos-cinza na Baía do Pontal</i>	37
<i>Fatores que influenciam os padrões de movimentação dos grupos de botos-cinza na Baía do Pontal</i>	38
4.3 Resultados	40
4.3.1 Estimativa de área de uso e centros de atividade pelos grupos de botos-cinza e embarcações e de áreas de sobreposição	41
4.3.2 Variação temporal das áreas de uso e centros de atividade de botos-cinza e embarcações	49

4.3.3	Fatores que influenciam a distribuição de uso pelos grupos de botos-cinza	53
4.3.4	Fatores que influenciam o padrão de movimentação dos grupos botos-cinza	54
4.3.5	Avaliação das diferenças médias no padrão de movimentação entre atividades dos grupos de botos-cinza	56
4.4	Discussão	56
4.4.1	Uso do espaço pelos botos-cinza e as embarcações	56
4.4.2	Variação temporal do uso do espaço por botos-cinza	59
4.4.3	Fatores que influenciam a distribuição de uso pelos grupos de botos-cinza	60
4.4.4	Fatores que influenciam o padrão de movimentação dos grupos botos-cinza	61
4.4.5	Direcionalidade e atividade	62
4.5	Conclusão	62
4.6	REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS	65

## Resumo

Os animais utilizam o espaço de forma heterogênea e apresentam maior intensidade de uso em locais que lhes proporcionam vantagens de sobrevivência e reprodução. O conhecimento da intensidade de uso do espaço por animais permite definir os seus locais preferenciais, estimar o efeito de fatores ambientais sobre suas escolhas e avaliar como estes se comportam diante de pressões antrópicas. O estudo da ecologia espacial de *Sotalia guianensis* é relevante por a espécie apresentar fidelidade a estuários e águas costeiras com alto tráfego de embarcações. O objetivo desse trabalho foi determinar as áreas usadas pelos grupos de botos-cinza e pelas embarcações em trânsito na Baía do Pontal (Ilhéus, Brasil) e identificar os fatores que influenciam o comportamento espacial da espécie nesse estuário. Oitenta e nove trajetórias de grupo de botos-cinza e 4380 trajetórias de barcos foram monitoradas com um teodolito de abril de 2015 a janeiro de 2016. A área utilizada por embarcações e grupos de botos-cinza foi estimada a partir de suas trajetórias, usando o método kernel com uma abordagem de movimentos aleatórios tendenciosos. Os botos-cinza se distribuíram em 63,38 ha (44,46% da área amostrada) e concentraram suas atividades em 16,04 ha (11,26% da área amostrada). As embarcações utilizaram 90,12% da área total usada pelos botos-cinza e a área dos centros de atividade de barcos sobrepôs 26,94% a área de centro de atividade dos botos-cinza. Todavia, os centros de atividades dos barcos com motor de popa sobrepuseram mais (85,88%) os centros de atividade dos botos-cinza que os barcos com motor de centro (19,30%) e os barcos sem motor (16,15%). Os botos-cinza usaram áreas do estuário com águas mais profundas, mais distantes das margens, mais usadas por barcos e próximas aos centros pesqueiros. Dentro dessas áreas de uso, eles estiveram mais em locais profundos e menos usados pelos barcos. A direcionalidade dos botos-cinza foi maior quando em deslocamento que em alimentação, em águas rasas e mais percorridas por embarcações. Os resultados demonstram que as características físicas da área de uso e o tráfego de embarcações influenciam o comportamento espacial dos botos-cinza. O presente estudo pode ser útil para detectar alterações potencialmente prejudiciais no seu habitat e auxiliar o manejo da espécie em estuários.

**Palavras-chave:** área de uso, Delphinidae, estuário, método kernel de pontes aleatórias, tráfego de embarcações.

### Abstract

Animals use space heterogeneously and are found at higher density in places that provide them a survival and reproductive advantage. Knowledge of space use intensity by animals helps to identify their preferred sites, estimate the effect of environmental factors on their choices and assess how they adapt their behavior to human pressures. Studying the spatial ecology of Guiana dolphins (*Sotalia guianensis*) is relevant because this species exhibit fidelity to estuaries and coastal waters with dense high boat traffic. The aim of this study was to describe areas used by Guiana dolphins and boats in transit in the Pontal Bay (Ilhéus, Bahia, Brazil), and identify the factors that influence the spatial behavior of the dolphins in this estuary. Eighty nine trajectories of groups of Guiana dolphins and 4380 trajectories of boats were monitored with a theodolite from April 2015 to January 2016. The area used by Guiana dolphin and boats were estimated from their trajectories using biased random bridge kernel method. The 95% utilization distribution cumulative frequency isopleths (K95%) of the Guiana dolphins were distributed in 63.38 ha (44.46% of the sampled area) and the dolphins concentrated their activity (K50%) in 16.04 ha (11.26% of the sampled area). Boats used 90.12% of the area used by the dolphins; and the activity centers of boats (K50%) overlapped only 26.94% of the area of concentration of dolphins activity. However, the activity centers of boats with outboard engines overlapped more the activity centers of the dolphins (85.88%) than inboard (19.30%) and boats without motor (16.15%). Guiana dolphins used areas in the estuary deeper, more distant from the banks and near fishing centers. In these areas of use, dolphins were more frequently observed in places deeper and less used by boats. The directionality of the groups of dolphins was higher when moving than foraging, in shallow waters and with a more intense traffic of boats. Our results show that physical characteristics of the area of use and boat traffic influence the spatial behavior of Guiana dolphin. The present study can be useful to detect potentially damaging modifications of their habitat and be helpful to manage the species in estuaries.

Keywords: use area, Delphinidae, estuary, biased random bridge kernel method, trajectory boat traffic.

## 1. INTRODUÇÃO

O uso do espaço por indivíduos de uma espécie pode ser descrito por sua distribuição espaço-temporal, presença/ausência, área de vida, densidade, índice de abundância por quadrantes ou transecções. O espaço é usado de forma heterogênea pelos animais em função dos requisitos da espécie e suas habilidades para explorar e escolher os recursos disponíveis (JOHNSON, 1980; MORIN; BERTEAUX; KLVANA, 2005). Os animais apresentam maior intensidade de uso em locais que lhes proporcionam vantagens de sobrevivência e reprodução, tais como a obtenção de recursos, encontro de parceiros e proteção contra predadores. A maneira como uma espécie utiliza o espaço pode determinar uma série de interações ecológicas com o ambiente (PIANKA, 1999; SCHOENER, 1974). Logo, investigar como os animais utilizam o espaço diante da heterogeneidade ambiental permite entender seus requerimentos de habitat, bem como suas interações com outras espécies, incluindo o homem.

Diversos fatores bióticos e abióticos influenciam o uso do espaço por cetáceos. Estudos relacionaram a ocorrência desses animais em determinadas áreas com a salinidade da água (CUBERO-PARDO, 2007; GODOY; ANDRIOLO; FILLA, 2015), temperatura da água (DAURA-JORGE; WEDEKIN; SIMÕES-LOPES, 2004; REILLY, 1990), ciclo de maré (BOER et al., 2014; HARZEN, 1998; MENDES et al., 2002), características do fundo (DAVIS et al., 1998; HASTIE et al., 2003; INGRAM; ROGAN, 2002; KARCZMARSKI; COCKCROFT; MCLACHLAN, 2000), profundidade da água (BOER et al., 2014; CUBERO-PARDO, 2007; HASTIE et al., 2003; INGRAM; ROGAN, 2002; KARCZMARSKI; COCKCROFT; MCLACHLAN, 2000), disponibilidade de presas (BAILEY; THOMPSON, 2006; CUBERO-PARDO, 2007) e atividades antrópicas (RAKO et al., 2013; SCHICK; URBAN, 2000).

Cetáceos sofrem direta e indiretamente pressões decorrentes das atividades humanas crescentes na zona costeira (REEVES et al., 2003). O impacto dessas atividades se torna ainda mais relevante para as espécies de hábitos costeiros (MOURA et al., 2014). A degradação do meio ambiente, a contaminação das águas, a destruição dos manguezais e da vegetação ciliar (LODI, 2003; IBAMA, 2010), a exploração de petróleo, o aumento de atividades industriais, da pesca, das atividades sísmicas e do trânsito de embarcações diminuem a qualidade dos habitats usados por estes animais

(EVANS; RAGA, 2012; PERRIN; WURSIG; THEWISSEN, 2002; ROCHA-CAMPOS et al., 2011; WHITEHEAD; REEVES; TYACK, 2000). O crescente fluxo de embarcações aumenta o risco de colisões e incômodo em função da sua presença e do ruído que provocam (PERRIN; WURSIG; THEWISSEN, 2002; PIROTTA et al., 2015; ROCHA-CAMPOS et al., 2011; WHITEHEAD; REEVES; TYACK, 2000). As colisões com embarcações causam ferimentos e eventualmente a morte dos cetáceos (LAIST et al., 2001; TOSI; FERREIRA, 2009). A presença das embarcações em áreas utilizadas por cetáceos pode ocasionar mudanças na distribuição espacial (RAKO et al., 2013), nos padrões de movimentos (STENSLAND; BERGGREN, 2007) e alterações de comportamento diversas (LUSSEAU, 2006; MATTSON; THOMAS; AUBIN, 2005).

Os cetáceos apresentam diversas reações comportamentais imediatas à presença de embarcações, mudando de atividade (*Tursiops truncatus* CONSTANTINE; BRUNTON; DENNIS, 2004), aumentando o intervalo respiratório (*S. guianensis*, SANTOS; SCHIAVETTI; ALVAREZ, 2013), agrupando-se (*Cephalorhynchus hectori*, BEJDER; DAWSON; HARRAWAY, 1999), aumentando os movimentos erráticos (*T. truncatus*, LUSSEAU, 2006) ou aumentando a velocidade de natação (*Orcinus orca*, WILLIAMS et al., 2011). A exposição prolongada a perturbações decorrente de intenso fluxo de embarcação pode ocasionar a diminuição da abundância da população (BEJDER et al., 2006) e abandono da área (LUSSEAU, 2005).

As águas calmas e protegidas dos estuários representam um atrativo para as atividades de forrageio, descanso, reprodução e cuidado parental de golfinhos (ARAÚJO; PASSAVANTE; SOUTO, 2003; LODI, 2003a; NORRIS; DOHL, 1980; TORRES; BEASLEY, 2003). Os pequenos cetáceos que utilizam estuários com intenso tráfego de embarcações são excelentes modelos para entender como estes animais respondem à pressão antrópica.

O boto-cinza, *S. guianensis* (VAN BENEDEN, 1864), é um pequeno cetáceo da família Delphinidae encontrado principalmente em águas rasas e protegidas perto da costa e em estuários e baías (DA SILVA; BEST, 1996; FLORES; DA SILVA, 2009). A espécie é endêmica da costa Atlântica tropical e subtropical da América Central e do Sul (SECCHI, 2012). Os registros vão desde La Mosquita em Honduras Central (15°58' N, 85°42' W; DA SILVA; BEST, 1996) até Florianópolis, Santa Catarina, no Sul do Brasil (27°35' S, 48°34' W; SIMÕES-LOPES, 1988). Apresenta preferência por locais com profundidade de água entre 2 e 10 m e até 5 km da costa (LODI; BOROBIA, 2013),

com exceção de registros a 70 km da costa em Banco dos Abrolhos na costa leste do Brasil (BOROBIA, 1991). Botos-cinza mostram fidelidade à área (CANTOR et al., 2012; HARDT et al., 2010; ROSSI-SANTOS; WEDEKIN; MONTEIRO-FILHO, 2007): alguns indivíduos realizam pequenos deslocamentos entre áreas, enquanto outros permanecem em uma única área durante o ano todo (LODI; BOROBIA, 2013).

*S. guianensis* é inserida na categoria “deficiente em dados” quanto ao seu potencial risco de extinção na Lista Vermelha da União Internacional de Conservação da Natureza (SECCHI, 2012) em virtude das lacunas de conhecimento sobre parâmetros populacionais. A espécie está listada desde 1982 no Anexo I<sup>1</sup> da Convenção sobre o Comércio Internacional de Espécies Ameaçadas da Fauna e da Flora Selvagens (CITES, 2014) e no Anexo II<sup>2</sup> da Conservação das Espécies Migratórias (CMS, 2012). No Brasil a espécie foi classificada em 2014 na Lista das Espécies da Fauna Brasileira Ameaçadas de Extinção como Vulnerável (ICMBIO, 2014a) devido à previsão de um declínio populacional de cerca de 30% em apenas três gerações (ICMBIO, 2014b). Segundo o Plano de Ação para Mamíferos Aquáticos do Brasil o boto-cinza está dentre as principais espécies sob forte pressão antrópica na costa brasileira (IBAMA, 2010).

As reações dos botos-cinza durante encontros com barcos podem ser negativas (CARRERA, 2004; DO VALLE; MELO, 2006) ou de indiferença (SPÍNOLA; REIS, 2007, ARAÚJO et al., 2008, FILLA et al., 2008), sendo raras as reações positivas em virtude do perfil esquivo característico da espécie (LODI; BOROBIA, 2013). A diminuição da atividade alimentar e do número de indivíduos no local (fuga) (CARRERA, 2004), o aumento do tempo de submersão e da coesão do grupo (DO VALLE; MELO, 2006) são as reações negativas de maior ocorrência. Essas reações seriam respostas ao ruído gerado pela aproximação de embarcações a menos de 100 m (DO VALLE; MELO, 2006) ou apenas em consequência da presença da embarcação no local (LUSSEAU, 2006; PIROTTA et al., 2015; WILLIAMS et al., 2011). Pereira et al. (2007) registraram ao longo dos anos uma diminuição da frequência relativa de reações negativas e um aumento das reações neutras, sugerindo um aumento da tolerância.

---

<sup>1</sup>Espécies ameaçadas de extinção que são ou podem ser afetadas pelas atividades comerciais.

<sup>2</sup> Espécies com status de conservação desfavorável ou que necessitam de cooperação internacional.

Todavia, os autores registraram também mudanças na distribuição espacial dos animais, sugerindo uma estratégia comportamental para diminuir o impacto causado pela aproximação física de embarcações.

A presença de botos-cinza e de embarcações é frequentemente registrada em Ilhéus na Baía do Pontal (SANTOS et al., 2010) e no Porto de Ilhéus (IZIDORO; LE PENDU, 2012; SANTOS; SCHIAVETTI; ALVAREZ, 2013). Na Baía do Pontal, o tráfego diário de barcos e a frequente presença de banhistas, são fontes de potencial perturbação para a fauna aquática. O tráfego de embarcações pode ser agravado com a implantação do terminal pesqueiro de Ilhéus (SECOM, 2012) e a construção de uma ponte na desembocadura do estuário. A área constitui um hábitat propício para alimentação e refúgio do boto-cinza (SANTOS et al., 2010), mas o crescimento urbano, o aumento do assoreamento e o crescente uso da baía tem modificado esse ambiente. Em 2013, foi iniciado um projeto visando à realização de um diagnóstico ambiental da Baía do Pontal para auxiliar a implantação do terminal pesqueiro de Ilhéus. Esse diagnóstico inclui o monitoramento das embarcações no estuário e um estudo do uso da área pelos botos-cinza, cuja população é monitorada desde 2006 pelo Grupo de Pesquisa em Mamíferos Aquáticos de Ilhéus (GPMIAI).

As primeiras investigações sobre a reação dos botos-cinza às embarcações na zona costeira de Ilhéus foram realizadas no Porto de Ilhéus (REIS, 2002). Segundo a autora, as atividades desenvolvidas pelas embarcações neste porto (localizado em mar aberto), não interferem de maneira significativa no comportamento dos botos-cinza que usam esta área. Izidoro e Le Pendu (2012) registraram respostas neutras à passagem de barcos de pesca e de passeio na mesma área. No entanto os resultados do estudo desenvolvido por Santos, Schiavetti e Alvarez (2013) no mesmo porto evidenciaram mudanças no padrão de respiração de *S. guianensis*, principalmente na presença de embarcações com motor de popa o intervalo de respiração aumentou. Na Baía do Pontal, Imamura (2015) registrou uma frequência de subidas à superfície de botos-cinza maior na ausência de embarcação e um número de reações negativas maior durante interações com embarcação com motor de popa.

O conhecimento das reações comportamentais dos botos-cinza não é suficiente para avaliar impactos gerados pelas embarcações. Todavia, os estudos da relação entre botos-cinza e barco realizados até o momento em Ilhéus e em outras áreas focaram na análise das reações imediatas dos botos-cinza e pouco se sabe sobre o uso de área por

ambos. É necessário definir e quantificar as áreas de uso comum aos botos-cinza e barcos, para antecipar a intensidade da perturbação a que os animais estão expostos.

A partir do conhecimento das áreas utilizadas por indivíduos da espécie é possível avaliar o uso do espaço dentro de uma determinada área e definir os locais preferidos (BENHAMOU; CORNÉLIS, 2010), quantificar as áreas de uso comum aos botos-cinza e barcos, prever a intensidade de perturbação a que os animais estão expostos e por fim propor medidas de manejo com intuito de proteger a população. O método de estimativa da densidade de kernel com base no movimento tem sido utilizado como ferramenta para calcular a probabilidade de distribuição de uso de animais, a qual reflete a variação de utilização do espaço considerando a frequência de uso em cada local (BENHAMOU; CORNÉLIS, 2010; BENHAMOU; RIOTTE-LAMBERT, 2012; BENHAMOU, 2011). Os estudos sobre movimentação dos botos-cinza nas suas áreas de uso podem fornecer informações sobre a ecologia e padrões de uso desse habitat, bem como sobre a exposição a risco pelas embarcações. Esse trabalho é o primeiro estudo que pretende avaliar a influência do fluxo de embarcações em um estuário frequentado diariamente pelo boto-cinza a partir da análise das trajetórias de ambos. Pretende-se descrever as áreas usadas pelos grupos de botos-cinza e pelos diversos tipos de embarcações na Baía do Pontal e avaliar a influência de fatores físicos e do tráfego de embarcações, sobre o comportamento espacial dos grupos de botos-cinza. Essas informações permitirão definir as áreas em que os botos-cinza estão expostos a cada tipo de embarcações que utilizam a Baía do Pontal e determinar as variáveis que influenciam sua distribuição no estuário.

## **2. OBJETIVOS**

### **2.1 Geral**

Avaliar o padrão de movimentação e uso do espaço de grupos de botos-cinza e embarcações em trânsito na Baía do Pontal, bem como, avaliar os fatores que influenciam o comportamento espacial destes cetáceos no local.

### **2.2 Específicos**

- Avaliar quantitativamente a variação na intensidade de uso do espaço por botos e embarcações na Baía do Pontal, bem como quantificar o tamanho das áreas utilizadas por ambos ao longo de 10 meses.

- Caracterizar o uso da área em função da atividade dos grupos e das categorias de embarcações transitando na baía

- Avaliar e quantificar a sobreposição das áreas de uso por embarcações sobre as áreas de uso dos botos-cinza.

- Avaliar se existe variação temporal no padrão espacial de uso da Baía do Pontal pelos grupos de botos-cinza.

- Investigar se o tráfego de embarcações e variáveis ambientais influenciam as áreas de uso do boto-cinza.

- Analisar os fatores que influenciam o padrão de movimentação dos grupos de botos-cinza na área de estudo.

- Avaliar se o padrão de movimentação dos grupos de botos-cinza no estuário varia em função da sua atividade.

### 3. REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- ARAÚJO, J. P. DE et al. The behavior of *Sotalia guianensis* (Van Bénéden) in Pernambuco coastal waters, Brazil, and a further analysis of its reaction to boat traffic. **Revista Brasileira de Zoologia**, v. 25, n. 1, p. 1–9, 2008.
- ARAÚJO, J. P. DE; PASSAVANTE, J. Z. DE O.; SOUTO, A. DA S. Behavior of the estuarine dolphin *Sotalia guianensis* at Dolphin Bay, Rio Grande do Norte, Brazil. **Tropical Oceanography**, v. 31, n. 2, p. 101–112, 2003.
- BAILEY, H.; THOMPSON, P. Quantitative analysis of bottlenose dolphin movement patterns and their relationship with foraging. **Journal of Animal Ecology**, v. 75, n. 2, p. 456–465, 2006.
- BEJDER, L. et al. Decline in relative abundance of bottlenose dolphins exposed to long-term disturbance. **Conservation Biology**, v. 20, n. 6, p. 1791–1798, 2006.
- BEJDER, L.; DAWSON, S. M.; HARRAWAY, J. A. Responses by Hector's dolphin to boats and swimmers in Porpoise Bay, New Zealand. **Marine Mammal Science**, v. 15, n. 3, p. 738–750, 1999.
- BENHAMOU, S. Dynamic approach to space and habitat use based on biased random bridges. **PLoS ONE**, v. 6, n. 1, 2011.
- BENHAMOU, S.; CORNÉLIS, D. Incorporating movement behavior and barriers to improve kernel home range space use estimates. **Journal of Wildlife Management**, v. 74, n. 6, p. 1353–1360, 2010.
- BENHAMOU, S.; RIOTTE-LAMBERT, L. Beyond the utilization distribution: identifying home range areas that are intensively exploited or repeatedly visited. **Ecological Modelling**, v. 227, p. 112–116, 2012.
- BOER, M. N. DE et al. The influence of topographic and dynamic cyclic variables on the distribution of small cetaceans in a shallow coastal system. **PLoS ONE**, v. 9, n. 1, p. e86331, 2014.

- BOROBIA, M. Distribution of the South American dolphin *Sotalia fluviatilis*. **Can. J. Zoology**, v. 69, p. 1039, 1991.
- CANTOR, M. et al. Disentangling social networks from spatiotemporal dynamics: the temporal structure of a dolphin society. **Animal Behaviour**, v. 84, p. 641–651, 2012.
- CARRERA, M. L. R. **Avaliação do impacto causado por embarcações de turismo no comportamento do boto cinza (*Sotalia fluviatilis*) na baía dos golfinhos, Tibau do sul, RN, Brasil.** [s.l.] Universidade Federal de Pernambuco, 2004.
- CITES. **Appendices I , II and III of Convention on International Trade in Endangered Species of Wild Fauna and Flora.** Disponível em: <<http://www.cites.org/eng/disc/text.php#I>>.
- CMS. **Appendices I and II of the Convention on the Conservation of Migratory Species of Wild Animals.** Disponível em: <<http://www.cms.int/en/legalinstrument/cms>>.
- CONSTANTINE, R.; BRUNTON, D. H.; DENNIS, T. Dolphin-watching tour boats change bottlenose dolphin (*Tursiops truncatus*) behaviour. **Biological Conservation**, v. 117, p. 299–307, 2004.
- CUBERO-PARDO, P. Environmental factors governing the distribution of the bottlenose (*Tursiops truncatus*) and the spotted dolphin (*Stenella attenuata*) in Golfo Dulce, South Pacific, off Costa Rica. **Investigaciones Marinas**, v. 35, n. 2, p. 15–23, 2007.
- DA SILVA, V. M. F.; BEST, R. C. *Sotalia fluviatilis* Gervais, 1853. **Mammalian Species**, v. 527, p. 1–7, 1996.
- DAURA-JORGE, F. G.; WEDEKIN, L. L.; SIMÕES-LOPES, P. C. Variação sazonal na intensidade dos deslocamentos do boto-cinza, *Sotalia guianensis* (Cetacea: Delphinidae), na Baía Norte da Ilha de Santa Catarina. **Biotemas**, v. 17, n. 1, p. 203–216, 2004.
- DAVIS, R. W. et al. Physical habitat of cetaceans along continental slope in the north

- central and western Gulf of Mexico. **Marine Mammal Science**, v. 14, n. 3, p. 490–507, 1998.
- DO VALLE, A. L.; MELO, F. C. C. Alterações comportamentais do golfinho *Sotalia guianensis* (Gervais, 1953) provocadas por embarcações. **Biotemas**, v. 19, n. 1, p. 75–80, mar. 2006.
- EVANS, P. G.; RAGA, J. A. **Marine mammals: Biology and conservation**. Kluwer Academic, New York, New York: Springer Science & Business Media, 2012.
- FILLA, G. DE F. et al. Proposal for creation of a “zoning with regulation of use in the Cananéia estuarine-lagoon complex” aiming the conservation of the estuarine dolphin, *Sotalia guianensis* (van Bénédén) (Cetacea, Delphinidae). **Pan-American Journal of Aquatic Sciences**, v. 3, n. 1, p. 75–83, 2008.
- FLORES, P. A. C.; DA SILVA, V. M. F. Tucuxi and Guiana Dolphin (*Sotalia fluviatilis* and *S. guianensis*). In: **PERRIN, W. F.; WÜRSIG, B.; THEWISSEN, J. G. M. Encyclopedia of marine mammals**. 2. ed. [s.l.] USA: Academic Press, 2009. p. 1188–1192.
- GODOY, D. F.; ANDRIOLO, A.; FILLA, G. D. F. The influence of environmental variables on estuarine dolphins (*Sotalia guianensis*) spatial distribution and habitat used in the Estuarine Lagunar Complex of cananéia, southeastern Brazil. **Ocean and Coastal Management**, v. 106, p. 68–76, 2015.
- HARDT, F. A. S. et al. Residence patterns of the guiana dolphin *Sotalia guianensis* in Babitonga Bay, south coast of Brazil. **Lajam**, v. 8, n. 1-2, p. 117–121, 2010.
- HARZEN, S. Habitat use by the bottlenose dolphin (*Tursiops truncatus*) in the Sado estuary, Portugal. **Aquatic Mammals**, v. 24, n. 3, p. 117–128, 1998.
- HASTIE, G. D. et al. Bottlenose dolphins increase breathing synchrony in response to boat traffic. **Marine Mammal Science**, v. 19, n. 1, p. 74–84, 2003.
- ICMBIO. Portaria nº144 de 17 de dezembro de 2014. **Diário Oficial da União**, n. 245, p. 121–130, 2014a.

ICMBIO. **Mamíferos - Sotalia guianensis (Van Beneden, 1864) - Boto-cinza.**

Disponível em: <<http://www.icmbio.gov.br/portal/biodiversidade/fauna-brasileira/lista-de-especies/6152-especie-6152.html>>.

IMAMURA, M. M. **As interações entre *Sotalia guianensis* (Cetartiodactyla, Delphinidae) e embarcações: efeitos sobre o comportamento de superfície.**

[s.l.] Universidade Estadual de Santa Cruz-UESC, 2015.

INGRAM, S. N.; ROGAN, E. Identifying critical areas and habitat preferences of bottlenose dolphins *Tursiops truncatus*. **Marine Ecology Progress Series**, v. 244, p. 247–255, 2002.

IZIDORO, F. B.; LE PENDU, Y. 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**, v. 8, n. 2, p. 232–240, 2012.

JOHNSON, D. H. The comparison of usage and availability measurements for evaluating resource preference. **Ecology**, v. 61, n. 1, p. 65–71, 1980.

KARCZMARSKI, L.; COCKCROFT, V. G.; MCLACHLAN, A. Habitat use and preferences of Indo-Pacific humpback dolphins *Sousa chinensis* in Algoa Bay, south Africa. **Marine Mammal Science**, v. 16, n. 1, p. 65–79, 2000.

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

LODI, L. Tamanho e composição de grupos do boto-cinza, *Sotalia guianensis* (Van Bénédén, 1864) (Cetacea, Delphinidae), na baía de Paraty, Rio de Janeiro, Brasil. **Atlântica**, v. 25, n. 2, p. 135–146, 2003a.

LODI, L. F. A conservação do boto-cinza na Baía de Paraty. **Ciência Hoje**, v. 34, n. 199, p. 66–73, 2003b.

LODI, L. F.; BOROBIA, M. **Baleias, botos e golfinhos do Brasil. Guia de identificação.** 1. ed. Rio de Janeiro: Technical Books Editora, 2013.

- LUSSEAU, D. Residency pattern of bottlenose dolphins *Tursiops spp.* in Milford Sound, New Zealand, is related to boat traffic. **Marine Ecology Progress Series**, v. 295, n. April, p. 265–272, 2005.
- LUSSEAU, D. The short-term behavioral reactions of bottlenose dolphins to interactions with boats in Doubtful Sound, New Zealand. **Marine Mammal Science**, v. 22, n. 4, p. 802–818, 2006.
- MATTSON, M. C.; THOMAS, J.; AUBIN, D. ST. Effects of boat activity on the behavior of bottlenose dolphins (*Tursiops truncatus*) in waters surrounding Hilton Head Island, South Carolina. **Aquatic Mammals**, v. 31, n. 1, p. 133–140, 2005.
- MENDES, S. et al. Influence of the tidal cycle and a tidal intrusion front on the spatio-temporal distribution of coastal bottlenose dolphins. **Marine Ecology Progress Series**, v. 239, p. 221–229, 2002.
- MORIN, P.; BERTEAUX, D.; KLVANA, I. Hierarchical habitat selection by North American porcupines in southern boreal forest. **Canadian Journal of Zoology**, v. 83, p. 1333–1342, 2005.
- MOURA, J. F. DE et al. Guiana dolphins (*Sotalia guianensis*) as marine ecosystem sentinels: ecotoxicology and emerging diseases. In: WHITACRE, D. M. (Ed.). . **Reviews of environmental contamination and toxicology**. Reviews of Environmental Contamination and Toxicology. Cham: Springer International Publishing, 2014. v. 228p. 2–29.
- NORRIS, K. S.; DOHL, T. P. Behavior of the hawaiian spinner dolphin, *Stenella longirostris*. **Fishery Bulletin**, v. 77, n. 4, p. 821–849, 1980.
- PEREIRA, M. G.; BAZZALO, M.; FLORES, P. A. D. C. Reações comportamentais na superfície de *Sotalia guianensis* (Cetacea, Delphinidae) durante encontros com embarcações na Baía norte de Santa Catarina. **Revista Brasileira Zoociências**, v. 9, n. 2, p. 123–135, 2007.
- PERRIN, W. F.; WURSIG, B.; THEWISSEN, J. G. M. **Encyclopedia of Marine Mammals**. eds. ed. San Diego, California, California: Academic Press, 2002.

- PIANKA, E. R. **Evolutionary**. 6 edition ed. Boston: Addison-Wesley Press, 1999.
- PIROTTA, E. et al. Estimating spatial, temporal and individual variability in dolphin cumulative exposure to boat traffic using spatially explicit capture-recapture methods. **Animal Conservation**, v. 18, n. 1, p. 20–31, 2015.
- RAKO, N. et al. Leisure boating noise as a trigger for the displacement of the bottlenose dolphins of the Cres-Lošinj archipelago (northern Adriatic Sea, Croatia). **Marine Pollution Bulletin**, v. 68, n. 1-2, p. 77–84, 2013.
- REEVES, R. R. et al. Dolphins, Whales and Porpoises: 2002–2010. In: **Conservation Action Plan for the World's Cetaceans**. [s.l.] IUCN/SSC Cetacean Specialist Group, Gland, Switzerland and Cambridge, UK, 2003. p. 147.
- REILLY, S. B. Seasonal changes in distribution and habitat differences among dolphins in the eastern tropical Pacific. **Marine Ecology Progress Series**, v. 66, p. 1–11, 1990.
- REIS, M. DO S. S. DOS. **O boto *Sotalia fluviatilis* (Gervais, 1853) (Cetacea, Delphinidae) no litoral de Ilhéus - BA: Comportamento e interações com atividades pesqueiras**. [s.l.] Universidade Estadual de Santa Cruz, Ilhéus, BA, 2002.
- ROCHA-CAMPOS, C. C. et al. **Plano de Ação Nacional para a Conservação dos Mamíferos Aquáticos-Pequenos Cetáceos**. 18. ed. Brasília: Instituto Chico Mendes de Conservação da Biodiversidade, Icmbio, 2011.
- ROSSI-SANTOS, M. R.; WEDEKIN, L. L.; MONTEIRO-FILHO, E. L. A. Residence and site fidelity of *Sotalia guianensis* in the Caravelas River Estuary, eastern Brazil. **Journal of the Marine Biological Association of the UK**, v. 87, n. 01, p. 207, 26 fev. 2007.
- SANTOS, U. A. DOS et al. Spatial distribution and activities of the estuarine dolphin *Sotalia guianensis* (Van Bénédén, 1864) (Cetacea, Delphinidae) in Pontal Bay, Ilhéus Bahia, Brazil. **Biota Neotropica**, v. 10, n. 2, p. 67–73, 2010.
- SANTOS, M. S.; SCHIAVETTI, A.; ALVAREZ, M. R. 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**, v. 41, n. 1, p. 80–88, 2013.
- SCHICK, R. S.; URBAN, D. L. Spatial components of bowhead whale (*Balaena mysticetus*) distribution in the Alaskan Beaufort Sea. **Canadian Journal of Fisheries and Aquatic Science**, v. 57, p. 2193–2200, 2000.
- SCHOENER, T. W. Research partitioning in ecological communities. **Science**, v. 185, n. 1, p. 27–39, 1974.
- SECCHI, E. *Sotalia guianensis*. **IUCN 2012. IUCN Red List of Threatened Species. Version 2012.2.**, p. 1–13, 2012.
- SECOM. **Governador inaugura obras em Ilhéus e visita a Associação Comercial.** Disponível em: <<http://www.comunicacao.ba.gov.br/noticias/2011/02/14/bahia-pesca-inicia-construcao-do-terminal-pesqueiro-de-salvador>>.
- SIMÕES-LOPES, P. C. Ocorrência de uma população de *Sotalia fluviatilis* Gervais, 1853, (Cetacea, Delphinidae) no limite Sul de sua distribuição, Santa Catarina, Brasil. **Biotemas**, v. 1, n. 1, p. 57–62, 1988.
- SPÍNOLA, J. L.; REIS, M. DO S. A Influência de embarcações no comportamento do boto-cinza (*Sotalia guianensis*) no Estuário do Rio Paraguaçu, Estado Da Bahia. **Sociedade de Ecologia do Brasil**, p. 1–2, 2007.
- STENSLAND, E.; BERGGREN, P. Behavioural changes in female Indo-Pacific bottlenose dolphins in response to boat-based tourism. **Marine Ecology Progress Series**, v. 332, p. 225–234, 2007.
- TORRES, D.; BEASLEY, C. R. Pattern of use of a small bay in northern Brazil by *Sotalia guianensis* (Cetacea: Delphinidae). **Amazoniana**, v. XVII, n. 3-4, p. 583–594, 2003.
- TOSI, C. H.; FERREIRA, R. G. Behavior of estuarine dolphin, *Sotalia guianensis* (Cetacea, Delphinidae), in controlled boat traffic situation at southern coast of Rio Grande do Norte, Brazil. **Biodiversity and Conservation**, v. 18, n. 1, p. 67–78, 9

jan. 2009.

VAN BENEDEN, E. Sur un dauphin nouveau et un ziphiode rare. **Mémoires de l'Académie Royale de Belgique**, v. 41, p. 2–44, 1864.

WHITEHEAD, H.; REEVES, R. R.; TYACK, P. L. Science and the conservation, protection, and management of wild cetaceans. In: **Cetacean societies: field studies of dolphins and whales**. London: University of Chicago Press, 2000. p. 308–332.

WILLIAMS, R. et al. Stimulus-dependent response to disturbance affecting the activity of killer whales. **The Scientific Committee of the International Whaling Commission. Document: SC/63/WW5**, p. 1–27, 2011.

#### 4. MANUSCRITO A SER SUBMETIDO À MARINE MAMMAL SCIENCE

##### ANÁLISE DO EFEITO DO FLUXO DE EMBARCAÇÕES E DAS VARIÁVEIS ABIÓTICAS SOBRE O USO DO ESPAÇO E MOVIMENTOS DE BOTOS- CINZA, *SOTALIA GUIANENSIS* (VAN BENEDEN, 1864) EM UM ESTUÁRIO DO NORDESTE DO BRASIL

###### **Resumo**

Conhecer como varia o uso do espaço por animais diante da heterogeneidade do ambiente permite definir seus locais preferenciais, estimar o efeito de fatores ambientais sobre suas escolhas e avaliar como estes se comportam diante de pressões antrópicas. O objetivo desse trabalho foi avaliar a influência do tráfego de embarcações e de fatores ambientais sobre o comportamento espacial de botos-cinza em um estuário no nordeste do Brasil. A área utilizada por embarcações e grupos de botos-cinza foi estimada a partir de suas trajetórias, usando o método kernel com uma abordagem de movimentos aleatórios tendenciosos. Também foi avaliado o padrão de movimentação dos botos-cinza a partir da seleção de modelos dos fatores que influenciam a velocidade média e na direção de movimento dos grupos. Os botos-cinza se distribuíram ao longo de grande parte da área de estudo e concentraram suas atividades na entrada do estuário e próximo a barreiras físicas (margem do estuário e banco de areia). As embarcações sobrepuseram 90,12% da área usada pelos botos-cinza e 26,94% dos centros de atividade dos grupos. Os grupos de botos-cinza usaram áreas no estuário com maiores profundidades, mais distantes da costa, mais próximos aos centros pesqueiros e de maior uso por embarcações. Dentro dessas áreas de uso, eles estiveram mais em locais profundos e menos usados pelos barcos. A direção de movimento dos botos-cinza foi maior em águas mais rasas, na presença de embarcações e em atividade de deslocamento. O compartilhamento de áreas com embarcações e o uso diferencial em ambientes com características físicas específicas expõem os indivíduos da espécie aos riscos das crescentes alterações antrópicas e do aumento do tráfego de embarcações em estuários.

**Palavras-chave:** área de uso, ecologia do movimento, embarcações, golfinho, método kernel de pontes aleatórias

#### 4.1 Introdução

Mamíferos marinhos expostos ao tráfego de embarcações podem sofrer alterações do seu comportamento devido ao ruído dos motores introduzido no ambiente (Richardson *et al.* 1995; Weilgart 2007) e à presença física das embarcações (Pirota *et al.* 2015a). Os impactos das embarcações sobre esses animais têm sido avaliados a partir de estudos comportamentais (Albuquerque and Souto 2013; Lusseau 2006; Williams *et al.* 2011), de abundância (Lusseau 2005) e modelagem espacial (Bezamat *et al.* 2014; Hoop *et al.* 2015; Pirota *et al.* 2015b).

A análise espacial é amplamente utilizada para prever o potencial risco de colisão com navios ao qual mamíferos marinhos estão expostos (Bauduin *et al.* 2013; Redfern *et al.* 2013; Bezamat *et al.* 2014), mas ainda existem poucas pesquisas avaliando a exposição de animais a estressores antropogênicos (p. ex. o tráfego de embarcações) utilizando a modelagem espacial (Pirota *et al.* 2015b).

A partir do conhecimento dos locais utilizados por indivíduos de uma população, é possível avaliar o uso do espaço deles dentro de uma determinada área e definir seus locais preferidos (Benhamou and Cornélis 2010). O método de estimativa de densidade usando kernel com base no movimento tem sido utilizado como ferramenta para calcular a probabilidade de distribuição de uso por animais (Benhamou and Cornélis 2010; Benhamou 2011; Benhamou and Riotte-Lambert 2012). Estimar a sobreposição entre os locais usados pelos animais e a distribuição espaço-temporal de um estressor pode ser usada para descrever a exposição e a resposta desses animais ao estressor (Pirota *et al.* 2015b). Uma abordagem semelhante é utilizada em avaliações de risco ecológico químico, para compreender o grau de sobreposição entre o contaminante e a população sob ameaça (Linkov *et al.* 2002; Wickwire *et al.* 2011).

Os estudos sobre movimentação de animais podem fornecer informações sobre a ecologia e padrões de uso do habitat (Morales *et al.* 2004; Gurarie and Ovaskainen 2013). A análise dos seus deslocamentos permite avaliar e mapear o risco potencial de exposição às perturbações antropogênicas, como por exemplo, o tráfego de

embarcações. O movimento de organismos, definido como a mudança da localização espacial no tempo, pode ser considerado uma resposta comportamental mensurável resultante da combinação de fatores ambientais e fisiológicos (Nathan *et al.* 2008; Gurarie *et al.* 2009).

O boto-cinza, *Sotalia guianensis* (Van Beneden 1864), é um pequeno cetáceo da família Delphinidae com distribuição restrita às águas costeiras e estuários da costa Atlântica tropical e subtropical da América Central e do Sul (Da Silva and Best 1996; Flores and Da Silva 2009; Secchi 2012). O boto-cinza é o cetáceo com maior número de registros ao longo do litoral brasileiro (Lodi and Borobia 2013).

A distribuição espacial e uso de habitat da espécie estão relacionados a diversas variáveis abióticas: o estado da maré (Hayes 1999; Araújo *et al.* 2003), profundidade (Geise *et al.* 1999), temperatura da água (Daura-jorge *et al.* 2004), declividade (Wedekin *et al.* 2010). Entre as variáveis bióticas, a disponibilidade, o hábito e o padrão de distribuição das presas (Simão and Poletto 2002; Daura-jorge *et al.* 2005) são citadas como prováveis influências no uso do espaço.

Devido aos seus hábitos, o boto-cinza sofre diversos impactos decorrentes das atividades humanas crescentes na zona costeira (Moura *et al.* 2014). O estudo do uso do espaço comum aos botos-cinza e às embarcações é relevante, já que as populações contêm indivíduos que apresentam fidelidade ao mesmo local ao longo dos anos (p. ex. Rossi-Santos *et al.* 2007; Hardt *et al.* 2010; Cantor *et al.* 2012; Le Pendu *et al.* 2015). O objetivo desse trabalho foi avaliar a influência do tráfego de embarcações e de fatores ambientais sobre o comportamento espacial de botos-cinza em um estuário.

## **4.2 Material e métodos**

### **4.2.1 Área de estudo**

O estudo foi realizado em um estuário conhecido como Baía do Pontal (UTM 24S496373/8363743), na cidade de Ilhéus, Bahia, Brasil. Este estuário é formado pela foz de três rios (Cachoeira, Santana e Itacanoeira) e deságua no Oceano Atlântico. Possui uma área de superfície de 40 km<sup>2</sup>, com profundidade de até 17 metros (Diretoria de Hidrografia e Navegação 2009). O estuário apresenta pH entre 7,31 e 8,25,

salinidade de 12,7 a 36,4 e temperatura da água de 25,5 a 29°C (Souza *et al.* 2009; Silva *et al.* 2015). O tráfego de embarcações é intenso neste estuário e provem de três fontes principais: Praia do Cristo (principal fonte de barcos de lazer sem motor), terminal pesqueiro e colônia pesqueira (fontes de barcos com motor de centro) (Figura 1).

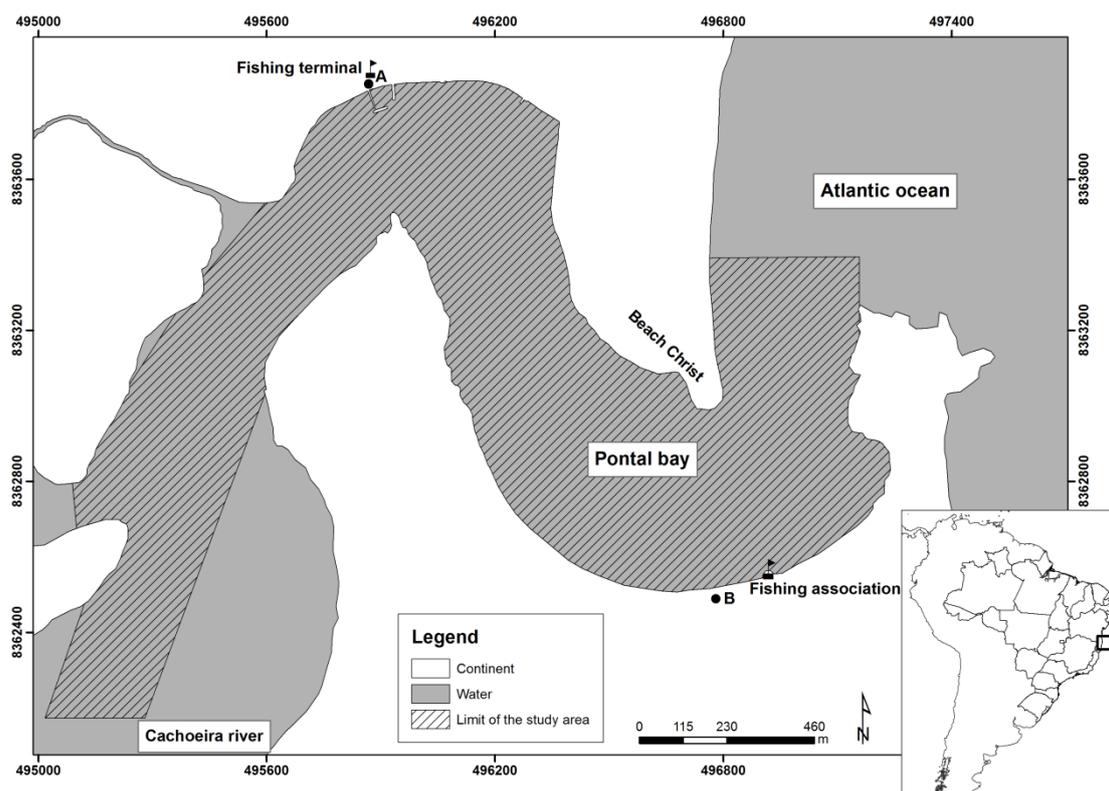


Figura 1 - Área de estudo e locais de observação na Baía do Pontal Ilhéus. Ponto A UTM 24S495900/8363849, altitude 6,56 m); Ponto B 24S496718/8362473, altitude 17,95 m. Área hachurada, corresponde à área amostrada.

#### 4.2.2 Observação e registro de trajetórias de botos-cinza e embarcações

Foram realizadas observações para o registro trajetórias de grupos de botos-cinza e de embarcações na área de estudo através da coleta de pontos sucessivos. As observações foram realizadas no período de abril de 2015 a janeiro de 2016, três vezes por semana: dois dias durante a semana (WD) e um dia no final de semana (WE). Em cada dia de coleta foram realizadas duas sessões de monitoramento em dois dos três períodos seguintes: 07h00-10h00, 10h30-13h30 e 14h00-17h00. A amostragem foi feita de forma balanceada entre estes períodos do dia, totalizando oito sessões de monitoramento mensais em cada período. Foram realizadas 392,56 horas de esforço

amostral durante os dias da semana e 150,01 horas nos finais de semana. As observações foram realizadas apenas na ausência de precipitação.

As observações foram realizadas de dois locais às margens da Baía do Pontal (Pontos A e B, Figura 1). Estes pontos de observação possibilitaram uma visão panorâmica do estuário, sendo possível o registro da movimentação de botos-cinza e barcos do estuário da foz até aproximadamente 400 m a jusante da desembocadura do rio Cachoeira. A área amostrada foi de 142,54 ha (49,21% da área do estuário).

Durante a sessão de monitoramento, foram realizadas varreduras de um em um minuto por um observador (“scan sampling”, ALTMANN, 1974) para detectar a presença de botos-cinza ou embarcações na área de estudo, seguindo o protocolo descrito no Apêndice 1. As varreduras foram realizadas com o auxílio de binóculo (modelo Ocean Xtreme 7x50WP; marca Lugan). Quando um grupo de botos-cinza ou uma embarcação era avistado, um observador (K.T.) registrava as localizações sucessivas que um segundo observador anotava. As localizações eram obtidas com os menores intervalos de tempo possível para aumentar a exatidão da trajetória obtida, aproximadamente 10s para botos-cinza e 20s para embarcações. O registro das localizações sucessivas da trajetória foi finalizado quando não era mais possível visualizar os animais.

Cada localização foi obtida com auxílio de um teodolito eletrônico de 10 segundos de precisão (modelo T 110, marca Leica). Os ângulos vertical e horizontal entre o objeto (grupo de botos-cinza ou embarcação) e um ponto de referência de localização geográfica conhecida eram registrados e posteriormente transformados para obter as localizações correspondentes na superfície da água, através de equações trigonométricas em coordenadas planas UTM (E, N) utilizando a metodologia de visada de ré. Previamente as coordenadas dos locais de observação (A e B) e de dois pontos de referência foram determinadas com um GPS Geodésico de alta precisão (modelo 5800, marca Trimble). Os dados foram pós-processados e ajustados no programa Trimble Geomatics Office (Trimble 2014) em função das coordenadas de pontos conhecidos do Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística (IBGE) com a precisão de 2 cm. A altitude geométrica dos pontos, obtidas com o GPS, foram transformadas em altitudes ortométricas por meio do programa MAPGEO 2004 (IBGE 2004).

As localizações sucessivas dos grupos de boto-cinza, durante seu percurso, foram tomadas considerando o indivíduo na posição mais central do grupo observado, quando este emergia. Foram considerados botos-cinza sozinhos e grupos de indivíduos inclusos em uma área circular menor ou igual a 100 m (Lodi 2003c). Para cada grupo avistado foi registrado o tamanho do grupo (número de indivíduos no grupo), a composição etária (adultos e presença de infantes, discriminados pelo tamanho corpóreo e a cor da pele, seguindo Lodi (2003b) e Randi et al.(2008)), o horário de cada localização, bem como o encontro com embarcações (presença de uma embarcação em deslocamento a uma distância igual ou menor que 100 m de um grupo de botos-cinza (ENCBA)). Quando houve o encontro com embarcação foi registrado o horário e os ângulos de localização da embarcação e suas características (tipo do motor, função).

Quando uma fusão entre grupos era observada (um novo grupo de botos-cinza era avistado em uma distância inferior ou igual a 100 m de um indivíduo do grupo monitorado), foram coletadas as características do novo grupo considerando os novos integrantes (Santos *et al.* 2013). Quando um novo grupo era avistado na área a uma distância superior a 100 m de um indivíduo monitorado, prosseguia-se o monitoramento do primeiro grupo avistado. Quando ocorria fissão do grupo (indivíduos do grupo monitorado se distanciam a mais de 100 metros), continuava-se o monitoramento acompanhando a trajetória do primeiro grupo avistado após a fissão.

O monitoramento da trajetória de cada embarcação iniciava quando não havia grupo de botos-cinza na área, seguindo o protocolo de campo (Apêndice 1). As trajetórias das embarcações foram monitoradas durante no máximo 4 minutos, ou até o fim da movimentação ou até quando deixava a área de observação. Nestes casos, uma nova varredura da área foi então realizada. A localização geográfica foi obtida no ponto central da embarcação. Cada embarcação foi categorizada segundo seu modo de propulsão, conforme descrito por Imamura (2015), em: barcos com motor de centro (embarcações de madeira ou fibra motorizadas, tipo saveiro, cujos motores estão localizados ao centro da embarcação), barcos com motor de popa (embarcações de madeira, fibra ou alumínio com motor localizado na popa do barco, tais como jet-skis, botes, canoas e lanchas) e barcos sem motor (embarcações de fibra ou de madeira sem

motor, tais como canoas, caiaques, veleiros, e prancha de standup paddle, windsurf e kitesurf).

#### **4.2.3 Observação e registro da atividade exibida pelos botos-cinza**

A atividade predominante no grupo de botos-cinza, ou seja, aquela realizada por pelo menos metade dos indivíduos do grupo (Lusseau 2003), foi registrada simultaneamente às localizações. Foram consideradas quatro atividades seguindo Flach; Flach e Chiarello (2008) e Tosi e Ferreira (2009): alimentação (caracterizada por mergulhos rápidos e arqueados, com eventos de perseguição e botes no sentido da presa), deslocamento (caracterizada movimento direcional resultando na mudança de posição dos animais de uma área para outra), descanso (caracterizada por uma diminuição pronunciada de atividade e natação constante com a nadadeira dorsal exposta) e socialização (caracterizada por indivíduos em contato físico na maior parte do tempo e na superfície, podendo exhibir saltos e outros comportamentos de superfície).

#### **4.2.4 Variáveis ambientais obtidas**

Para toda a área amostrada dentro da Baía do Pontal foram criadas camadas digitais georeferenciadas (mapas digitais) com dados matriciais contínuos (*rasters*) das seguintes variáveis ambientais: profundidade (PROF), distância da margem (DMAR), distância da entrada do estuário (DEST), distância dos centros pesqueiros (DPSQ). Tais camadas permitiram estimar os valores destas variáveis ambientais para cada ponto de localização de grupos de botos-cinza. A camada digital de profundidade foi gerada com base na batimetria da carta náutica DHN nº1201 (Diretoria de Hidrografia e Navegação 2009, Apêndice 3) e usando interpolação pelo método de krigagem, no programa ArcGis 10.1 (ESRI 2001). As variáveis DMAR, DEST e DPSQ foram calculadas usando a ferramenta distância euclidiana do programa ArcGis 10.1 (ESRI 2001). DMAR foi calculada com base na linha de maré cheia, DEST com base na referência da entrada do estuário e a DPSQ baseada nos pontos de referência dos centros pesqueiros (terminal pesqueiro e colônia de pescadores). As variáveis referentes às distâncias (DMAR, DEST, DPSQ) foram multiplicadas por -1 para melhor interpretação dos resultados.

#### 4.2.5 Análise dos dados

Todas as análises foram conduzidas no ambiente R (R Development Core Team 2011). Os mapas foram confeccionados no programa ArcGis 10.1 (ESRI 2001).

*Estimativa da distribuição, sobreposição, e tamanho de áreas de uso de botos-cinza e embarcações*

A partir das trajetórias amostradas, a variação na intensidade de uso do espaço (UD: “utilization distribution”, van Winkle, 1975) por grupos de botos-cinza e embarcações foi estimada e gerada em forma de camadas de mapas digitais (*raster*) para toda a área amostral através da densidade kernel com abordagem de movimentos aleatórios tendenciosos, conhecido como “biased random bridge kernel method/movement based kernel estimation” (BRB/MKDE, Benhamou and Cornélis 2010) utilizando o pacote *adehabitatHR* (Calenge 2015). A densidade kernel, neste caso, é uma forma não-paramétrica para estimar a densidade de probabilidade de uso do espaço pelos botos-cinza e embarcações. Em outras palavras, indica a probabilidade de encontrarmos estes em cada local, refletindo a variação da intensidade de uso destes ao longo do estuário. Os métodos de estimativa de kernel baseados em trajetórias, tais como aqueles que usam pontes brownianas (Brownian Bridge, Bullard 1999) ou o próprio BRB/MKDE, levam em consideração não só a densidade dos pontos de localização obtidos, mas também o uso das áreas entre pontos sucessivos, incluindo pontos interpolados entre estes e a variável tempo na estimativa.

O princípio deste método consiste na interpolação de pontos em intervalos regulares entre cada ponto de localização. Em seguida, é calculada uma função kernel Gaussiana circular bivariável com um desvio padrão  $h$ , chamado parâmetro de suavização (Benhamou 2011; Benhamou and Riotte-Lambert 2012). A intensidade de uso (UD) em cada célula do *raster* gerado através deste método é um reflexo da densidade de pontos de localização coletados próximos àquela célula (frequência de uso do local), do trajeto e tempo que o objeto-alvo levou de um ponto de localização a outro (tempo de uso do local). O método BRB/MKDE tem sido considerado ainda mais realista para a estimação da UD com base em trajetórias animais (Benhamou 2011) do que o método por pontes brownianas (Bullard 1999), pois ao invés de assumir que o

movimento é puramente difusivo, ele considera que o movimento de um animal tende a ser direcionado para o ponto seguinte de uma trajetória (Benhamou and Cornéllis 2010) e leva em conta um componente de advecção na trajetória,  $D$ , (isto é, um "desvio" entre as localizações sucessivas).

Foi definido o valor de “ $h$ ” (parâmetro de suavização) como 5 m para os pontos de localização de botos-cinza e barcos, assumido que este reflete a incerteza da estimativa do ponto e a influência espacial do objeto-alvo. O parâmetro “ $D$ ” foi calculado através de máxima verossimilhança, como recomendado por Benhamou and Cornéllis (2010), usando a função “BRB.likD” do pacote adehabitatHR (Calenge, 2015). Os parâmetros “ $t_{max}$ ” e “ $\tau$ ” foram determinados de acordo com as características dos dados. O “ $t_{max}$ ” foi definido igual a 240s. Este valor indica que as trajetórias devem ser consideradas distintas durante o cálculo se o tempo entre localizações for maior do que 4 minutos, uma vez que previamente foi observado que nenhum ponto de localização sucessiva excedeu este período dentro de uma mesma trajetória amostrada. Foi definido o parâmetro “ $\tau$ ” igual a 6s a fim de criar 5 a 10 pontos de interpolação entre localizações sucessivas, visto que foi observado previamente que a média do intervalo entre localizações sucessivas foi de 52s e a mediana se aproximava de 30s.

Após criado os “rasters” de UD pelo BRB/MKDE, foram feitas estimativas prévias do tamanho da área de uso considerando densidades de probabilidade que variaram de 20 a 100%, em intervalos de 5% (Apêndice 2). Essas estimativas revelaram que utilizar 95% da densidade de probabilidade é eficiente para eliminar pontos de localizações “anormais” (causados por movimentos ocasionais ou erros de mensuração e que acarretam superestimação no tamanho da área de uso). Assim, foi utilizada a densidade de probabilidade kernel de 95 e 50%, para estimar o tamanho da área de uso e os centros de atividade, respectivamente, e para avaliar o grau de sobreposição das áreas usadas pelas embarcações sobre as áreas de uso dos botos-cinza.

A distribuição de uso (UD) no espaço e o tamanho da área utilizada pelos botos-cinza e embarcações foram estimados para todo o período de observação, para os dias da semana (WD) e finais de semana (WE) separadamente, e para cada período do dia.

*Fatores que influenciam a intensidade de uso feita por botos-cinza na Baía do Pontal*

As análises de seleção de habitat foram baseadas na construção e seleção de modelos matemáticos (funções de seleção de recursos/condições), métodos descritos por Burnham e Anderson (2002). Tal abordagem foi realizada para examinar se variáveis ambientais (PROF, DMAR, DEST, DPSQ) e embarcações (intensidade de uso das embarcações - UDBA) influenciam na forma como os botos-cinza alocam sua área de uso dentro da Baía do Pontal e se influenciam na intensidade de uso dentro de sua área de uso. Estas duas escalas de análise de seleção de recurso correspondem às escalas de segunda e terceira ordem propostas por Johnson (1980), em que na segunda ordem de seleção é avaliada a escolha feita pelos animais para alocar a área de vida na paisagem, enquanto na terceira ordem é avaliada a seleção de componentes do habitat dentro da área de vida.

Para avaliar quais variáveis influenciaram na escolha dos botos-cinza em alocar sua área de uso na Baía do Pontal (segunda ordem de seleção), comparou-se as características da área usada pelos grupos de botos-cinza (K95%) com as características da área total amostrada dentro da Baía do Pontal. Para isto foram sorteados 2000 pontos aleatórios dentro da área de uso (K95%) por botos-cinza, e 2000 pontos na área amostrada do estuário (com tampão de 10 m de raio). Foi extraído os valores de todas as variáveis para esses pontos (PROF, DMAR, DEST, DPSQ, UDBA). A variável resposta foi binária, ou seja, pontos aleatórios localizados dentro da área de uso receberam valor 1 e pontos aleatórios fora da área de uso receberam valor zero. Modelos Lineares Generalizados (GLM) com distribuição binomial e função “log link” foram realizados e testados através da função “dredge” do pacote “MuMIn” do programa R, considerando todas as possíveis combinações de variáveis explicativas, incluindo o modelo nulo (total de 32 modelos, Apêndice 4). Previamente foram feitas análises de correlação de Pearson entre todas as variáveis explicativas e, uma vez que a correlação foi baixa ( $r_p < 0.5$ ), todas as variáveis foram consideradas nos modelos candidatos. O ordenamento dos modelos foi feito baseado no critério de Akaike corrigido para pequenas amostras (AICc). Modelos foram considerados igualmente plausíveis para explicar o padrão observado quando a diferença do AICc (delta AICc) foi menor do que 2 (Burnham and Anderson 2002). Determinou-se o melhor modelo escolhendo o mais parcimonioso

entre aqueles igualmente plausíveis e com menores valores de AICc (Burnham and Anderson 2002).

Para avaliar quais fatores influenciam na intensidade com que os botos utilizam o espaço dentro de sua área de uso (terceira ordem de seleção), foram extraídos os valores de UD estimados para os botos-cinza (variável resposta) em todos os pontos de localização obtidos durante o monitoramento de suas trajetórias (réplicas). Para esses pontos foram extraídos os valores das variáveis explicativas (PROF, DMAR, DEST, DPSQ, UDBA). Modelos lineares mistos foram executados usando a função “lme” do pacote “nlme” do programa R, considerando como efeito aleatório a trajetória, bem como considerando a autocorrelação espaço-temporal das informações obtidas no tempo  $t$  e  $t+1$  da trajetória, através da função “corAR1” do mesmo pacote. Comparou-se os resultados dos modelos usando a função “corAR1” e “corARMA” e os modelos foram igualmente plausíveis. Decidiu-se usar a função “corAR1”, a qual é mais parcimoniosa por considerar os erros residuais entre localizações sucessivas independentes. Os modelos com todas as possíveis combinações de variáveis e o modelo nulo foram testados através da função “dredge” (total de 32 modelos, Apêndice 5) e selecionados através do critério de Akaike pela mesma metodologia detalhada acima.

#### *Fatores que influenciam os padrões de movimentação dos grupos de botos-cinza na Baía do Pontal*

A fim de avaliar quais fatores influenciam a velocidade média e direcionalidade (ou linearidade) do movimento dos grupos de botos-cinza, primeiramente foram calculados parâmetros de movimentação para todas as trajetórias de botos registradas através do pacote adehabitatLT (Calenge 2015). Assim, para cada intervalo entre duas localizações sucessivas (passo) foi calculada a distância percorrida (dist), o tempo decorrido (dt) e a distância ao quadrado da última localização e do ponto inicial da trajetória ( $R^2$ , Figura 2). Com estes parâmetros foram calculadas as métricas: velocidade média da trajetória (média das velocidades estimadas para cada passo) e o índice de direcionalidade ( $R/\sum \text{dist}$ ) para cada trajetória (Figura 2).

Foram computadas para cada trajetórias as seguintes variáveis explicativas que podem influenciar essas métricas de movimento: distribuição de uso das embarcações (UDBA), presença de embarcações (ENCBA), profundidade (PROF), número de

indivíduos no grupo (NGRU) e proporção de infantes em cada grupo (PRINF). A UDBA foi estimada usando o valor médio da UD de barcos nos pontos de localização da trajetória de cada grupo de botos-cinza. A variável binária ENCBA foi definida com valor 1 quando ocorreu a presença de embarcação (distância menor a 100 m) durante qualquer momento da trajetória do grupo e 0 quando não ocorreu. A PROF foi estimada como a média da profundidade de água nos pontos de localização da trajetória. Os demais parâmetros dizem respeito às características dos grupos de botos-cinza e foram registrados durante o monitoramento da trajetória.

Uma vez obtidas os valores das variáveis, modelos lineares generalizados (GLMs) com distribuição gama foram construídos, testados e selecionados como já mencionado. Todas as combinações possíveis das variáveis explicativas foram feitas, incluindo o modelo nulo, totalizando 32 modelos para cada variáveis resposta (Apêndice 6 e 7).

Com objetivo de caracterizar o padrão de movimentação executado em cada tipo de atividade dos botos-cinza, foi avaliado se houve diferença na velocidade média e na direcionalidade das trajetórias quando os botos executaram predominantemente a atividade de alimentação e deslocamento através de teste *t* de Student. Os registros da atividade de descanso não foram incluídos nessas análises, pois o n-amostral foi muito pequeno. Um nível de significância de 5% foi adotado para estes testes.

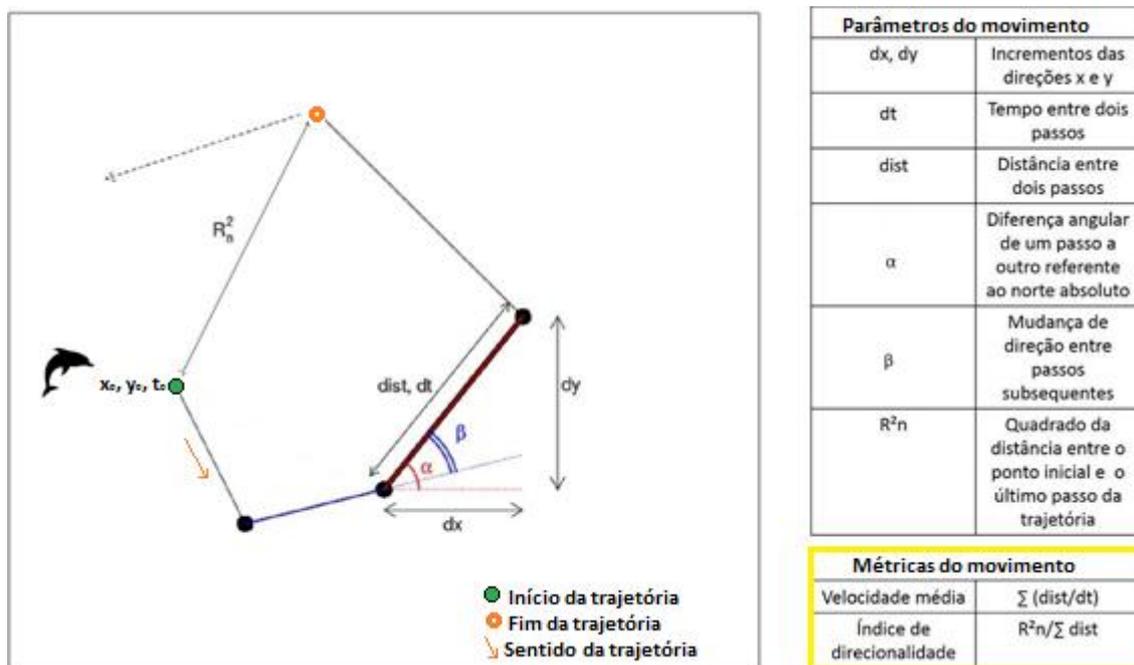


Figura 2- Representação visual dos parâmetros utilizados para calcular a velocidade média e o índice de direcionalidade das trajetórias dos grupos de botos-cinza. Adaptada de Calenge (2006).

### 4.3 Resultados

Foram registradas 89 trajetórias de grupos de botos-cinza sendo  $0,16 \pm 0,06$  traj/h (WD: média=0,19 traj/h; dp=0,44 traj/h; WE: média=0,10 traj/h; dp=0,26 traj/h). Foram registrados 0,06 trajs/h de grupos sem infantes, 0,09 traj/h grupos com infantes e 0,02 traj/h de composição não definida. O tamanho de grupo variou de um a sete indivíduos (moda=2). Os registros de grupos com infantes continham 1 (n=35), 2 (n=12) ou 3 (n=3) indivíduos infantes, 30 registros de grupos foram compostos somente por adultos e 9 registros foram de composição não definida. A atividade predominante foi identificada em 86 trajetórias, sendo 59 grupos em deslocamento, 23 em alimentação e 2 em descanso. Não houve atividade predominante de socialização. Registrou-se 4380 trajetórias de embarcações (WD: média=7,76 traj/h; dp=1,75 traj/h; WE: média=8,87 traj/h; dp=2,71 traj/h). Foram registrados 18 encontros com embarcações, 3 com embarcações motor de centro, 9 com embarcações motor de popa e 6 com embarcações sem motor.

#### **4.3.1 Estimativa de área de uso e centros de atividade pelos grupos de botos-cinza e embarcações e de áreas de sobreposição**

As áreas de uso total (K95%) dos botos-cinza e das embarcações foram 63,38 ha e 94,59 ha, respectivamente (Figura 3 Figura 4). Isso representa 44,46% e 66,36% da área amostrada. A área total usada pelos barcos sobrepôs 90,12% a área usada pelos botos-cinza (Figura 5).

A área dos centros de atividade (K50%) dos botos-cinza foi 16,04 ha e a das embarcações em 20,76 ha (Figura 3 Figura 4), o que corresponde a 11,26% e 14,56% da área amostrada, respectivamente. A área dos centros de atividade dos barcos sobrepôs 26,94% as áreas dos centros de atividade usada pelos botos-cinza (Figura 6). Os locais de maior uso dos botos-cinza foram próximo às barreiras físicas (i.e. margem e bancos de areia) e na entrada do estuário e das embarcações se localizaram próximos à margem.

A área dos centros de atividade dos grupos de botos-cinza em deslocamento (13,33 ha) foi maior que em alimentação (11,68 ha) e em descanso (1,27 ha) (Figura 3b-d). As embarcações sobrepuseram 79,82% da área total usada pelos botos-cinza em alimentação, 91,10% da área quando em descanso e 92,98% da área usada quando em deslocamento. Os centros de atividade das embarcações sobrepuseram mais os centros de atividade de deslocamento (33,57%) do que os das outras atividades (Tabela 1).

Tabela 1 – Área de uso e de centros de atividade e porcentagem de sobreposição da área de uso e dos centros de atividade das embarcações sobre a área de uso e centros de atividade de botos-cinza nos limiares de uso (UD) definidos pelo método de kernel de pontes aleatórias tendenciosas em função dos períodos na Baía do Pontal.

Atividade	Alimentação	Descanso	Deslocamento	Todos
Área de uso K95%	58,80 ha (41,25% da AM)	7,82 ha (5,50% da AM)	47,20 ha (33,12% da AM)	63,38 ha (44,46% da AM)
Centros de atividade K50%	11,68 ha (8,19% da AM)	1,27 ha (0,90% da AM)	13,33 ha (9,35% da AM)	16,04 ha (11,26% da AM)
Área de sobreposição K95%	79,82%	91,10%	92,98%	90,12%
Área de sobreposição K50%	15,24%	10,23%	33,57%	26,94%
Nº trajetórias de botos-cinza	23	2	59	89

AM: área amostrada.

Os locais utilizados pelas embarcações foram distintos em função da sua categoria (Figura 4b-d). A área total utilizada pelas embarcações de motor de centro foi de 56,60 ha, 39,71% da área amostrada e os centros de atividade totalizaram 13,56 ha, 9,58% da área total amostrada. As embarcações com motor de popa utilizaram uma área total de 88,68 ha, 62,22% da área amostrada e seus centros de atividades apresentaram uma área de 24,20 ha, 16,98% da área amostragem. A área total de uso das embarcações sem motor foi de 93,41ha, sendo 65,53% da área amostrada. A área dos centros de atividades dessas embarcações foi 17,71 ha, 12,42% da área total amostrada.

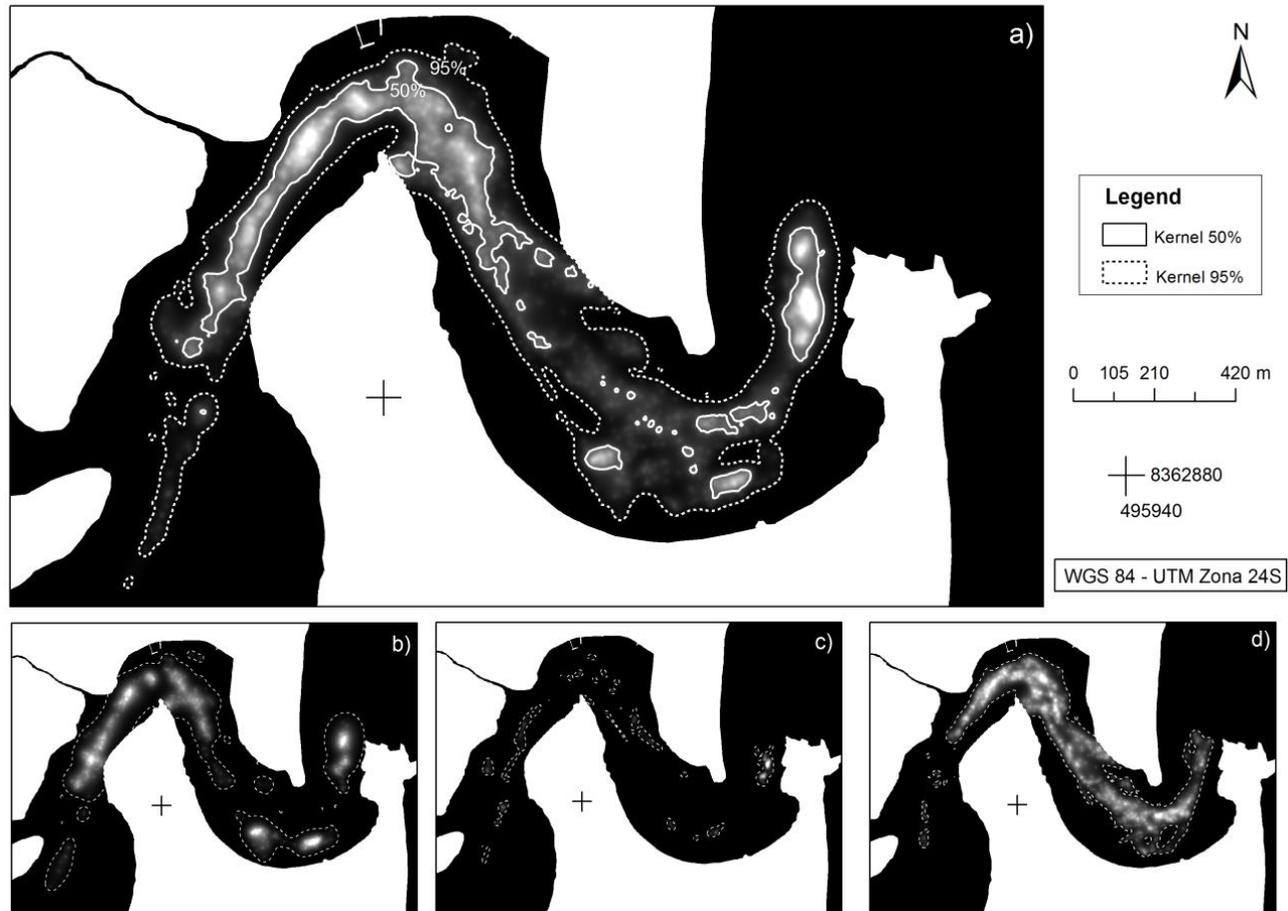


Figura 3- Área utilizada pelos botos-cinza na Baía do Pontal de abril de 2015 a janeiro de 2016 e limiares de uso (UD) definidos pelo método de kernel de pontes aleatórias tendenciosas. a) Área de uso geral; b) de uso para alimentação; c) de uso para descanso; d) de uso para deslocamento. As áreas brancas são as utilizadas por grupos botos-cinza e as áreas pretas são onde não ocorreu registro de grupos.

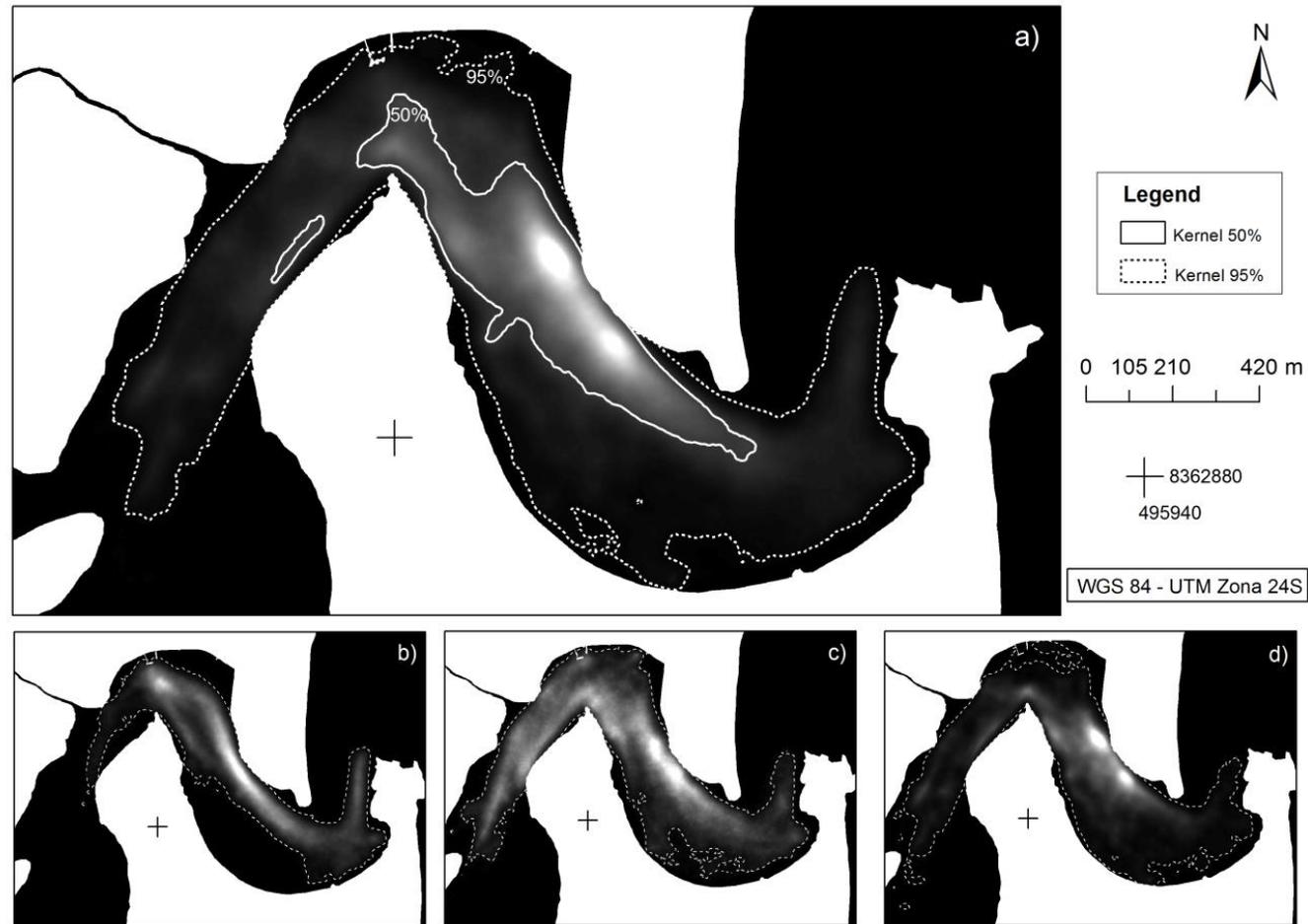


Figura 4- Área utilizada pelas embarcações na Baía do Pontal de abril de 2015 a janeiro de 2016 e limiares de uso (UD) definidos pelo método de kernel de pontes aleatórias tendenciosas. a) Áreas de uso geral das embarcações; b) de embarcações de motor de centro; c) de embarcações de motor de popa; d) de embarcações sem motor. As áreas brancas são as utilizadas por embarcações e as áreas pretas são onde não ocorreu registro de barcos.

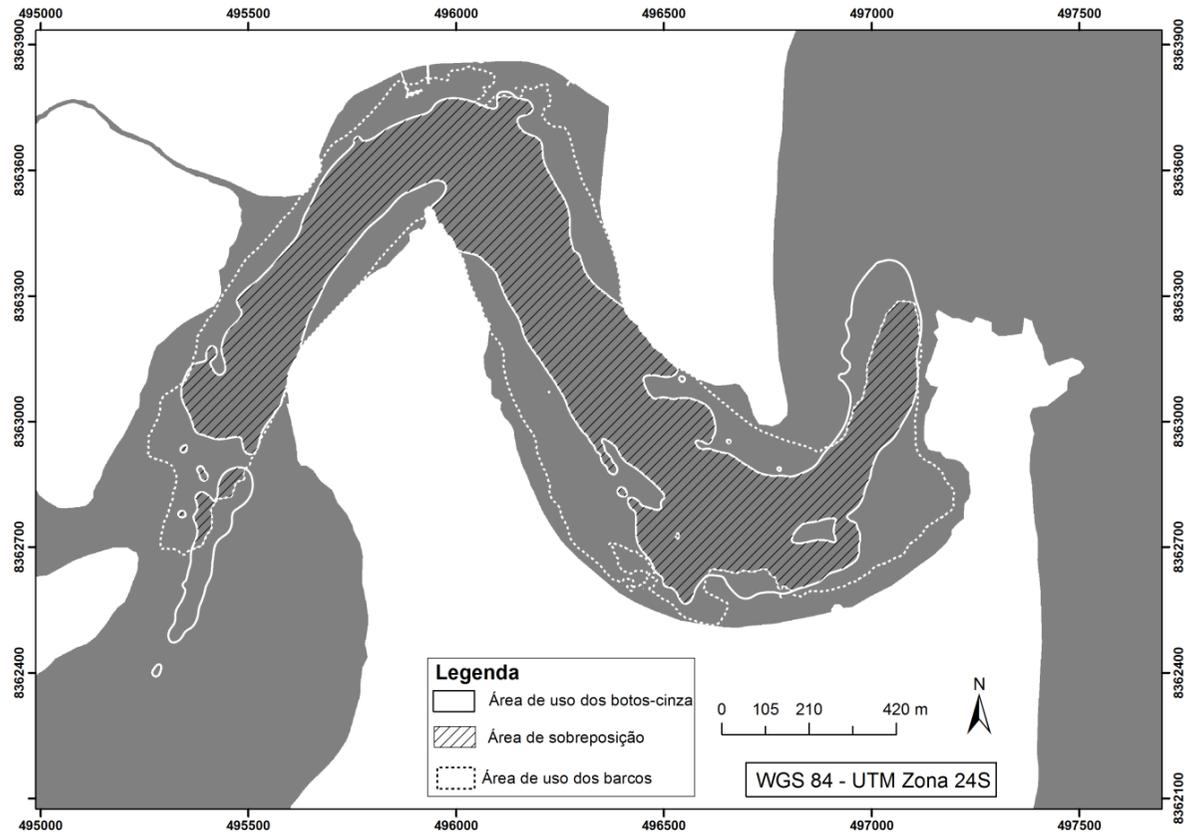


Figura 5- Área total de uso pelos botos-cinza, pelas embarcações e pelas embarcações sobrepondo a área de uso pelos botos-cinza na Baía do Pontal de abril de 2015 a janeiro de 2016. Limiares de uso K95% (UD) definidos pelo método de kernel de pontes aleatórias tendenciosas.

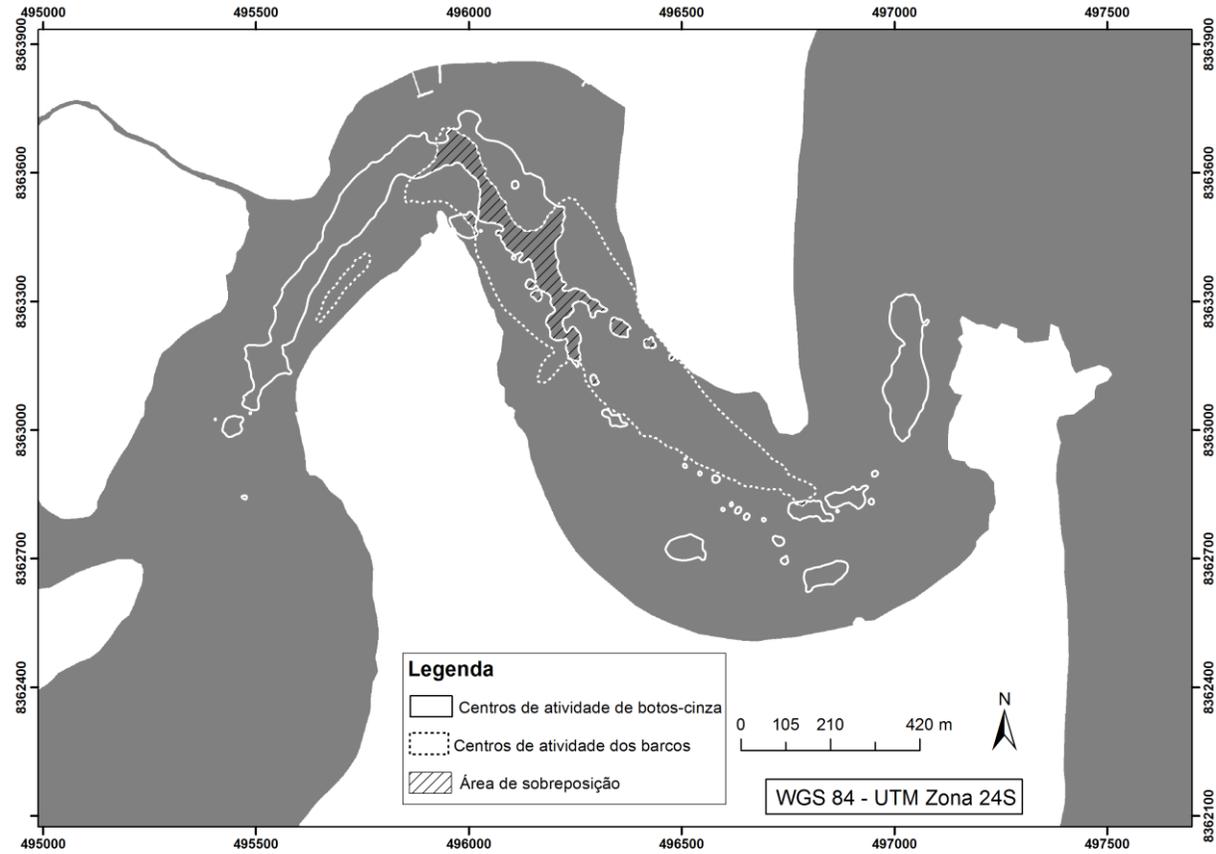


Figura 6- Centros de atividade utilizados pelos botos-cinza e pelas embarcações e área dos centros de atividade das embarcações sobrepondo os centros de atividade dos botos-cinza. Limiares de uso K50% (UD) definidos pelo método de kernel de pontes aleatórias tendenciosas.

Embarcações de algumas categorias usaram mais as áreas utilizadas pelos botos-cinza que outras. As embarcações com motor de centro sobrepuseram menos (64,15%) a área total usada pelos botos-cinza do que as embarcações com motor de popa (85,88%) e sem motor (87,39%). Os centros e atividade das embarcações com motor de popa apresentaram a maior sobreposição (Figura 7) por grupos de botos-cinza (42,11%) e as embarcações sem motor apresentaram a menor sobreposição (16,15%) (Tabela 2).

Tabela 2 - Porcentagem de sobreposição das áreas de uso (K95%) e dos centros de atividade (K50%) dos barcos sobre as áreas utilizadas por botos-cinza nos limiares de uso (UD) definidos pelo método de kernel de pontes aleatórias tendenciosas na Baía do Pontal.

	Motor de centro	Motor de popa	Sem motor	Todos
K95%	64,15% (40,66 ha)	85,88% (54,43 ha)	87,39% (55,38 ha)	90,12% (57,11 ha)
K50%	19,30% (3,10 ha)	42,11% (6,76 ha)	16,15% (2,59 ha)	26,94% (4,32 ha)
Nº trajetórias de barcos	851	825	2704	4380

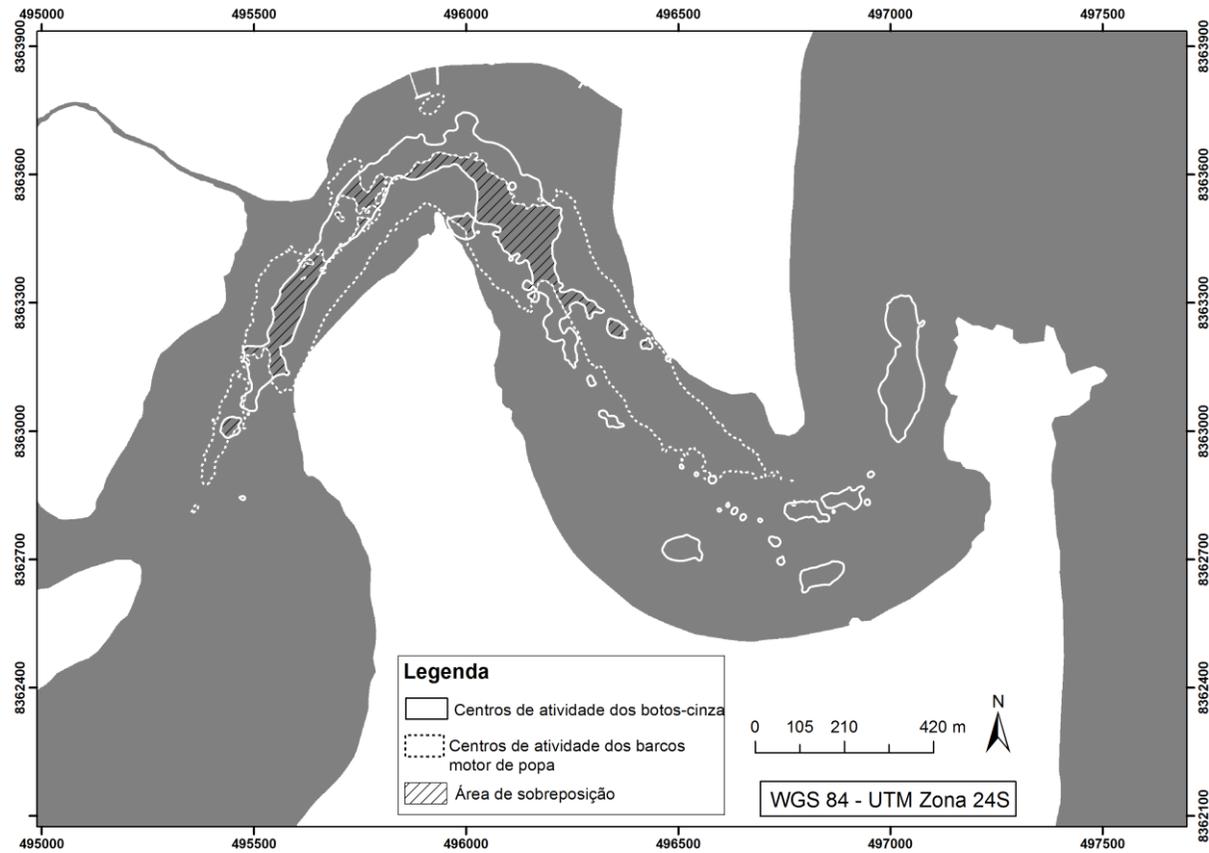


Figura 7 - Centros de atividade dos botos-cinza, das embarcações com motor de popa e área de sobreposição entre os dois. Limiares de uso K50% (UD) definidos pelo método de kernel de pontes aleatórias tendenciosas.

### **4.3.2 Variação temporal das áreas de uso e centros de atividade de botos-cinza e embarcações**

A área de uso dos botos-cinza foi de 54,38 ha durante a manhã (n=41), 36,51 ha no meio do dia (n=20) e 43,05 ha de tarde (n=28). Os grupos concentraram suas atividades em áreas de 11,96 ha de manhã, 7,14 ha de no meio do dia e 10,60 ha de tarde (Figura 8).

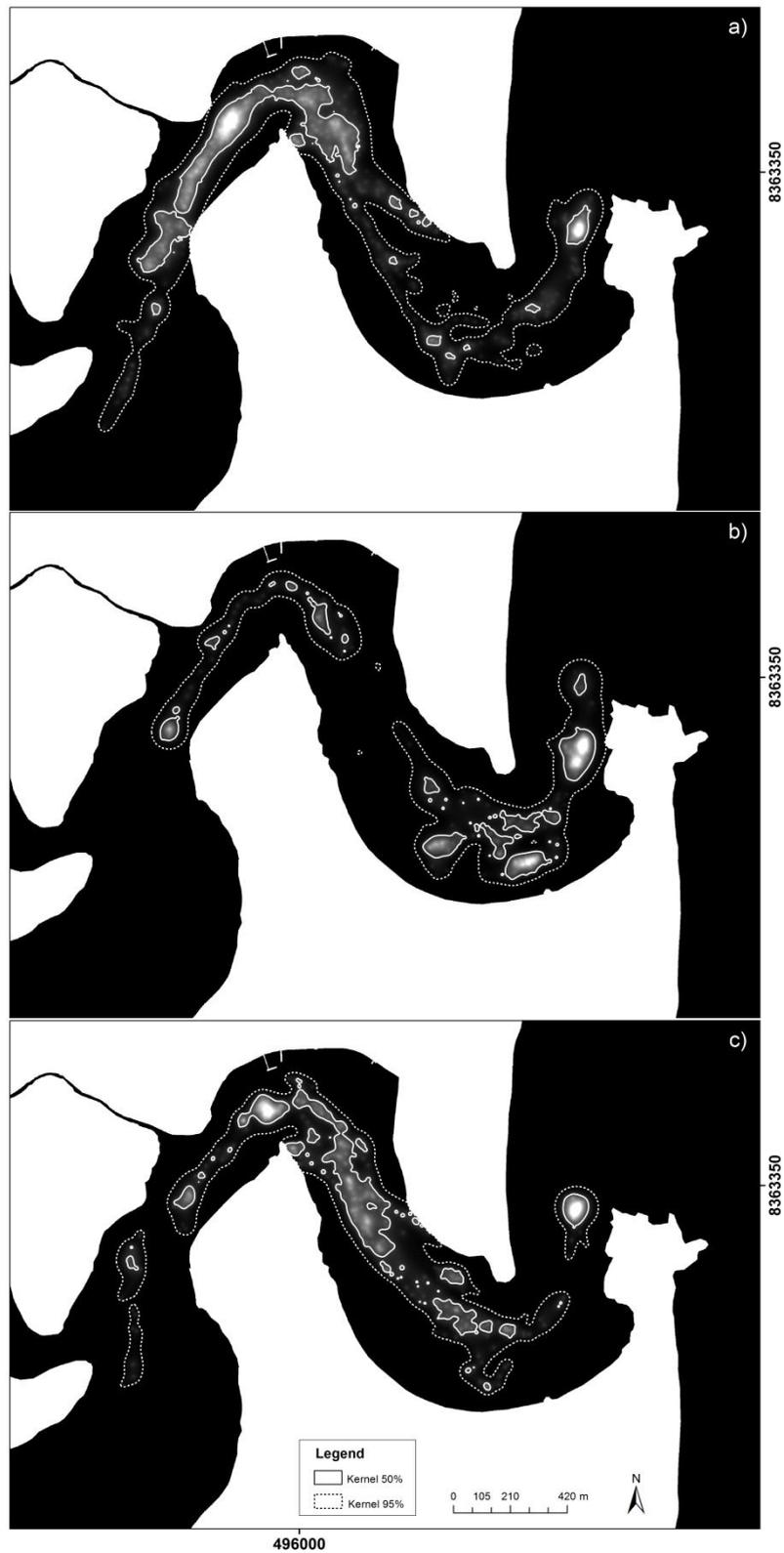


Figura 8- Áreas de uso pelos grupos de botos-cinza durante os períodos do dia e limiares de uso (UD) definidos pelo método de kernel de pontes aleatórias tendenciosas. a) 07h00-10h00; b) 10h30-13h30; c) 14h00-17h00. As áreas brancas são as utilizadas por grupos botos-cinza e as áreas pretas são onde não ocorreu registro de grupos.

A sobreposição da área de uso das embarcações sobre a área de uso pelos botos-cinza variou em função do período do dia (Tabela 3). Durante a manhã, a área de uso foi menos sobreposta (82,95%) do que no meio do dia (87,21%) e de tarde (91,92%). De tarde houve maior sobreposição das embarcações na área de centros de atividade dos botos-cinza (46,07%) e no meio do dia a sobreposição foi menor que 5%.

Tabela 3- Porcentagem de sobreposição das áreas de uso (K95%) e dos centros de atividade (K50%) dos barcos sobre as áreas utilizadas por botos-cinza nos limiares de uso (UD) definidos pelo método de kernel de pontes aleatórias tendenciosas em função dos períodos na Baía do Pontal. Manhã= 07:00-10:00; meio do dia= 10:30-13:30; tarde= 14:00-17:00.

	Manhã	Meio do dia	Tarde	Todos
K95%	82,95%	87,21%	91,92%	90,12%
	(45,11 ha)	(31,84 ha)	(39,57 ha)	(39,57 ha)
K50%	37,04%	1,99%	46,07%	26,94%
	(4,43 ha)	(0,14 ha)	(4,88 ha)	(4,88 ha)
Nº trajetórias botos-cinza/barcos	41/1240	20/1607	28/1533	89/4380

Os grupos de botos-cinza monitorados durante a semana (n=74) usaram uma área maior que os grupos monitorados durante o final de semana (n=15, Figura 9): 62,76 ha e 30,13 ha, respectivamente. O tamanho dos centros de atividades utilizados pelos grupos de botos-cinza foi de 15,58 ha durante a semana e 5,56 ha nos finais de semana.

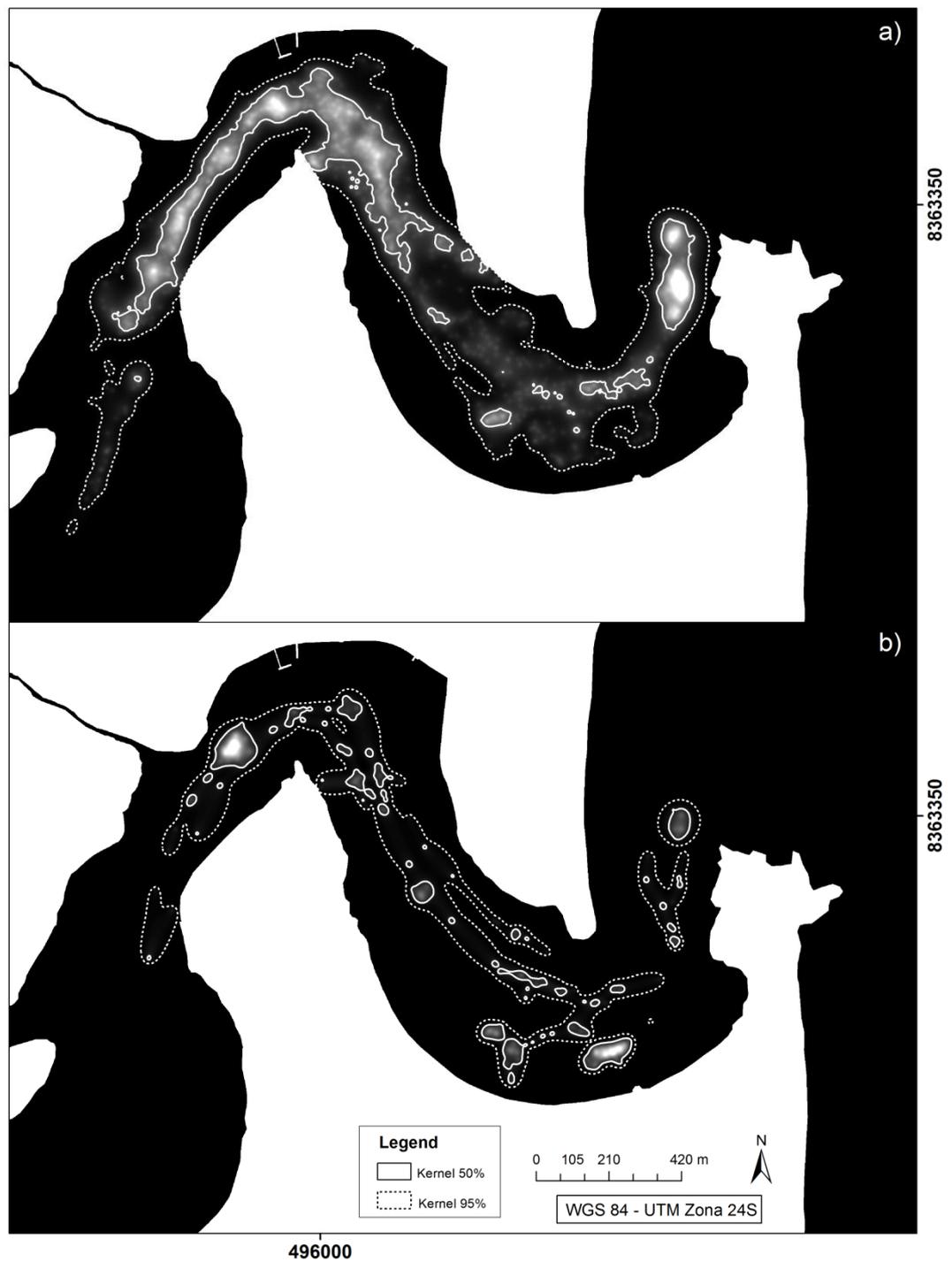


Figura 9 - Área de uso dos botos-cinza em função dos dias da semana. a) de segunda-feira a sexta-feira; b) sábado e domingo. As áreas brancas são as utilizadas por grupos botos-cinza e as áreas pretas são onde não ocorreu registro de grupos.

A sobreposição da área de uso por embarcações sobre as áreas de uso pelos botos-cinza foi de 90,18% durante a semana e 89,35% nos finais de semana. A sobreposição dos centros de atividade foi muito inferior durante os finais de semana (12,16%) que durante a semana (33,66%; Tabela 4).

Tabela 4 - Porcentagem de sobreposição das áreas de uso (K95%) e dos centros de atividade (K50%) dos barcos sobre as áreas utilizadas por botos-cinza nos limiares de uso (UD) definidos pelo método de kernel de pontes aleatórias tendenciosas.

	Dia da semana	Final de semana	Total
K95%	90,18% (56,59ha)	89,35% (26,92ha)	90,12% (39,57ha)
K50%	33,66% (5,23ha)	12,16% (0,68ha)	26,94% (4,88ha)
Nº trajetórias botos/ barcos	74/3047	15/1333	89/4380

#### 4.3.3 Fatores que influenciam a distribuição de uso pelos grupos de botos-cinza

A análise de seleção de modelos (GLM) indica que a batimetria, a distância da margem, a distância dos centros pesqueiros e a distribuição de uso das embarcações são as variáveis que influenciam mais a presença de grupos de botos-cinza na Baía do Pontal (Tabela 5a). Os animais preferem estabelecer sua área de uso no estuário (2º ordem, Johnson, 1980) em maiores profundidade, longe das margens, próximo aos centros pesqueiros e onde há maior uso por barcos.

A distribuição de uso (3º ordem, Johnson, 1980) dos botos-cinza é influenciada pela batimetria e pela distribuição de uso das embarcações (Tabela 5b). Os botos-cinza tendem a utilizar com maior frequência os locais mais profundos, bem como, locais que são menos utilizados pelos barcos de forma geral.

Tabela 5 - Seleções de modelos baseado em AICc para as variáveis que influenciam a área de uso no estuário (a) e locais dentro da distribuição de uso (b) de botos-cinza na Baía do Pontal. As variáveis testadas foram: batimetria (BTM), distância da margem (DMAR), distância da entrada do estuário (DEST), distância dos centros pesqueiros (DPSQ), distribuição de uso das embarcações (UDBA). Apresenta-se também o número de graus de liberdade (df), as diferenças do AICc ( $\Delta_i$ ), e pesos de Akaike ( $\omega_i$ ).

Classificação dos modelos	Modelos <sup>a</sup>	df	AICc	$\Delta_i$	$\omega_i$
<b>(a) área de uso no estuário (seleção de habitat de 2º ordem)</b>					
1	BTM <sup>+</sup> + DMAR <sup>-</sup> + DPSQ <sup>+</sup> + UDBA <sup>+</sup>	5	1712,80	0	0,64
2	BTM <sup>+</sup> + DMAR <sup>-</sup> + DEST + DPSQ <sup>+</sup> + UDBA <sup>+</sup>	6	1713,90	1,11	0,36
3	DMAR <sup>-</sup> + DEST <sup>-</sup> + DPSQ <sup>+</sup> + UDBA <sup>+</sup>	4	1759,0	46,24	0
<b>(b) locais dentro da distribuição de uso (seleção de habitat de 3º ordem)</b>					
1	BTM <sup>+</sup> + UDBA <sup>-</sup>	6	-29610,70	0	0,94
2	BTM <sup>+</sup>	5	-29605,0	5,69	0,06
3	BTM <sup>+</sup> + DMAR <sup>-</sup> + UDBA <sup>-</sup>	7	-29579,2	31,54	0

<sup>a</sup> São apresentados nessa tabela os 3 primeiros modelos dos 32 construídos com todas as combinações possíveis das variáveis explicativas (Apêndice 4 e 5). Os modelos com  $\Delta_i < 2$  são considerados igualmente plausíveis para explicar as variáveis de resposta. Sobrescritos indicam relações positivas ou negativas de cada variável.

#### 4.3.4 Fatores que influenciam o padrão de movimentação dos grupos botos-cinza

As análises de seleção de modelos (GLM) mostrou que nenhuma das cinco variáveis avaliadas foi plausível para prever a velocidade de deslocamento dos grupos de botos-cinza (Tabela 6).

Tabela 6 - Seleção de modelo baseado em AICc para as variáveis que influenciam a velocidade média de botos-cinza na Baía do Pontal. As variáveis testadas foram: proporção de infantes (PRINF), distribuição de uso pelas embarcações (UDBA), número de indivíduos no grupo (NGRU), profundidade (PROF), encontro com embarcação (ENCBA). Apresenta-se também o número de graus de liberdade (df), as diferenças AICc ( $\Delta_i$ ), e pesos de Akaike ( $\omega_i$ ).

Classificação dos modelos	Modelos <sup>a</sup>	df	AICc	$\Delta_i$	$\omega_i$
<b>Velocidade dos botos-cinza</b>					
1	PRINF <sup>-</sup>	3	162,4	0	0,125
2		2	162,6	0,24	0,111
3	PRINF <sup>-</sup> + UDBA <sup>-</sup>	4	163,5	1,09	0,072
4	UDBA <sup>-</sup>	3	163,5	1,18	0,069
5	NGRU <sup>+</sup> + PRINF <sup>-</sup>	4	163,6	1,27	0,066
6	PROF <sup>+</sup> + PRINF <sup>-</sup>	4	164,4	2,06	0,045
7	INTBA <sup>-</sup> + PRINF <sup>-</sup>	4	164,5	2,16	0,043
8	NGRU <sup>+</sup>	3	164,6	2,19	0,042
9	NGRU <sup>+</sup> + PRINF <sup>-</sup>	5	164,6	2,2	0,042
10	PROF <sup>+</sup>	3	164,7	2,34	0,039
11	INTBA <sup>-</sup>	3	164,7	2,35	0,039

<sup>a</sup> Somente modelos com  $\Delta_i < 3$  são mostrados nessa tabela dos 32 modelos construídos com todas as combinações possíveis das variáveis explicativas (Apêndice 6). Os modelos com  $\Delta_i < 2$  são considerados igualmente plausíveis para explicar as variáveis de resposta. Sobrescritos indicam relações positivas ou negativas de cada variável.

A direcionalidade dos grupos de botos-cinza aparentemente é influenciada negativamente pela profundidade (PROF) e positivamente pela distribuição de uso das embarcações (UDBA) (Tabela 7). Os grupos de botos-cinza apresentam direção do movimento maior em locais com profundidade menor e mais usados por embarcações (Modelo PROF+UDBA<sup>+</sup>).

Tabela 7 - Seleção de modelo baseado em AICc para direcionalidade de botos-cinza na Baía do Pontal. As variáveis testadas foram: proporção de infantes (PRINF), distribuição de uso pelas embarcações (UDBA), número de indivíduos no grupo (NGRU), profundidade (PROF), encontro com embarcação (ENCBA). Apresenta-se também o número de graus de liberdade (df), as diferenças AICc ( $\Delta_i$ ), e pesos de Akaike ( $\Omega_i$ ).

<b>Classificação dos modelos</b>	<b>Modelos<sup>a</sup></b>	<b>df</b>	<b>AICc</b>	<b><math>\Delta_i</math></b>	<b><math>\Omega_i</math></b>
<b>Direcionalidade dos botos-cinza</b>					
<b>1</b>	PROF <sup>-</sup> + UDBA <sup>+</sup>	4	50,4	0	0,246
<b>2</b>	INTBA <sup>-</sup> + PROF <sup>-</sup> + UDBA <sup>+</sup>	5	52,4	1,99	0,091
<b>3</b>	NGRU <sup>-</sup> + PROF <sup>-</sup> + UDBA <sup>+</sup>	5	52,5	2,14	0,084
<b>4</b>	PROF <sup>-</sup>	3	52,6	2,22	0,081
<b>5</b>	PROF <sup>-</sup> + PRINF <sup>-</sup> + UDBA <sup>+</sup>	5	52,7	2,3	0,078
<b>6</b>	UDBA <sup>+</sup>	3	52,9	2,51	0,07

<sup>a</sup> Somente modelos com  $\Delta_i < 3$  são mostrados nessa tabela dos 32 modelos construídos com todas as combinações possíveis das variáveis explicativas (Apêndice 7). Os modelos com  $\Delta_i < 2$  são considerados igualmente plausíveis para explicar as variáveis de resposta. Sobrescritos indicam relações positivas ou negativas de cada variável.

#### **4.3.5 Avaliação das diferenças médias no padrão de movimentação entre atividades dos grupos de botos-cinza**

Não houve diferença significativa entre a velocidade média dos botos-cinza quando em alimentação (n= 47; media=1,40 m/s; dp=0,71) e em deslocamento (n=23; média= 1,77 m/s dp=1,09; df=3;  $P=0,24$ ). O índice de direcionalidade médio foi significativamente maior quando os grupos se deslocavam (n=47; média=0,66; dp=0,25) que quando se alimentavam (n=23; média=0,46; dp=0,30; df=3;  $P<0,05$ ).

### **4.4 Discussão**

#### **4.4.1 Uso do espaço pelos botos-cinza e as embarcações**

Os grupos de botos-cinza se distribuíram ao longo de grande parte do estuário, mas concentraram suas atividades na entrada do estuário e próximo a margens e bancos de areia (carta náutica DHN nº1201: Apêndice 3). A modelagem obtida da área de uso

geral foi influenciada principalmente pelas atividades de alimentação e deslocamento dos grupos de botos-cinza. O pequeno tamanho da área de uso para descanso se deve a que somente dois grupos foram observados em repouso. Essa atividade também foi raramente registrada em outros estudos (Edwards and Schnell 2001; Lodi 2003b; Azevedo *et al.* 2007). Uma razão para isso pode ser o fato dos botos-cinza utilizarem o estuário para a atividade de alimentação durante o dia e para o descanso em horários não abrangidos por este estudo. Mate *et al.*, 1995 registraram evidências de descanso de *T. truncatus* durante a noite ao invés do dia.

O tamanho da área de uso para alimentação foi maior que para deslocamento, no entanto o centro de atividade foi menor. Assim o boto-cinza forrageia em todo o estuário, mas concentra boa parte da sua alimentação em áreas pequenas e específicas, próximas aos bancos de areia e na entrada do estuário. Essas áreas podem representar zonas de concentração de presas além de possuir características físicas que ajudam no forrageio. As barreiras físicas podem facilitar a captura de peixes e consequentemente diminuir o gasto energético na atividade de forrageio. Os botos-cinza utilizam as barreiras físicas para encurralar os cardumes e aumentar a eficiência da atividade de forrageio (Williams *et al.* 1996; Rossi-santos and Flores 2009). As entradas dos estuários foram descritas como importantes habitats para o boto-cinza (por exemplo: Batista *et al.*, 2014; Oshima and Santos, 2016; Rossi-Santos, 2006; Wedekin *et al.* 2010). Nessas áreas, a formação de um canal, a pequena variação de maré (Mendes *et al.* 2002) e a quantidade de matéria orgânica dos rios urbanos que deságuam no estuário (Souza *et al.* 2009) podem promover a concentração de peixes.

O deslocamento é a atividade mais frequente dos botos-cinza no estuário. A área de uso para deslocamento pelos grupos de botos-cinza foi em grande parte no centro da Baía do Pontal onde se forma um canal. Esse canal facilita o deslocamento dos animais em função das maiores profundidades e da ausência de barreiras físicas, possibilitando que se desloquem com velocidade maior e menor gasto energético.

As embarcações com motor de popa e sem motor se distribuem por todo o estuário, pois são de pequeno a médio porte e possuem baixo ou nenhum calado. Os centros de atividades das embarcações estão localizados próximo ao canal e à Praia do Cristo. O canal é intensamente utilizado pelas embarcações de motor de centro devido à

profundidade da água ser maior (até 17 m) adequada para a movimentação desse tipo de embarcação de grande porte e alto calado. A área próxima a Praia do Cristo é a principal fonte de barcos de motor de popa e sem motor por ser um local de lazer, onde há um restaurante que aluga caiaques e pranchas de stand up paddle. As embarcações sem motor embora se espalhem por quase todo o estuário, concentram suas atividades em duas áreas próximas ao restaurante.

A área de uso dos grupos de botos-cinza está quase inserida dentro da área de uso das embarcações. No entanto os centros de atividades das embarcações sem motor e com motor de centro sobrepuseram menos de 20 % os centros de atividades dos botos-cinza, porque essas embarcações concentraram suas atividades próximas ao canal e à Praia do Cristo, locais poucos utilizados pelos botos-cinza para se alimentar. As embarcações com motor de popa sobrepuseram mais de 80% da área total usada por grupos de botos-cinza e os centros de atividades dessas embarcações sobrepuseram 42% dos centros de atividades dos botos-cinza. Uma das potenciais áreas de conflito desse tipo de embarcação com botos-cinza fica próximo ao principal local (conhecido como Satélite) de saída de jet skis. O risco de colisão dos botos-cinza com embarcações de motor de popa é elevado porque apresentam alta velocidade e movimentação errática, além de se distribuir em uma grande extensão do estuário, dificultando uma possível fuga dos botos-cinza para outras áreas. A colisão foi apresentada como causa de mortalidade do golfinho-de-hector (*Cephalorhynchus hectori*) na Nova Zelândia (Stone and Yoshinaga 2000) e do golfinho-corcunda-indopacífico (*Sousa chinensis*) e boto-do-índico (*Neophocaena phocaenoides*) em Hong Kong (Parsons and Jefferson 2000). Relatos de fraturas e traumas causados a *S. guianensis* por colisões com embarcações foram registrados no norte do Rio de Janeiro (Van Bresse *et al.* 2007) e no estuário de Cananéia (Santos *et al.* 2010a). Embora não exista o conhecimento de colisões de *S. guianensis* com embarcação na área de estudo, o risco precisa ser levado em consideração visto que áreas de ocorrência são comuns a ambos. As embarcações com motor de popa emitem ruídos mais intensos e em uma faixa de frequências usada por indivíduos da espécie para se comunicar (Albuquerque and Souto 2013; Lima and Le Pendu 2014). O aumento do número de embarcações aumentaria consequentemente as perturbações por ruído, podendo afugentar os botos-cinza da área. O número de

embarcações de motor de popa aumentou nos últimos anos no estuário. Os níveis de emissão de ruído do motor aumentam conforme a potência (Erbe 2002) e a velocidade da embarcação (Arveson and Vendittis 2000), assim as embarcações com motores de popa seriam a principal fonte de perturbação sonora para os botos-cinza.

#### **4.4.2 Variação temporal do uso do espaço por botos-cinza**

Os botos-cinza se distribuíram em uma extensa área da Baía do Pontal de manhã e de tarde, mas concentraram suas atividades no meio do dia em duas áreas descontínuas, no centro e na entrada do estuário. Houve um menor número de grupos de botos-cinza registrados durante o meio do dia. Os botos-cinza podem utilizar o estuário menos durante esse período ou a taxa de detecção dos grupos pelo observador é inferior devido à incidência da luz do sol sobre a superfície da água. As características ecológicas das presas (i.e. disponibilidade, hábitos alimentares e o padrão de distribuição) podem estar influenciando a distribuição dos botos-cinza (Simão and Poletto 2002; Daura-jorge *et al.* 2005) ao longo do dia no estuário, refletindo na preferência de uso de determinadas áreas. O ciclo de maré influencia tanto a entrada dos botos-cinza (Santos *et al.* 2010b) como de peixes no estuário. O fluxo da corrente de maré enchente facilita os animais a nadarem no sentido mar- estuário com menor gasto de energia. Assim os grupos de botos-cinza podem utilizar o fluxo para entrar no estuário à procura de presas que também entram com a maré cheia. Santos *et al.* 2010b observaram mais grupos de botos-cinza de manhã e no final da tarde na mesma área de estudo utilizando a metodologia de detecção visual. As limitações dessa metodologia podem interferir na coleta de dados (Richman *et al.* 2014).

O tamanho das áreas de uso pelos grupos de botos-cinza foi maior durante os dias da semana que durante os finais de semana o que pode ser decorrente do número de trajetórias menor monitoradas durante os finais de semana (n=15). A superfície de distribuição de uso de dias da semana resultante foi próxima à distribuição geral de grupos de botos-cinza, esse resultado pode ser devido à diferença entre os esforços amostrais de dias da semana e finais de semana.

#### 4.4.3 Fatores que influenciam a distribuição de uso pelos grupos de botos-cinza

Os resultados da seleção dos modelos demonstraram que os grupos de botos-cinza selecionaram a área de uso na Baía do Pontal (2° ordem, Johnson, 1980) em função das características ambientais do estuário. Houve preferência para estabelecer sua distribuição de área uso em maior profundidade de água, mais distantes das margens, próximos aos centros pesqueiros e de maior uso por embarcações. O uso de área com maior profundidade pode ser decorrente da preferência dos grupos por transitarem no canal. As profundidades da área usada pelos grupos de botos-cinza nesse estudo foram entre 3 a 14 m, próximo aos resultados de Azevedo et al., 2007 na Baía de Guanabara, RJ (5- 15 m). O estabelecimento de área de uso pelos botos-cinza onde existe maior uso pelas embarcações confirma que ambos usam áreas em comum e selecionam as mesmas características físicas da paisagem (i.e. canal, maiores profundidades) para estabelecerem suas distribuições de uso. A proximidade com as margens pode estar sendo evitada devido às atividades antrópicas serem maiores nesses locais e também por apresentarem, na maior parte, águas rasas. Na Baía do Pontal foi observada poluição orgânica do esgoto humano ao longo de quase toda sua margem (Obs. Pessoal). Azevedo *et al.* (2007) e Wedekin *et al.* (2010) observaram que os locais próximos aos centros urbanos são evitados pelos botos-cinza, em função dos impactos das atividades humanas. Os centros pesqueiros descartam resto de peixes que servem de alimentação para outros peixes maiores (Obs. Pessoal) aumentando a concentração de cardumes nesses locais. Assim a preferência dos botos-cinza para proximidades dos terminais pesqueiros pode ser em virtude ao benefício alimentar que esses locais lhes oferecem. Além disso, esses locais também apresentam águas mais profundas, para proteção do calado das embarcações, que são de preferência dos botos-cinza.

A batimetria e os locais de uso pelas embarcações influenciaram o padrão de distribuição de uso (3° ordem, Johnson, 1980) dos grupos de botos-cinza. O registro de grupos foi maior em águas mais profundas e locais menos utilizados por embarcações. A distribuição de uso geral dos botos foi influenciada principalmente pela atividade de deslocamento podendo ter refletido na sua preferência por águas mais profundas em função da melhor mobilidade nesses locais. A preferência dentro da área de uso por locais de menor uso por embarcação pode ser justificado por eles estarem evitando os

locais de maior uso por barcos em função da perturbação que estes lhes causam. Os locais de maior uso pelas embarcações podem representar locais mais ruidosos e, em consequência, gerando maior incômodo aos botos-cinza. Os odontocetos apresentam grande capacidade de discriminação de sons (Bejder and Samuels 2002; Lusseau 2004) e utilizam um sistema de ecolocalização para perceber o ambiente (Au 2004). Os ruídos emitidos podem mascarar a vocalização (van Parijs and Corkeron 2001; Albuquerque and Souto 2013) e desorientar o sistema de navegação de odontocetos (Erbe 2002) fazendo com que eles evitem os locais com maior intensidade de ruídos.

#### **4.4.4 Fatores que influenciam o padrão de movimentação dos grupos botos-cinza**

A velocidade média de deslocamento dos botos-cinza não foi influenciada por nenhuma das cinco variáveis avaliadas: proporção de infantes no grupo, locais de uso de embarcações, número de indivíduos no grupo, profundidade da água e encontro com embarcações. Os indivíduos da espécie apresentam alternância de velocidade de acordo com as atividades que realiza (Flach *et al.* 2008) e com as mudanças do ambiente ao longo da trajetória, sendo difícil prever uma variável que influencie a sua velocidade média.

A profundidade e os locais de uso por embarcações influenciaram a direcionalidade de movimentação dos grupos de botos-cinza. Os animais apresentam maior direcionalidade em locais com profundidades menores. Esse resultado foi contra o esperado, visto que se acredita que os botos-cinza utilizem técnicas de alimentação de encurralamento de peixes (Rossi-santos and Flores 2009): em águas rasas eles teriam movimentos menos direcionais em função dessa atividade (Flach *et al.* 2008). No entanto, eles têm menos liberdade de movimentação em menores profundidades, obrigando-os a ser mais direcionais. Além disso, se eles usam mais os locais mais profundos do estuário, então eles fariam movimentos mais direcionais no ambiente menos preferido. Os grupos de botos-cinza se movimentam mais direcionalmente em locais mais usados por embarcações. A direcionalidade maior dos grupos em locais altamente frequentados por barcos pode ser explicada pela fuga para áreas seguras (Lusseau 2003; Carrera 2004) ou toleráveis auditivamente (La Manna *et al.* 2013). A população de *T. truncatus* no arquipélago de Cres-Lošinj, Croácia evita as regiões

ruidosas caracterizadas pela intensa movimentação de barcos de lazer e utilizam áreas periféricas aos centros de tráfego (Rako *et al.* 2013). Na costa sul de Zanzibar, África Oriental, grupos de golfinhos-nariz-de-garrafa-do-índico (*Tursiops aduncus*) apresentaram uma proporção significativamente maior de movimentos erráticos (não direcional) e os grupos com filhotes aumentam a frequência de deslocamento com o aumento de embarcações turísticas (Stensland and Berggren 2007). Deslocamento similar de grupos com filhotes em relação ao tráfego de barco foi registrado para mesma espécie na costa leste da Austrália, os grupos deixam a área temporariamente quando tráfego aumentou (Steckenreuter *et al.* 2012).

#### **4.4.5 Direcionalidade e atividade**

Quando os animais estavam predominantemente se deslocando, a direção média do grupo foi maior que quando estavam se alimentando, um resultado que corrobora com a discriminação visual dessas atividades. O índice de direcionalidade calculado a partir de localizações medidas com o teodolito constitui uma ferramenta objetiva e confiável para diferenciar duas atividades difíceis de identificar visualmente (Azevedo *et al.* 2009). Assim, Santos *et al.* (2010b) registraram na Baía do Pontal 49,3% de indivíduos em alimentação e 50,3% em deslocamento enquanto foram observados 26,7% de grupos em alimentação e 68,6% em deslocamento, isso pode ser devido ao uso de uma definição de atividades diferente da utilizada pelos autores.

#### **4.5 Conclusão**

Esse estudo confirma que existem áreas de utilização comuns a grupos de botos-cinza e embarcações e que as embarcações influenciam o comportamento espacial dos grupos. Os botos-cinza e as embarcações requerem áreas com as mesmas características ambientais no estuário.

O maior risco enfrentado pelos botos-cinza na Baía do Pontal é a presença de embarcações com motor de popa com as quais compartilham a maior área de uso e centros de atividade. As embarcações com motor de popa transitam pelo estuário em alta velocidade e com movimentos erráticos oferecendo risco de colisão tanto para os botos-cinza quanto para os banhistas.

Os botos-cinza utilizaram mais o estuário para se deslocar, refletindo assim, em uma maior sobreposição pelas embarcações nessas áreas devido à preferência de ambos em transitarem pelas maiores profundidades do canal.

Embora a distribuição espacial de botos-cinza possa estar parcialmente determinada pelo tráfego de embarcações na Baía do Pontal, outros fatores influenciam a presença dos animais nessa área: os grupos foram mais abundantes em locais onde a profundidade de água é maior, apesar de serem as áreas de maior trânsito de embarcações com motor de centro. As profundidades maiores e os locais de alta abundância de embarcações fez com que os grupos de botos-cinza manifestassem movimentação mais direcional.

As características ambientais do estuário são determinantes para atrair os botos-cinza na área, apesar do impacto negativo decorrente do trânsito de embarcações motorizadas. A tolerância dos botos-cinza depende do equilíbrio entre os benefícios que a área lhes oferece e os custos do impacto do tráfego. Os benefícios que a área lhes oferece, em termos de abrigo e recursos alimentares devem ser maiores do que as consequências negativas que os barcos lhes causam. A distância e a disponibilidade de outras áreas semelhantes, com características adequadas aos requisitos da espécie também pode estar interferindo na permanência dos botos-cinza na Baía do Pontal.

A utilização da ecologia do movimento pra identificar os fatores que modelam o comportamento espacial dos botos-cinza permitiu uma abordagem dinâmica do seu uso do habitat. A atividade dos animais está intimamente relacionada com o movimento, assim os resultados sobre o uso do espaço a partir das trajetórias gerou informações de relevância sobre a ecologia da espécie que poderá ser usada para o manejo da população. Os métodos de ecologia de movimentação podem ser aplicados em outros estuários com botos-cinza para verificar se é possível generalizar os resultados dessa pesquisa para definir ações de preservação e conservação da espécie em estuários.

### **Agradecimentos**

Agradeço à Fundação de Amparo à Pesquisa do Estado da Bahia, à Animal Behavior Society e ao Programa de Pós-Graduação em Ecologia de Sistemas Aquáticos Tropicais da Universidade Estadual de Santa Cruz pelo financiamento do projeto; à Coordenação

de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior (CAPES) pela bolsa de mestrado; aos parceiros do Grupo de Pesquisa em Mamíferos Aquáticos de Ilhéus (GPMIAI), em especial a Érica Lopes que colaborou na coleta e transcrição dos dados; ao Núcleo de Biologia Computacional e Gestões de Informações Biotecnológicas (NBCGIB) pelo suporte técnico; ao Terminal Pesqueiro Bahia Pesca e ao Pontal Praia Hotel; à Marcela Imamura pelo apoio científico e contínuo estímulo; ao Tássio Moreira pela ajuda com o programa ArcGis; ao Gastón A. F. Giné, Gil Marcelo R. Strenzel e Niel N. Teixeira pelos conselhos, ensinamentos e auxílio metodológico.

#### 4.6 REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Anderson, D. R., and K. P. Burnham. 2002. When Using Information-Theoretic Pitfalls Avoiding. *The Journal of Wildlife Management* 66:912–918.
- Albuquerque, N. de S., and A. da S. Souto. 2013. Motorboat noise can potentially mask the whistle sound of estuarine dolphins (*Sotalia guianensis*). *Ethnobiology and Conservation* 2:1–15.
- Altmann, J. 1974. Observational study of behavior - sampling methods. *Behaviour* 49:227–267.
- Araújo, J. P. de, J. Z. de O. Passavante, and A. da S. Souto. 2003. Behavior of the estuarine dolphin *Sotalia guianensis* at Dolphin Bay, Rio Grande do Norte, Brazil. *Tropical Oceanography* 31:101–112.
- Arveson, P. T., and D. J. Vendittis. 2000. Radiated noise characteristics of a modern cargo ship. *The Journal of the Acoustical Society of America* 107:118–129.
- Au, W. W. L. 2004. Echolocation Signals of Wild Dolphins. *Acoustical Physics* 50:454–462.
- Azevedo, A. D. F., T. L. Bisi, M. Van Sluys, P. R. Dorneles, and J. L. Jr. Brito. 2009. Comportamento do boto-cinza (*Sotalia guianensis*) (Cetacea: Delphinidae): amostragem, termos e definições. *Oecologia Brasiliensis* 13:192–200.
- Azevedo, A. F., A. M. Oliveira, S. C. Viana, and M. Van Sluys. 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* 87:201–205.
- Batista, R. L. G., M. R. Alvarez, M. do S. S. dos Reis, M. J. Cremer, and A. Schiavetti. 2014. Site fidelity and habitat use of the Guiana dolphin, *Sotalia guianensis* (Cetacea : Delphinidae), in the estuary of the Paraguaçu River, northeastern Brazil.

North-Western Journal of Zoology 10:93–100.

Bauduin, S., J. Martin, H. H. Edwards, O. Gimenez, S. M. Koslovsky, and D. E. Fagan. 2013. An index of risk of co-occurrence between marine mammals and watercraft: Example of the Florida manatee. *Biological Conservation* 159:127–136.

Bejder, L., and A. Samuels. 2002. Evaluating the effects of nature-based tourism on cetaceans. Pages 229–256 in N. Gales, M. Hindell and R. Kirkwood, eds. *Marine Mammals: Fisheries, Tourism and Management Issues*. CSIRO Publishing, Collingwood, Victoria, Australia.

Van Beneden, E. 1864. Sur un dauphin nouveau et un ziphiode rare. *Mémoires de l'Académie Royale de Belgique* 41:2–44.

Benhamou, S., and D. Cornélis. 2010. Incorporating movement behavior and barriers to improve kernel home range space use estimates. *Journal of Wildlife Management* 74:1353–1360.

Benhamou, S., and L. Riote-Lambert. 2012. Beyond the utilization distribution: identifying home range areas that are intensively exploited or repeatedly visited. *Ecological Modelling* 227:112–116.

Benhamou, S. 2011. Dynamic approach to space and habitat use based on biased random bridges. *PLoS ONE* 6.

Bezamat, C., L. L. Wedekin, and P. C. Simões-lopès. 2014. Potential ship strikes and density of humpback whales in the Abrolhos Bank breeding ground, Brazil. *Aquatic Conservation: Marine and Freshwater Ecosystems*.

Van Bresseem, M., K. Van Waerebeek, J. C. Reyes, *et al.* 2007. A preliminary overview of skin and skeletal diseases and traumata in small cetaceans from South American waters. *Latin American Journal of Aquatic Mammals* 6:7–42.

Bullard, F. 1999. Estimating the home range of an animal: a Brownian bridge approach.

- Calenge, C. 2015. Home range estimation in R: the adehabitatHR package. R vignette:1–60.
- Calenge, C. 2006. The package “adehabitat” for the R software: A tool for the analysis of space and habitat use by animals. *Ecological Modelling* 197:516–519.
- Cantor, M., L. L. Wedekin, P. R. Guimarães, F. G. Daura-jorge, M. R. Rossi-Santos, and P. C. Simões-Lopes. 2012. Disentangling social networks from spatiotemporal dynamics: the temporal structure of a dolphin society. *Animal Behaviour* 84:641–651.
- Carrera, M. L. R. 2004. Avaliação do impacto causado por embarcações de turismo no comportamento do boto cinza (*Sotalia fluviatilis*) na baía dos golfinhos, Tibau do sul, RN, Brasil.
- Daura-jorge, F. G., L. L. Wedekin, V. de Q. Piacentini, and P. C. Simões-lobes. 2005. Seasonal and daily patterns of group size , cohesion and activity of the estuarine dolphin, *Sotalia guianensis* (P.J van Bénédén) (Cetacea , Delphinidae ), in southern Brazil. *Revista Brasileira de Zoologia* 22:1014–1021.
- Daura-jorge, F. G., L. L. Wedekin, and P. C. Simões-lobes. 2004. Variação sazonal na intensidade dos deslocamentos do boto-cinza, *Sotalia guianensis* (Cetacea : Delphinidae), na Baía Norte da Ilha de Santa Catarina. *Biotemas* 17:203–216.
- Diretoria de Hidrografia e Navegação. 2009. Carta Náutica N° 1201 – Porto de Ilhéus e adjacências: Diretoria de Hidrografia e Navegação. Marinha do Brasil.
- Edwards, H. H., and G. D. Schnell. 2001. Status and ecology of *Sotalia fluviatilis* in the Cayos Miskito Reserve, Nicaragua. *Marine Mammal Science* 17:445–472.
- Erbe, C. 2002. Underwater noise of whale-watching boats and potential effects on killer whales (*Orcinus Orca*), based on an acoustic impact model. *Marine Mammal Science* 18:394–418.
- ESRI, E. S. R. I. 2001. Redlands uu8uUsing ArcGIS Spatial Analyst.

- Flach, L., P. A. Flach, and A. G. Chiarello. 2008. Aspects of behavioral ecology of *Sotalia guianensis* in Sepetiba Bay , southeast Brazil. *Marine Mammal Science* 24:503–515.
- Flores, P. A. C., and V. M. F. Da Silva. 2009. Tucuxi and Guiana Dolphin (*Sotalia fluviatilis* and *S. guianensis*). Pages 1188–1192 in 2nd edn. PERRIN, W. F.; WÜRSIG, B.; THEWISSEN, J. G. M. *Encyclopedia of marine mammals*. USA: Academic Press.
- Geise, L., N. Gomes, and R. Cerqueira. 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.
- Gurarie, E., R. D. Andrews, and K. L. Laidre. 2009. A novel method for identifying behavioural changes in animal movement data. *Ecology Letters* 12:395–408.
- Gurarie, E., and O. Ovaskainen. 2013. Towards a general formalization of encounter rates in ecology. *Theoretical Ecology* 6:189–202.
- Hardt, F. A. S., M. J. Cremer, A. J. Tonello Jr, and P. C. A. Simões-Lopes. 2010. Residence patterns of the guiana dolphin *Sotalia guianensis* in Babitonga Bay, south coast of Brazil. *Lajam* 8:117–121.
- Hayes, A. J. S. 1999. Ocorrência e utilização de habitat da forma marinha do tucuxi, *Sotalia fluviatilis*, na Praia de Iracema, Brasil, através de observações a partir de um ponto fixo. *Faro, Universidade do Algarve* 52:1–10.
- Hoop, J. M. Van Der, A. S. M. Vanderlaan, T. V. N. Cole, *et al.* 2015. Vessel strikes to large whales before and after the 2008 ship strike rule. *Conservation Letters* 8:24–32.
- IBGE, I. B. de G. e E. 2004. Modelo de ondulação geoidal brasileiro. <http://www.ibge.gov.br/home/geociencias/geodesia/m>.
- Imamura, M. M. 2015. As interações entre *Sotalia guianensis* (Cetartiodactyla,

Delphinidae) e embarcações: efeitos sobre o comportamento de superfície.

- Johnson, D. H. 1980. The comparison of usage and availability measurements for evaluating resource preference. *Ecology* 61:65–71.
- Lima, A., and Y. Le Pendu. 2014. Evidence for signature whistles in Guiana dolphins (*Sotalia guianensis*) in Ilhéus, northeastern Brazil. *The Journal of the Acoustical Society of America* 136:3178–3185.
- Linkov, I., D. Burmistrov, J. Cura, and T. S. Bridges. 2002. Risk-based management of contaminated sediments: Consideration of spatial and temporal patterns in exposure modeling. *Environmental Science and Technology* 36:238–246.
- Lodi, L. F., and M. Borobia. 2013. Baleias, botos e golfinhos do Brasil. Guia de identificação. Technical Books Editora, Rio de Janeiro.
- Lodi, L. F. 2003a. A conservação do boto-cinza na Baía de Paraty. *Ciência Hoje* 34:66–73.
- Lodi, L. F. 2003b. Seleção e uso do hábitat pelo boto-cinza, *Sotalia guianensis* (Van Bénédén, 1864) (Cetacea, Delphinidae), na baía de Paraty, estado do Rio de Janeiro. *Bioikos, PUC-Campinas* 17:5–20.
- Lodi, L. 2003c. Tamanho e composição de grupos do boto-cinza, *Sotalia guianensis* (Van Bénédén, 1864) (Cetacea, Delphinidae), na baía de Paraty, Rio de Janeiro, Brasil. *Atlântica* 25:135–146.
- Lusseau, D. 2003. Effects of tour Boats on the behavior of bottlenose dolphins: using markov chains to model anthropogenic impacts. 17:1785–1793.
- Lusseau, D. 2005. Residency pattern of bottlenose dolphins *Tursiops spp.* in Milford Sound, New Zealand, is related to boat traffic. *Marine Ecology Progress Series* 295:265–272.
- Lusseau, D. 2004. The hidden cost of tourism : detecting long-term effects of tourism

using behavioral Information. *Ecology and Society* 9:2.

Lusseau, D. 2006. The short-term behavioral reactions of bottlenose dolphins to interactions with boats in Doubtful Sound, New Zealand. *Marine Mammal Science* 22:802–818.

La Manna, G., M. Manghi, G. Pavan, F. Lo Mascolo, and G. Sará. 2013. Behavioural strategy of common bottlenose dolphins (*Tursiops truncatus*) in response to different kinds of boats in the waters of Lampedusa Island (Italy). *Aquatic Conservation: Marine and Freshwater Ecosystems* 23:745–757.

Mate, B. R., K. A. Rossabach, S. L. Nieukirk, R. S. Wells, A. B. Irvine, M. D. Scott, and A. J. Read. 1995. Satellite-monitored movements and dive behavior of a bottlenose dolphin (*Tursiops truncatus*) in Tampa Bay, Florida. *Marine Mammal Science* 11:452–463.

Mendes, S., W. Turrell, T. Lütkebohle, and P. Thompson. 2002. Influence of the tidal cycle and a tidal intrusion front on the spatio-temporal distribution of coastal bottlenose dolphins. *Marine Ecology Progress Series* 239:221–229.

Morales, J. M., D. T. Haydon, J. Frair, K. E. Holsinger, and J. M. Fryxell. 2004. Extracting more out of relocation data: Building movement models as mixtures of random walks. *Ecology* 85:2436–2445.

Moura, J. F. De, R. A. Hauser-Davis, L. Lemos, R. Emin-lima, and S. Siciliano. 2014. Guiana dolphins (*Sotalia guianensis*) as marine ecosystem sentinels: ecotoxicology and emerging diseases. *Reviews of Environmental Contamination and Toxicology*. Pages 2–29 in D. M. Whitacre, ed. *Reviews of environmental contamination and toxicology*, Vol. 228. Springer International Publishing, Cham.

Nathan, R., W. M. Getz, E. Revilla, M. Holyoak, R. Kadmon, D. Saltz, and P. E. Smouse. 2008. A movement ecology paradigm for unifying organismal movement research. *Proc Natl Acad Sci U S A* 105:19052–19059.

Oshima, J. E. D. F., and M. C. D. O. Santos. 2016. Guiana dolphin home range analysis

- based on 11 years of photo-identification research in a tropical estuary. *Journal of Mammalogy* 97:599–610.
- van Parijs, S. M., and P. J. Corkeron. 2001. Boat traffic affects the acoustic behaviour of Pacific humpback dolphins, *Sousa chinensis*. *Journal of the Marine Biological Association of the UK* 81:533–538.
- Parsons, E. C. M., and T. A. Jefferson. 2000. Post-mortem investigations on stranded dolphins and porpoises from Hong Kong waters. *Journal of Wildlife Diseases* 36:342–356.
- le Pendu, Y., M. Danielo, G. A. Rosa, and W. Santos. 2015. Population parameters of the Guiana dolphin (*Sotalia guianensis*) in Ilhéus, Bahia, Brazil. *in* 21st Biennial Conference on the Biology of Marine Mammals. São Francisco, USA.
- Pirotta, E., N. D. Merchant, P. M. Thompson, T. R. Barton, and D. Lusseau. 2015a. Quantifying the effect of boat disturbance on bottlenose dolphin foraging activity. *Biological Conservation* 181:82–89.
- Pirotta, E., P. M. Thompson, B. Cheney, C. R. Donovan, and D. Lusseau. 2015b. Estimating spatial, temporal and individual variability in dolphin cumulative exposure to boat traffic using spatially explicit capture-recapture methods. *Animal Conservation* 18:20–31.
- Rako, N., C. M. Fortuna, D. Holcer, *et al.* 2013. Leisure boating noise as a trigger for the displacement of the bottlenose dolphins of the Cres-Lošinj archipelago (northern Adriatic Sea, Croatia). *Marine Pollution Bulletin* 68:77–84.
- Randi, M. A. F., P. Rassolin, F. C. W. Rosas, and E. L. A. Monteiro-Filho. 2008. Padrão de cor da pele. Pages 11–16 *in* E. L. A. Monteiro-Filho and K. D. K. A. Monteir, eds, 1st edn. *Biologia, ecologia e conservação do boto-cinza*. Letras Editora e Gráfica LTDA, São Paulo.
- Redfern, J. V., M. F. McKenna, T. J. Moore, *et al.* 2013. Assessing the Risk of Ships Striking Large Whales in Marine Spatial Planning. *Conservation Biology* 27:292–

302.

- Richardson, W., C. Greene Jr, C. Malme, and D. Thomson. 1995. *Marine Mammals and Noise*. Academic Press, San Diego, USA.
- Richman, N. I., J. M. Gibbons, S. T. Turvey, *et al.* 2014. To see or not to see: investigating detectability of ganges river dolphins using a combined visual-acoustic survey. *PLoS ONE* 9:1–12.
- Rossi-santos, M. R., and P. A. C. Flores. 2009. Feeding Strategies of the Guiana Dolphin *Sotalia guianensis*. *The Open Marine Biology Journal* 3:70–76.
- Rossi-Santos, M. R., L. L. Wedekin, and E. L. A. Monteiro-Filho. 2007. Residence and site fidelity of *Sotalia guianensis* in the Caravelas River Estuary, eastern Brazil. *Journal of the Marine Biological Association of the UK* 87:207.
- Rossi-Santos, M. R. 2006. Ecologia comportamental do boto-cinza, *Sotalia guianensis* (Van Bénédén, 1864) (Cetacea: Delphinidea) na região extremo sul do Estado da Bahia.
- Santos, M. C. O., M. B. Campolim, I. S. Parada, P. Dunker, and E. Silva. 2010a. The triumph of the commons: working towards the conservation of Guiana dolphins (*Sotalia guianensis*) in the Cananéia estuary, Brazil. *Latin American Journal of Aquatic Mammals* 8:187–190.
- Santos, M. S., A. Schiavetti, and M. R. Alvarez. 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* 41:80–88.
- Santos, U. A. dos, M. R. Alvarez, A. C. Schilling, G. M. R. Strenzel, and Y. Le Pendu. 2010b. Spatial distribution and activities of the estuarine dolphin *Sotalia guianensis* (Van Bénédén, 1864) (Cetacea, Delphinidae) in Pontal Bay, Ilhéus Bahia, Brazil. *Biota Neotropica* 10:67–73.
- Secchi, E. 2012. *Sotalia guianensis*. IUCN 2012. IUCN Red List of Threatened Species.

Version 2012.2.:1–13.

- Silva, M. A. M., M. F. L. De Souza, and P. C. Abreu. 2015. Spatial and temporal variation of dissolved inorganic nutrients, and chlorophyll-a in a tropical estuary in northeastern Brazil: dynamics of nutrient removal. *Brazilian Journal of Oceanography* 63:1–15.
- Da Silva, V. M. F., and R. C. Best. 1996. *Sotalia fluviatilis* Gervais, 1853. *Mammalian Species* 527:1–7.
- Simão, S. M. M., and F. R. R. Poletto. 2002. Áreas preferenciais de pesca e dieta do ecótipo marinho do boto-cinza (*Sotalia guianensis*) na Baía de Sepetiba, RJ. *Floresta e Ambiente* 1:18–25.
- Souza, M. F. L. de, G. F. Eça, M. A. M. Silva, F. A. C. Amorim, and I. P. Lôbo. 2009. Distribuição de nutrientes dissolvidos e clorofila-a no estuário do rio Cachoeira, nordeste do Brasil. *Atlântica* 31:107–121.
- Steckenreuter, A., R. Harcourt, and L. Möller. 2012. Are speed restriction zones an effective management tool for minimising impacts of boats on dolphins in an australian marine park? *Marine Policy* 36:258–264.
- Stensland, E., and P. Berggren. 2007. Behavioural changes in female Indo-Pacific bottlenose dolphins in response to boat-based tourism. *Marine Ecology Progress Series* 332:225–234.
- Stone, G. S., and A. Yoshinaga. 2000. Hector's Dolphin *Cephalorhynchus hectori* calf mortalities may indicate new risks from boat traffic and habituation. *Pacific Conservation Biology* 6:162–170.
- Trimble. 2014. Trimble Geomatics Office.
- Wedekin, L. L., F. G. Daura-jorge, and P. C. Simões-lobes. 2010. Habitat preferences of Guiana dolphins, *Sotalia guianensis* (Cetacea: Delphinidae), in Norte Bay, southern Brazil. *Journal of the Marine Biological Association of the United*

Kingdom 90:1561–1570.

Weilgart, L. S. 2007. A Brief Review of Known Effects of Noise on Marine Mammals. *International Journal of Comparative Psychology* 20:159–168.

Wickwire, T., M. S. Johnson, B. K. Hope, and M. S. Greenberg. 2011. Spatially explicit ecological exposure models: A rationale for and path toward their increased acceptance and use. *Integrated Environmental Assessment and Management* 7:158–168.

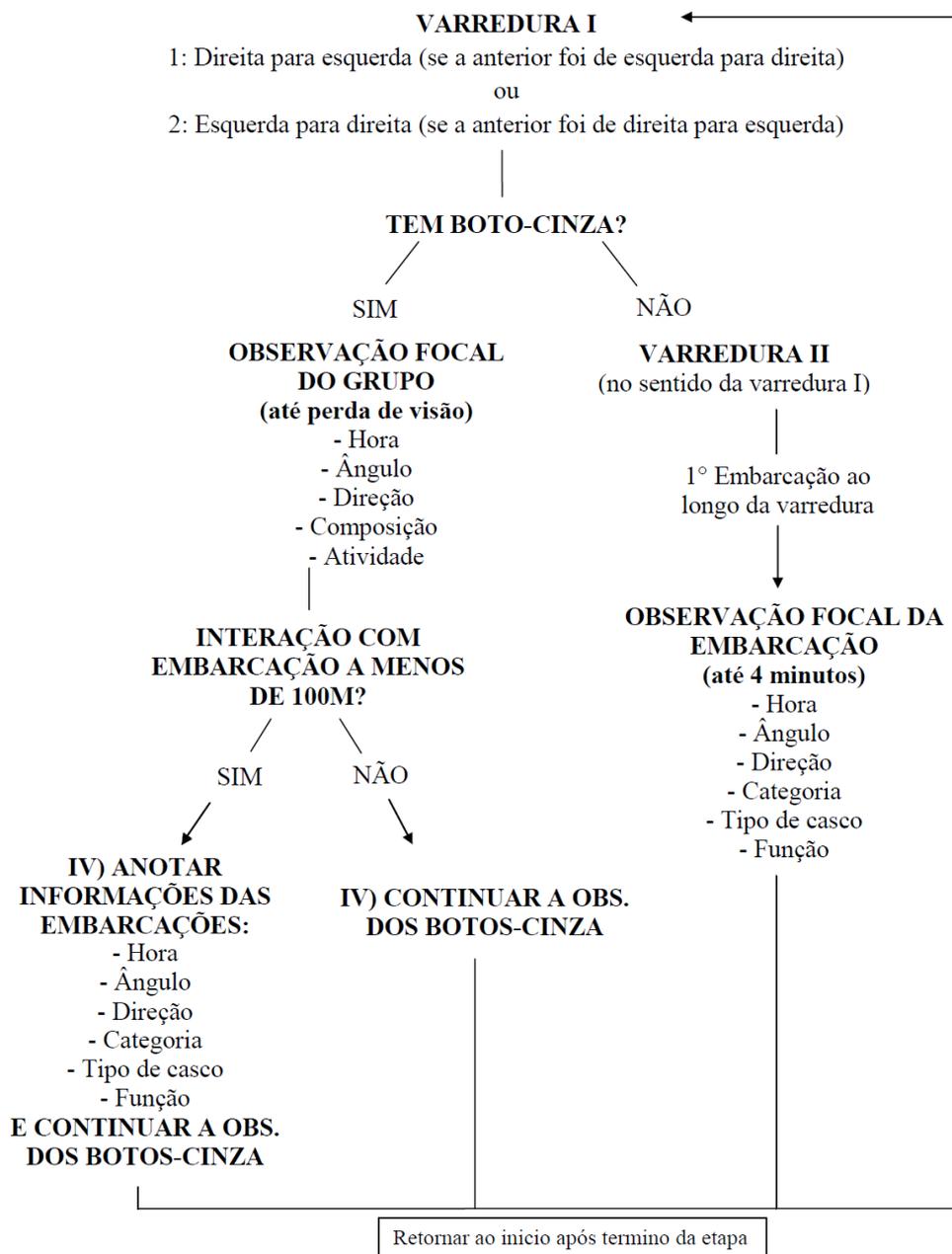
Williams, R., E. Ashe, D. Sandilands, and D. Lusseau. 2011. Stimulus-dependent response to disturbance affecting the activity of killer whales. The Scientific Committee of the International Whaling Commission. Document: SC/63/WW5:1–27.

Williams, T. M., S. F. Shippee, and M. J. Roche. 1996. Strategies for reducing foraging costs in dolphins. Pages 4–9 *in* S. P. R. Greenstreet and M. L. Tasker, eds. *Aquatic Predators and their Prey*. Fishing News Books, Oxford.

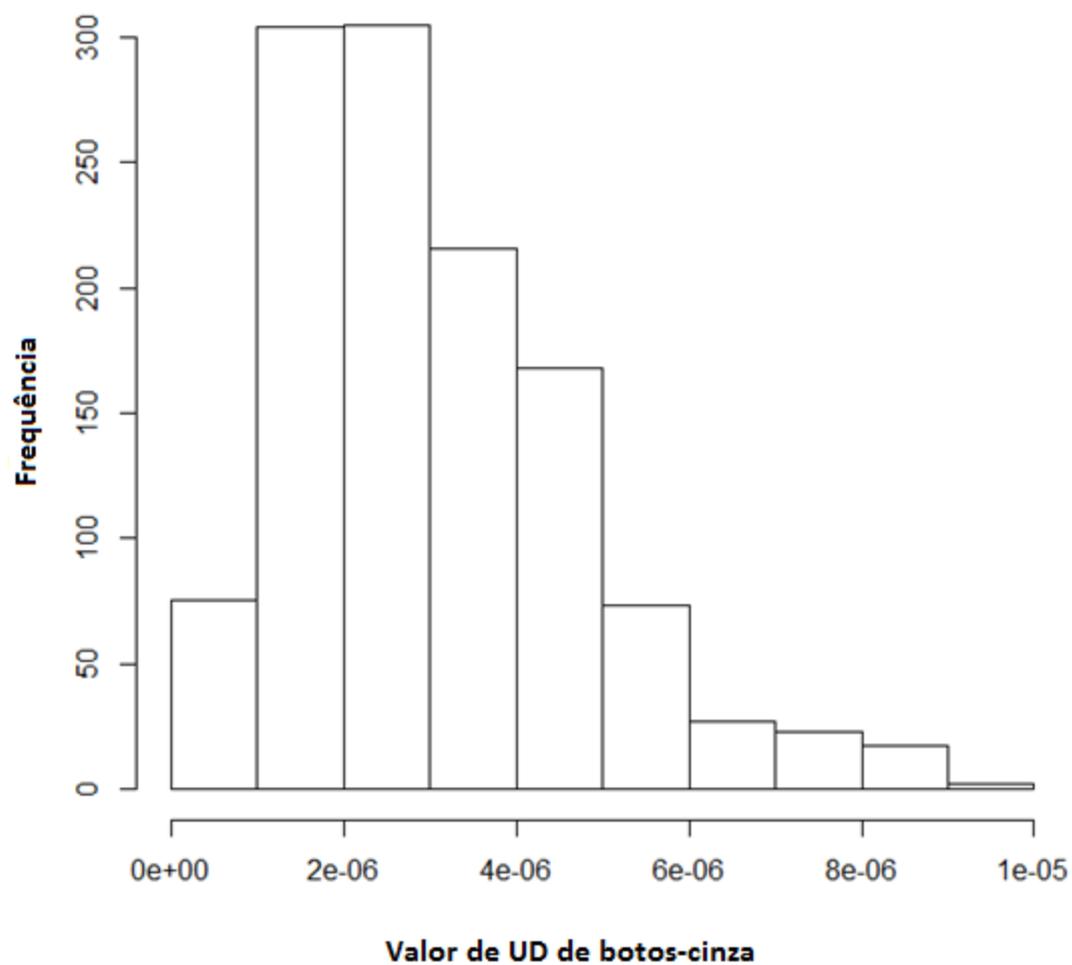
van Winkle, W. 1975. Comparison of several probabilistic home range models. *Journal of Wildlife Management* 39:118–123.

## Apêndice

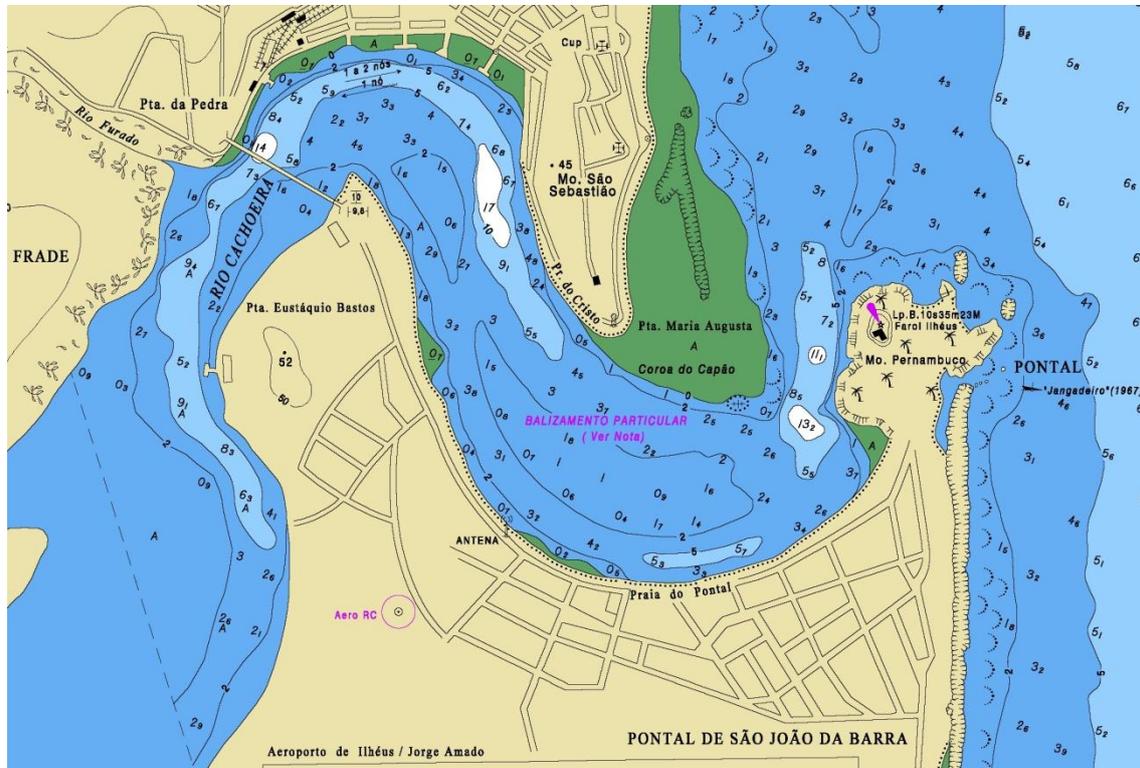
Apêndice 1 - Fluxograma utilizado para varredura em campo.



Apêndice 2 - Histograma de distribuição de uso (UD) por grupos de botos-cinza.



## Apêndice 3 - Carta náutica DHN nº1201, Diretoria de Hidrografia e Navegação, 2009.



Apêndice 4 – Modelos construídos com todas as combinações possíveis das variáveis explicativas para análise dos fatores que influenciam a seleção de áreas de uso na Baía do Pontal (seleção de segunda ordem; Johnson, 1980).

	(Int)	BTM	DMAR	DEST	DPSQ	UDBA	df	logLik	AICc	$\Delta_i$	weight
28	-2.809	0,2398	-0,01856		0,002267	1507000	5	-851,366	1712,8	0	0,635
32	-2.861	0,2392	-0,01868	-0,00009625	0,002398	1503000	6	-850,914	1713,9	1,11	0,365
27	-1.744		-0,01762		0,002356	1493000	4	-875,489	1759	46,24	0
31	-1.808		-0,01774	-0,0001165	0,00251	1486000	5	-874,796	1759,6	46,86	0
24	-3.284	0,2772	-0,01414	0,0006219		1835000	5	-913,57	1837,2	124,41	0
23	-2.123		-0,01269	0,0006196		1873000	4	-947,881	1903,8	191,02	0
20	-3.983	0,2793	-0,01226			1941000	4	-953,067	1914,2	201,39	0
19	-2.778		-0,01062			1969000	3	-988,99	1984	271,23	0
12	-1.377	0,2458	-0,01641		0,002566		4	-1021,042	2050,1	337,34	0
16	-1.379	0,2457	-0,01641	-0,000005481	0,002573		5	-1021,04	2052,1	339,35	0
30	-1,03	0,1407		0,0001372	0,0009134	1515000	5	-1041,692	2093,4	380,65	0
26	-1.077	0,1357			0,001077	1500000	4	-1042,883	2093,8	381,03	0
25	-0,5572				0,001149	1535000	3	-1053,388	2112,8	400,03	0
29	-0,5136			0,00009226	0,001042	1547000	4	-1052,836	2113,7	400,93	0
22	-1.437	0,1666		0,0004002		1666000	4	-1054,226	2116,5	403,71	0
11	-0,3235		-0,01572		0,002668		3	-1055,437	2116,9	404,12	0
15	-0,3492		-0,01575	-0,00004632	0,002725		4	-1055,293	2118,6	405,84	0
21	-0,8807			0,0003945		1738000	3	-1069,992	2146	433,23	0
18	-2.002	0,1673				1728000	3	-1071,963	2149,9	437,18	0
17	-1.434					1800000	2	-1087,938	2179,9	467,12	0
8	-1.728	0,299	-0,01149	0,0007659			4	-1121,548	2251,1	538,35	0
7	-0,5365		-0,01024	0,0007476			3	-1177,203	2360,4	647,65	0
4	-2.473	0,2926	-0,009064				3	-1196,192	2398,4	685,63	0
14	-0,01096	0,1843		0,0001168	0,001333		4	-1206,932	2421,9	709,12	0
10	-0,05518	0,1795			0,001468		3	-1208,002	2422	709,25	0
9	0,6594				0,001568		2	-1231,16	2466,3	753,56	0
13	0,6871			0,00005267	0,001508		3	-1230,935	2467,9	755,12	0
6	-0,5062	0,2278		0,0005269			3	-1242,715	2491,4	778,68	0
3	-1,27		-0,007833				2	-1252,87	2509,7	796,98	0
5	0,3033			0,000524			2	-1279,979	2564	851,2	0
2	-1.226	0,2302					2	-1282,926	2569,9	857,1	0
1	-0,3995						1	-1322,249	2646,5	933,74	0

Apêndice 5 – Modelos construídos com todas as combinações possíveis das variáveis explicativas para avaliar os fatores que influenciam os locais de maior uso por grupos dentro da área de distribuição de uso (seleção de terceira ordem; Johnson, 1980).

	(Int)	BTM	DMAR	DEST	DPSQ	UDBA	df	logLik	AICc	Δi	weight
18	0,000001731	0,0000002791				-0,238	6.00	14811,39	-29610,7	0.00	0,945
2	0,000001533	0,000000262					5.00	14807,53	-29605,00	5,69	0,055
20	0,000001074	0,0000002964	0,000000003868			-0,1976	7.00	14796,63	-29579,2	31,54	0,00
4	0,0000008111	0,0000002852	0,000000004488				6.00	14794,61	-29577,1	33,56	0,00
26	0,000002193	0,0000002894			-0,000000001059	-0,2011	7.00	14794,47	-29574,8	35,85	0,00
10	0,000002119	0,0000002772			-0,000000001258		6.00	14792,31	-29572,5	38,16	0,00
22	0,000002283	0,0000002809		-0,0000000005341		-0,2366	7.00	14793,18	-29572,3	38,43	0,00
6	0,000002099	0,0000002638		-0,0000000005457			6.00	14789,4	-29566,7	43,98	0,00
28	0,000001544	0,0000003027	0,000000003389		-0,0000000008899	-0,1715	8.00	14778,5	-29540,9	69,82	0,00
12	0,000001397	0,0000002942	0,000000003842		-0,000000001036		7.00	14777,45	-29540,8	69,9	0,00
24	0,000001612	0,0000002962	0,000000003522	-0,0000000004622		-0,2	8.00	14777,51	-29538,9	71,8	0,00
8	0,00000134	0,0000002847	0,000000000416	-0,0000000004582			7.00	14775,41	-29536,7	73,98	0,00
1	0,000002532						4.00	14771,23	-29534,4	76,28	0,00
30	0,000002571	0,0000002892		-0,000000000432	-0,0000000009014	-0,2054	8.00	14775,08	-29534,00	76,67	0,00
14	0,000002487	0,0000002767		-0,0000000004189	-0,000000001115		7.00	14772,76	-29531,4	79,27	0,00
17	0,000002617					-0,07656	5.00	14770,08	-29530,1	80,6	0,00
32	0,000001924	0,0000003016	0,000000003185	-0,0000000003841	-0,0000000007673	-0,1769	9.00	14758,65	-29499,1	111,56	0,00
16	0,000001756	0,0000002929	0,000000003666	-0,0000000003656	-0,0000000009271		8.00	14757,43	-29498,7	111,96	0,00
5	0,000003075			-0,0000000005167			5.00	14752,41	-29494,8	115,93	0,00
3	0,000002362		0,000000001205				5.00	14752,1	-29494,1	116,56	0,00
9	0,00000028				-0,0000000005229		5.00	14751,37	-29492,7	118,01	0,00
21	0,000003148			-0,0000000005096		-0,07279	6.00	14751,21	-29490,3	120,35	0,00
19	0,000002468		0,0000000009524			-0,06356	6.00	14750,78	-29489,5	121,21	0,00
25	0,000002829				-0,0000000004545	-0,05782	6.00	14750,00	-29487,9	122,78	0,00
7	0,000002933		0,0000000008791	-0,0000000005003			6.00	14733,08	-29454,1	156,62	0,00
13	0,000003222			-0,0000000004776	-0,0000000003684		6.00	14732,12	-29452,2	158,54	0,00
11	0,000002645		0,0000000008779		-0,0000000004622		6.00	14732,04	-29452,00	158,69	0,00
23	0,00000304		0,0000000006193	-0,000000000499		-0,0644	7.00	14731,77	-29449,4	161,26	0,00
29	0,000003253			-0,0000000004798	-0,0000000002937	-0,06078	7.00	14730,77	-29447,5	163,25	0,00
27	0,000002699		0,0000000007134		-0,0000000004146	-0,04971	7.00	14730,6	-29447,1	163,6	0,00
15	0,000003097		0,0000000006783	-0,0000000004699	-0,000000000326		7.00	14712,7	-29411,3	199,4	0,00
31	0,00000316		0,0000000004909	-0,0000000004741	-0,0000000002699	-0,05509	8.00	14711,3	-29406,5	204,22	0,00

Apêndice 6 – Modelos construídos com todas as combinações possíveis das variáveis explicativas para avaliar os fatores que influenciam a velocidade média da trajetória dos grupos.

	(Int)	ENCBA	NGRU	PROF	PRINF	UDBA	df	logLik	AICc	delta	weight
9	0,6902				-0,2685		3	-78,01	162,4	0	0,125
1	0,6208						2	-79,214	162,6	0,24	0,111
25	0,742				-0,2622	-48310	4	-77,438	163,5	1,09	0,072
17	0,6772					-50970	3	-78,6	163,5	1,18	0,069
11	0,6208		0,02511		-0,3142		4	-77,528	163,6	1,27	0,066
13	0,6527			0,009657	-0,2754		4	-77,922	164,4	2,06	0,045
10	0,6968	-0,02104			-0,2706		4	-77,969	164,5	2,16	0,043
3	0,5828		0,01174				3	-79,104	164,6	2,19	0,042
27	0,6681		0,02779		-0,3081	-52000	5	-76,839	164,6	2,2	0,042
5	0,5965			0,005959			3	-79,18	164,7	2,34	0,039
2	0,6259	-0,0176					3	-79,187	164,7	2,35	0,039
19	0,6302		0,01585			-54870	4	-78,4	165,4	3,02	0,028
29	0,706			0,009265	-0,2697	-48100	5	-77,357	165,6	3,23	0,025
12	0,6256	-0,0368	0,02759		-0,3225		5	-77,407	165,7	3,33	0,024
15	0,5757		0,02583	0,01108	-0,3234		5	-77,413	165,7	3,35	0,024
26	0,7462	-0,01483			-0,2642	-47710	5	-77,417	165,7	3,35	0,023
21	0,6564			0,005016		-50620	4	-78,576	165,7	3,37	0,023
18	0,6793	-0,009372				-50460	4	-78,592	165,8	3,4	0,023
14	0,66	-0,01931		0,009326	-0,277		5	-77,888	166,7	4,3	0,015
4	0,5852	-0,02473	0,01319				4	-79,052	166,7	4,32	0,014
31	0,6213		0,02886	0,01152	-0,3196	-52500	6	-76,716	166,7	4,32	0,014
7	0,5569		0,01191	0,006223			4	-79,067	166,7	4,35	0,014
28	0,6716	-0,03293	0,03014		-0,3166	-51450	6	-76,742	166,7	4,38	0,014
6	0,6024	-0,01651		0,005679			4	-79,156	166,9	4,53	0,013
20	0,6313	-0,01886	0,01702			-54300	5	-78,369	167,6	5,26	0,009
23	0,6066		0,01609	0,005568		-54660	5	-78,371	167,6	5,26	0,009
16	0,5817	-0,03549	0,02825	0,0107	-0,3311		6	-77,301	167,9	5,49	0,008
30	0,7106	-0,01307		0,009021	-0,2712	-47560	6	-77,342	167,9	5,57	0,008
22	0,6589	-0,008429		0,004868		-50160	5	-78,569	168	5,66	0,007
8	0,5607	-0,02373	0,01331	0,005878			5	-79,019	168,9	6,56	0,005
32	0,6258	-0,03161	0,03114	0,01119	-0,3273	-51970	7	-76,627	169	6,59	0,005
24	0,6086	-0,018	0,01721	0,005314		-54130	6	-78,342	169,9	7,58	0,003

Apêndice 7 – Modelos construídos com todas as combinações possíveis das variáveis explicativas para avaliar os fatores que influenciam a direção média (índice de direcionalidade) da trajetória dos grupos.

	(Int)	ENCBA	NGRU	PROF	PRINF	UDBA	df	logLik	AICc	delta	weight
21	0,9802			-0,05468		115400	4	-20,899	50,4	0	0,246
22	0,993	-0,04665		-0,05544		118600	5	-20,742	52,4	1,99	0,091
23	1,013		-0,01091	-0,05486		118400	5	-20,819	52,5	2,14	0,084
5	1,113			-0,05706			3	-23,125	52,6	2,22	0,081
29	0,9792			-0,05475	0,005533	115300	5	-20,898	52,7	2,3	0,078
17	0,7509					120700	3	-23,274	52,9	2,51	0,07
24	1,018	-0,04225	-0,00859	-0,05551		120700	6	-20,694	54,6	4,26	0,029
6	1,122	-0,02701		-0,05754			4	-23,075	54,7	4,35	0,028
30	0,9923	-0,04662		-0,05549	0,003827	118600	6	-20,742	54,7	4,36	0,028
13	1,108			-0,05734	0,02241		4	-23,119	54,8	4,44	0,027
7	1,122		-0,002737	-0,05712			4	-23,12	54,8	4,44	0,027
31	1,012		-0,01247	-0,0553	0,03359	118400	6	-20,805	54,9	4,49	0,026
18	0,7585	-0,03642				123300	4	-23,184	54,9	4,57	0,025
19	0,7802		-0,009831			123400	4	-23,213	55	4,63	0,024
25	0,7589				-0,03466	121100	4	-23,258	55,1	4,72	0,023
1	0,8793						2	-25,563	55,3	4,92	0,021
14	1,118	-0,0269		-0,0578	0,0217		5	-23,069	57	6,64	0,009
8	1,126	-0,02635	-0,001188	-0,05755			5	-23,074	57	6,65	0,009
32	1,017	-0,04142	-0,009852	-0,05584	0,02617	120700	7	-20,685	57,1	6,69	0,009
15	1,121		-0,004226	-0,05755	0,03207		5	-23,108	57,1	6,72	0,009
20	0,7816	-0,03229	-0,008045			125300	5	-23,145	57,2	6,79	0,008
26	0,767	-0,03676			-0,03643	123800	5	-23,167	57,2	6,84	0,008
27	0,7815		-0,009168		-0,01434	123400	5	-23,211	57,3	6,93	0,008
2	0,8837	-0,01557					3	-25,548	57,4	7,06	0,007
9	0,8839				-0,01889		3	-25,559	57,5	7,08	0,007
3	0,8834		-0,001242				3	-25,562	57,5	7,09	0,007
16	1,125	-0,02549	-0,002515	-0,0579	0,02749		6	-23,066	59,4	9,01	0,003
28	0,7835	-0,033	-0,007053		-0,02061	125300	6	-23,14	59,5	9,16	0,003
10	0,8885	-0,01572			-0,0195		4	-25,543	59,7	9,29	0,002
4	0,8847	-0,01539	-0,0003311				4	-25,548	59,7	9,3	0,002
11	0,885		-0,000415		-0,01796		4	-25,559	59,7	9,32	0,002
12	0,8867	-0,01611	0,000681		-0,02105		5	-25,543	62	11,59	0,001

## ANEXO A - Normas para submissão de artigo para a revista *Marine Mammal Science*

### Author Guidelines

*Marine Mammal Science* publishes significant new findings on marine mammals resulting from original research on their form and function, evolution, systematics, physiology, biochemistry, behavior, population biology, life history, genetics, ecology and conservation. Range extensions, unusual observations of behavior, and preliminary studies of a few individuals are published only where there is sufficient new information to render the manuscript of general interest. Low priority will be given to confirmatory investigations of local or regional interest.

The Journal endorses the principle that experiments using live animals should be undertaken only for the purpose of advancing knowledge. Consideration should be given to the appropriateness of experimental procedures, species of animals used, and number of animals required. All animal experimentation reported in *Marine Mammal Science* must be conducted in conformity with the relevant animal care codes of the country of origin. The Editor will refuse manuscripts in which evidence of adherence to such codes is not apparent.

*Marine Mammal Science* publishes (1) *Articles*: important original research; (2) *Review articles*: critical appraisals which place recent research in a new conceptual framework; (3) *Notes*: short communications on current research, important preliminary findings or new techniques; (4) *Opinions*: invited contributions on selected topics; (5) *Letters*: a forum for communications in response to papers previously published in *Marine Mammal Science*, opinion, interpretation, and new information on all topics of interest to marine mammalogists; (6) *Obituaries and In Memoriam notices*: obituaries are short announcements of recent deaths of Society for Marine Mammalogy members and *In Memoriam notices* are invited longer descriptions of the career and accomplishments of recently deceased members who have made major contributions to the field of marine mammal science and the Society.

*Articles*, *Review articles* and *Notes* are subject to peer review. Any *Letter* challenging published results or interpretations is transmitted to the author of the published work with an invitation to respond. The *Letter* and its response are published simultaneously. *Letters* are judged by the Editor on appropriateness of the subject and interest to readers. *Obituaries* and *In Memoriam notices* require contacting the Editor before submitting material. Brief *Obituaries* will be published after review by the Editor. *In Memoriam notices* will be selected based on the deceased member's contribution. Requests to do an *In Memoriam notice* must be made to the Editor, before being written. The Editor will consult with the Board of Governors of the Society to determine the appropriateness of publishing an *In Memoriam notice* for the deceased member and will invite the submission if determined appropriate.

### MANUSCRIPT PREPARATION

The manuscript should be concise, logical, and unequivocal. Publication is facilitated if authors double-check for typographical and other errors and ensure that manuscripts and figures meet the requirements outlined below. Manuscripts that do not conform will be returned for correction before consideration. If in doubt, consult the Editorial Office. Authors are charged for excessive changes in proof.

If English is not your primary language before submitting your paper make sure to seek input from an appropriate source for proofreading it, if needed. It is the author's responsibility to ensure that the standards of English are suitable. It is not the job of reviewers or editors to make such editorial corrections during the review process. The Editor-in-Chief may reject a paper without assigning it for review if the quality of the writing is poor.

**Manuscripts must be submitted as a Microsoft Word document or in a document format that can be imported into Microsoft Word. The submission should not be in Adobe PDF format.**

A full-length *Article* includes a title page, abstract, keywords, text, acknowledgments, literature citations, tables, figure captions, and figures. *Notes* and *Letters* do not have an abstract and are prepared in narrative form without headings, except for 'Literature Cited.'

All parts of the manuscript, including footnotes, tables, and figure captions, should be typewritten, double-spaced with margins at least 2.5 cm wide. Number all pages of the manuscript beginning with the title page and include line numbers on each page. Underline only when the material is to be set in italics. Use capital letters only when the letters or words are to be capitalized. Do not end a line of text with a hyphen.

### **Title Page**

The first page should contain only the title and the name, affiliation, and complete address (plus current address, if different) of the author(s). The title should be brief and contain words useful for indexing and information retrieval.

### **Abstract and Key Words**

The abstract, of not more than 200 words typed on a separate page, should precisely reflect the contents of the paper, and focus attention on the purpose of the study, principal results, conclusions and their significance. Below the abstract, provide and identify as such three to ten key words or short phrases that will assist in cross-indexing your article.

**Text** As a general guide, *The Chicago Manual of Style* is recommended. Spelling should be standard U.S. (not British) to conform to Webster's Third New International Dictionary. Units should conform to the Système International d'Unités (SI). Non-standard abbreviations must be defined the first time they appear. Mathematical symbols, Greek letters, and unusual symbols should be identified clearly; superscripts and subscripts should be legible and carefully placed.

### **Standard Abbreviations**

*General:* s, min, h (hour), d (day), wk, mo, yr, g (gram), mg, kg, Hz, kHz, MHz, km, m (meter), mm, cm, cc, mi (mile), ft, in. (note period), kn (knot), ha, gal, mL, L (liter, spell out when used alone).

*Statistics:* *P* (probability), mean – use mean symbol ( $\bar{X}$ ), SD, SE, CV, SEM, *n* (sample size), df, *r* (correlation coefficient), *t*, *F*, *U*, *Z* (statistical tests); letters in equations are italicized.

*Latin words and phrases* (always italicized): *i.e.*, (note comma); *e.g.*, (note comma), *ca.*; *cf*; *in vivo*; *in situ*; *vs.*; *etc.*; *per se*; *et al.*; *via*; *sensu*; *sensu fero*; *sensu stricto*; *a priori*.

### **Acknowledgements**

List all acknowledgments briefly under a single heading at the end of the text on a separate page. If applicable, give the permit number under which the work was conducted.

### **Literature Cited**

References should be cited in the text in the following form: Smith (1982); Smith (1982*a, b*); Smith (1983, 1984); Smith and Jones (1984); (Smith 1986); (Smith 1986, Jones 1987); (Smith 1986; Jones 1986, 1987); (Smith 1986*a, b*; Jones 1987); (U.S. Federal Register 1997); more than two authors, Smith *et al.* 1987. References are cited chronologically, not alphabetically in the text.

References should be double-spaced and listed alphabetically as 'Literature Cited' in the following standard form, giving the **journal titles in full and each author's last name starting with a full capital followed by lowercase for the rest of the name.**

Armstrong, W. A., and C. W. Oliver. 1995. Recent use of fish aggregating device in the eastern tropical Pacific tuna purse-seine fishery: 1990-1994. National Marine Fisheries Service Center Administrative Report LJ-95-14 (unpublished). 47 pp. Available from SWFC, PO Box 271, La Jolla, CA 92038.

Gentry, R. L., and J. R. Holt. 1982. Equipment and techniques for handling northern fur seals. U.S. Department of Commerce, NOAA Technical Report NMFS SSRF-758. 15 pp.

Hubbs, C. L., W. F. Perrin and K. C. Balcomb. 1973. *Stenella coeruleoalba* in the eastern and central tropical Pacific. *Journal of Mammalogy* 54:549-552.

Leatherwood, S., and R. R. Reeves. 1983. The Sierra Club handbook of whales and dolphins. Sierra Club Books, San Francisco, CA.

Murchison, A. E. 1980. Detection range and range resolution of echolocating bottlenose porpoise (*Tursiops truncatus*). Pages 43-70 in R.-G. Busnel and J.F. Fish, eds. Animal sonar systems. Plenum Press, New York, NY.

U.S. Federal Register. 1997. Endangered and threatened wildlife and plants; change in listing status of western population of Steller sea lion as endangered. FR 62(108):30772– 30773 (5 June 1997). National Marine Fisheries Service, National Oceanic and Atmospheric Administration, Department of Commerce, Washington, DC. References with more than seven authors should be listed as follows (Note there are a total of 10 authors for this paper):

Zuerner, R. L., C. E. Cameron, S. Raverty, *et al.* 2009. Geographical dissemination of *Leptospira interrogans serovar Pomona* during seasonal migration of California sea lions. *Veterinary Microbiology* 137:105-110.

Multiple citations for an author and single co-author are arranged alphabetically according to co-author. If there is more than one co-author, citations are arranged chronologically.

Issue numbers are not used unless page numbering begins at 1 with each issue. The number of pages is not given for books, but should be included for unpublished documents, theses, and 'gray literature' (government reports, technical bulletins, *etc.*)

Citation of personal communications and unpublished data are not to be included under 'Literature Cited' but should be referenced as footnotes, that include the complete name and address of the source and the month and year of the communication or notification of the unpublished data. If the unpublished data citation is from the author or a coauthor a footnote with detail is not required. **Meeting abstracts should not be cited as such or included in the Literature Cited Section.** If information from an abstract is the only source of support for a point being made, it must be treated as a personal communication or unpublished data and have received prior approval from the author of the abstract before being cited. Such citations should be used minimally and shall not comprise a critical component of a major point being made in the manuscript because the validity or reliability of such data cannot be evaluated properly by readers.

A paper may be cited 'in press' only if it has been accepted in final form by a journal. Papers 'submitted' or 'in preparation' may not be cited as such, but information in them may be cited as 'personal communication.' Any citation of information based on a manuscript submitted or in preparation, must be with the explicit permission of the lead author or person who provided the information. Citations of non-refereed documents (e.g., contract reports, environmental impact statements, meeting working papers) and gray literature is discouraged and should not be used as “one more example” of a point when primary peer-reviewed literature is cited to support the point. However, if there is no primary peer-reviewed literature to support important findings or the interpretation of those findings presented in the manuscript, they may be cited. Such citations should only be referenced in the Literature Cited section if the reference is readily available to the reader. The source for the reference must be given, including if necessary the address where it can be obtained. Any document bearing a 'Do not cite without permission' statement may be cited only with the explicit permission of the lead author. A statement that all necessary permissions have been obtained must be included in the cover material accompanying the submitted manuscript. Authors must double-check all literature cited; they are solely responsible for its accuracy.

**Tables** Excessive tabular data are discouraged. Tables should be typed separately and double-spaced. Tables should be numbered with Arabic numerals in the sequence first referenced in the text and have a brief title. Column headings and descriptive footnotes should be brief. Do not use vertical rules.

**Figures** Figures are costly and should be used with discretion. An illustration is justified only if it clarifies or reduces the text. Please note that if accepted, figures will be requested in TIFF or EPS format.

Please save line artwork (vector graphics) as Encapsulated PostScript (EPS), with a resolution of at least 600 dpi and bitmap files (halftones or photographic images) as Tagged Image Format (TIFF), with a resolution of at least 300 dpi at final size. More detailed information on the submission of electronic artwork can be found at: <http://authorservices.wiley.com/bauthor/illustration.asp>.

### **Statistics**

Most papers require statistical analyses to support interpretation of the data. Use of appropriate statistical analyses is critical. Not all scientists are proficient at determining the correct or most appropriate analyses to be used for the nature of the data or design of the study. If none of the authors is a statistician or quantitative biologist, it is important for the authors to consult with someone who has the appropriate expertise to provide guidance on statistical analyses.

### **SUBMISSION OF MANUSCRIPTS**

All manuscripts should be submitted online at: <http://mc.manuscriptcentral.com/mmsci>. Useful guidelines can be found in ScholarOne's "Quick-Start Guide for Authors" and "Tips for Uploading Files in ScholarOne Manuscripts" located at: <http://mc.manuscriptcentral.com/tutorials/Author.pdf>. Please contact the editorial office at [marinemammalscience@gmail.com](mailto:marinemammalscience@gmail.com) if you have problems submitting your manuscript. A manuscript number will be assigned to each new submission and sent to the submitting author *via* return email. In all correspondence beyond the initial submission, please put your assigned manuscript number on the subject line of your email.

Authors submitting a manuscript do so on the understanding that if it is accepted for publication, copyright of the article, including the right to reproduce the article in all forms and media, shall be assigned exclusively to The Society for Marine Mammalogy. The Society will not refuse any reasonable request by the author for permission to reproduce any of his or her contributions to *Marine Mammal Science*.

Authors are responsible for a publication fee of \$15.00 (U.S.) per page or part thereof. If funds for publication are not supplied by an agency or grant, a waiver of the publication fee may be applied for by email to the Editor at [marinemammalscience@gmail.com](mailto:marinemammalscience@gmail.com). Please write "waiver request" and the manuscript number on the subject line.

## **THE F. G. WOOD STUDENT SCHOLARSHIP AND JOHN R. TWISS JR. AWARD FOR INNOVATIVE RESEARCH RELATED TO MARINE MAMMAL HABITAT AND ECOSYSTEM CONSERVATION**

Forest G. Wood, a founder of the Society for Marine Mammalogy, was noted for his editorial skills. John R. Twiss Jr. was the Executive Director of the Marine Mammal Commission from its inception until he retired. All students submitting manuscripts accepted for publication in *Marine Mammal Science* should indicate at the time of submission if they want to be considered for one or both of these awards. The Editor will select the winner of the Wood Award and the Board of Governors will select the winner of the Twiss Award from among the accepted manuscripts submitted during the interval between successive Biennial Conferences on the Biology of Marine Mammals. Further details about the awards can be found on the Society's web page at: <http://www.marinemammalogy.org>.

### **Registration of Nucleotide and Amino Acid Sequences**

Newly reported DNA or amino acid sequences must be deposited in the appropriate public databases (GenBank/EMBL/DNA Data Bank of Japan or UniProtKB/Swiss-Prot). Accession numbers must be included in the final version of the manuscript prior to publication.

### **Taxonomic Usage**

Taxonomic usage in Marine Mammal Science should follow the List of Marine Mammal Species and Subspecies on the Society for Marine Mammalogy website ([http://www.marinemammalscience.org/index.php?option=com\\_content&view=article&id=420&Itemid=280](http://www.marinemammalscience.org/index.php?option=com_content&view=article&id=420&Itemid=280)). This list will periodically be updated as appropriate. Authors wishing to use a different nomenclature should explain the departure in a footnote. The Editor may seek input from the Society's Committee on Taxonomy before accepting a departure.

### **CC-BY for all OnlineOpen authors**

If your paper is accepted, the author identified as the formal corresponding author for the paper will receive an email prompting them to login into Author Services; where via the Wiley Author Licensing Service (WALS) they will be able to complete the license agreement on behalf of all authors on the paper.

### **For authors signing the copyright transfer agrément**

If the OnlineOpen option is not selected the corresponding author will be presented with the copyright transfer agreement (CTA) to sign. The terms and conditions of the CTA can be previewed in the samples associated with the Copyright FAQs below: CTA Terms and Conditions [http://authorservices.wiley.com/bauthor/faqs\\_copyright.asp](http://authorservices.wiley.com/bauthor/faqs_copyright.asp)

### **For authors choosing OnlineOpen**

If the OnlineOpen option is selected the corresponding author will have a choice of the following Creative Commons License Open Access Agreements (OAA):

Creative Commons Attribution License OAA

Creative Commons Attribution Non-Commercial License OAA

Creative Commons Attribution Non-Commercial -NoDerivs License OAA

To preview the terms and conditions of these open access agreements please visit the Copyright FAQs hosted on

Wiley Author Services [http://authorservices.wiley.com/bauthor/faqs\\_copyright.asp](http://authorservices.wiley.com/bauthor/faqs_copyright.asp) and visit <http://www.wileyopenaccess.com/details/content/12f25db4c87/Copyright--License.html>.

If you select the OnlineOpen option and your research is funded by The Wellcome Trust and members of the Research Councils UK (RCUK) you will be given the opportunity to publish your article under a CC-BY license supporting you in complying with Wellcome Trust and Research Councils UK requirements. For more information on this policy and the Journal's compliant self-archiving policy please visit: <http://www.wiley.com/go/funderstatement>.