



UNIVERSIDADE ESTADUAL DE SANTA CRUZ- UESC
PROGRAMA DE PÓS GRADUAÇÃO EM ZOOLOGIA-PPGZOO

QUEZIA VIEIRA

MONITORAMENTO ACÚSTICO PASSIVO DE BOTOS-CINZA, *Sotalia guianensis*
(VAN BENEDEN, 1864), EM ILHÉUS, BAHIA

ILHÉUS, BA
2017
QUEZIA VIEIRA

**MONITORAMENTO ACÚSTICO PASSIVO DE BOTOS-CINZA, *Sotalia guianensis*
(VAN BENEDEN, 1864), EM ILHÉUS, BAHIA**

Dissertação apresentada para obtenção de título
de mestre em Zoologia à Universidade Estadual
de Santa Cruz.

Área de Concentração: Zoologia Aplicada

Orientador: Prof. Dr. Yvonnick Le Pendu

ILHÉUS, BA

2017

V657

Vieira, Quezia.

Monitoramento acústico passivo de botos-cinza, *Sotalia guianensis* (Van Beneden, 1864), em Ilhéus, Bahia / Quezia Vieira. – Ilhéus, BA: UESC, 2017.

76 f.: il.; anexos.

Orientador: Yvonnick Le Pendu.

Dissertação (Mestrado) – Universidade Estadual de Santa Cruz. Programa de Pós-graduação em Zoologia.

Inclui referências.

1. Boto-cinza (*Sotalia guianensis*). 2. Impacto Ambiental. 3. Monitoramento biológico. 4. Ecossistemas aquáticos. I. Título.

CDD 599.53

QUEZIA VIEIRA

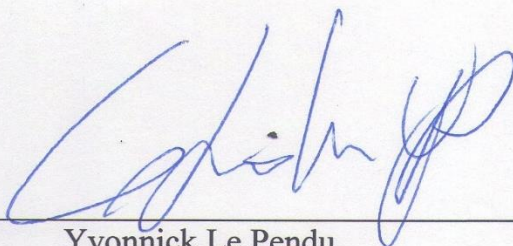
MONITORAMENTO ACÚSTICO PASSIVO DE BOTOS-CINZA, *Sotalia guianensis* (VAN BENEDEN, 1864), EM ILHÉUS, BAHIA

Dissertação apresentada para obtenção de
título de mestre em Zoologia à
Universidade Estadual de Santa Cruz.

Área de Concentração: Zoologia Aplicada,

Orientador: Prof. Dr. Yvonnick Le Pendu

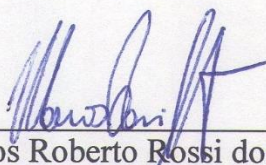
Ilhéus, 06 de março de 2017.



Yvonnick Le Pendu
UESC/ DCB
(Orientador)



Victor Goyannes Dill Orrico
UESC/ DCB
(Examinador)



Marcos Roberto Rossi dos Santos
UFRB
(Examinador)

AGRADECIMENTOS

Sou grata em primeiro lugar ao Deus Pai, Deus Filho e Deus Espírito Santo pela minha vida, oportunidade e condições físicas e emocionais de estar cursando o mestrado no estado que amo tanto, a Bahia! E é claro por estar trabalhando com seres tão especiais, os golfinhos!

Ao Departamento de Ciências Biológicas e ao Programa de Pós-graduação em Zoologia da UESC, pela oportunidade de realizar o curso, e a Capes pelo fornecimento da bolsa. Ao professor Yvonnick Le Pendu, por ter aceitado me orientar sem me conhecer! Muito obrigada pelo voto de confiança, pela paciência e disponibilidade em colaborar com meu trabalho!

Sou muito grata aos mergulhadores Roberto e Fabrício, ao piloto da embarcação, Pedro, ao professor Gil e ao João da marina, que auxiliaram em toda logística para as saídas a campo.

Muito obrigada aos colegas de turma pela companhia e apoio nas atividades em sala de aula. Em especial quero agradecer aos amigos que tornaram a vida em Ilhéus ainda mais agradável: Raissa, Karis, Taíssa, Gean, Khamila, Ramon, Vinícius, Léo e Micheli! Quero agradecer também as minhas queridas amigas e irmãs em Cristo, Joice, Élica e Pâmela, muito obrigada pelas inúmeras vezes que me hospedaram e me receberam com tanto carinho na casa de vocês, pelas conversas edificantes e também pelas presepadas, amo muito vocês!!!

Aos irmãos da Bola de Neve, Célula Betel e IBVB de Campo Belo, louvado seja Deus pela vida de vocês, pelas orações pelas palavras de vida que alimentam meu Espírito e me dão forças pra superar minhas fraquezas. A minha discipuladora amada Lucimara e também a minha mainha Jheny, por toda cobertura espiritual.

Quero agradecer profundamente aos meus pais e ao meu irmão Jônatas, que sempre me apoiaram em meus sonhos e carreira acadêmica! Quero agradecer ao Leandro, meu parceiro, meu melhor amigo, meu romance real! Obrigada pela companhia e compreensão em todo tempo que precisei, agradeço pela sua paciência comigo, pelo seu carinho, amor e cuidado, pelas suas infinitas virtudes que tem tornado minha caminhada e todo essa jornada para conquista do título de mestre mais leve e equilibrada.

MONITORAMENTO ACÚSTICO PASSIVO DE BOTOS-CINZA, *Sotalia guianensis*
(VAN BENEDEN, 1864), EM ILHÉUS, BAHIA

RESUMO

O boto-cinza (*Sotalia guianensis*) é um pequeno cetáceo típico de ambientes costeiros, com distribuição quase contínua ao longo da América Central e do Sul. A espécie foi classificada em 2014 como Vulnerável na Lista das Espécies da Fauna Brasileira Ameaçadas de Extinção, pela sua ocorrência em áreas que são intensamente exploradas para fins econômicos. Portanto, o monitoramento de suas populações se faz necessário para avaliar como a espécie responde às diversas interferências antrópicas em seu hábitat, e propor medidas mitigatórias que garantam sua conservação. O monitoramento acústico passivo (MAP) consiste em equipamentos de gravação e análise de sons e vem sendo cada vez mais utilizado para o monitoramento de cetáceos. O objetivo desse estudo foi avaliar a influência de variações ambientais sobre a ocorrência de botos-cinza na área do Parque Marinho de Ilhéus, através de um ponto de monitoramento acústico passivo. Para isso foi utilizado um tipo de sistema MAP autônomo (C-POD), que registra e analisa sons na frequência dos cliques de ecolocalização emitidos por odontocetos. Foram efetivamente amostrados 257 dias entre outubro de 2015 e 2016, dos quais 253, incluem pelo menos um minuto de registro acústico de boto-cinza, em um total de 18071 minutos com detecção positiva (dpm). A frequência horária de dpm variou ao longo do nictêmero, apresentando um ritmo diário com período de 24 horas (periodograma de chi-quadrado $g.l=23$, $p<0,001$, $Qp=89$). A taxa de detecção foi maior de 19 às 22 h e final da tarde, com queda no início da manhã. A taxa de dpm/dia foi menor em abril (média= 18,8; d.p.= 13,85), e maior em outubro de 2016 (média=120,3; d.p.= 72,79). Não foi observada diferença entre o período de verão (outubro- março) e inverno (abril- setembro), ($U= 7969,50$, $p=0,64$). Para avaliar quais variáveis abióticas influenciaram a taxa de ecolocalização, foi feita uma seleção de modelos mais parcimoniosos e com melhor ajuste, com base no critério de Akaike corrigido para pequenas amostras (AICc). O modelo selecionado inclui uma frequência superior de dpm/hora durante o período noturno, lua Cheia, com o tempo passado desde a última maré seca e durante ventos nordeste; e um decréscimo de dpm/hora com o aumento da temperatura da água. Não foi evidenciada uma relação significativa entre a taxa dpm com a chuva nem a velocidade do vento. As variações temporais de detecção de botos-cinza podem estar relacionadas a variabilidade espaço-temporal das presas, que por sua vez respondem diretamente às condições ambientais. O monitoramento acústico passivo de botos-cinza por meio do C-POD evidenciou o ritmo diário da espécie e sua intensa atividade noturna, sendo uma ferramenta útil na pesquisa para conservação desse delfínídeo. Os resultados obtidos constituem ainda, uma informação sobre a ocorrência da espécie antes da construção da ponte Ilhéus-Pontal, que está em fase inicial.

Palavras-chave: C-POD. Variáveis ambientais. Impacto ambiental. Ecolocalização. *Sotalia*.

**PASSIVE ACOUSTIC MONITORING OF GUIANA DOLPHINS, *Sotalia guianensis*
(VAN BENEDEN, 1864), IN ILHÉUS, BAHIA**

ABSTRACT

The Guiana dolphin is a small cetacean typical of coastal environments, with almost continuous distribution throughout Central and South America. The species was classified in 2014 as Vulnerable by the List of Endangered Species of the Brazilian Fauna due to its occurrence in areas that are heavily exploited for economic purposes. The monitoring of Guiana dolphin populations is therefore necessary to assess how it has responded to the various anthropogenic interferences in its habitat, based on the proposed mitigation measures to ensure their conservation. Passive acoustic monitoring (PAM) consists of sound recording and analysis equipment that is being increasingly used for monitoring cetaceans. The aim of this study was to evaluate the influence of environmental variables on the occurrence of Guiana dolphin in the Protected marine área of Ilhéus, by an acoustic monitoring point recorded by a C-POD, a PAM device that records sounds in the frequency of echolocation clicks emitted by odontocetes. Between October 2015 and 2016, 257 days were effectively sampled size, of which 253, had at least one minute with acoustic record of Guiana dolphins, a total of 18071 minutes with positive detection (dpm). The dpm/ hour frequency had a diel variation, presenting a circadian cycle with 24 hours' period (chi-square periodogram s.d = 23, $p < 0.001$, $Q_p = 89$). The detection rate was higher from 19 to 22 h (acrophase: 20.4 h) and late afternoon. In the morning early hours this frequency has decreased. The dpm rate per day was lower in April (mean= 18,8; s.d= 13,85) and higher in October 2016 (mean= 120,30; s.d= 72,79). There was no significant difference between summer (October- March) and winter (April-September), ($U=7969,50$; $p=0,64$). To evaluate which abiotic variables influenced the echolocation's rate, a selection of more parsimonious and bigger goodness-of-fit models was made, based on the Akaike criterion corrected for small samples (AICc). The selected model includes a significantly dpm/ hour higher frequency during nighttime, full moon phase, the number of hours from the last low tide and northeast winds; and significant decrease of dpm / hour with increasing water temperature. There was no evidence of a significant relationship between dpm rate and rainfall and wind speed. These patterns may be related to spatial and temporal variability of prey, which in turn directly respond to environmental variations. The passive acoustic monitoring of Guiana dolphin through the C-POD evidenced the circadian rhythm of the specie and its intense nocturnal activity, has proven to be an effective and useful tool for data gathering to aid species' conservation efforts. These results will serve as baseline information for Guiana dolphins before construction of the Ilhéus-Pontal bridge that has been planned for the city.

Keywords: C-POD. Environmental variables. Environmental impact. Echolocation. *Sotalia*.

LISTA DE TABELAS

- Tabela 1. Variáveis ambientais testadas quanto a influência sobre a ocorrência de botos-cinza no Parque Marinho de Ilhéus.40
- Tabela 2. Esforço amostral e dados acústicos de botos-cinza obtidos durante cada período amostrado efetivamente no Parque Marinho de Ilhéus.42
- Tabela 3. Critério de informação de Akaike corrigido (AICc), número de parâmetros, logaritmo da verossimilhança (logL), e número de zeros preditos (o número de zeros observados foi de 4083) pelos diferentes modelos ajustados para o número de detecção acústica de botos-cinza por hora no Parque Marinho de Ilhéus.....46
- Tabela 4. Seleção de modelos baseado em AICc (Critério Akaike corrigido) para as variáveis que influenciam a detecção acústica positiva de botos-cinza no Parque Marinho de Ilhéus. As variáveis testadas foram: nictémero (NIC), direção e velocidade do vento (DVENTO; VVENTO), fase lunar (LUA), temperatura da água (TAGUA), precipitação (PREC) e tempo passado da última maré seca (TMARE). Para cada modelo estão representados o número de graus de liberdade (df), as diferenças do AICc (Δ_i), e pesos de Akaike (ω_i). Valores em parênteses representam o número do modelo criado pela função dredge.47
- Tabela 5. Estimativas dos parâmetros do modelo inflacionado de zeros ajustado com a distribuição binomial negativa para o número de minutos com detecção acústica de botos-cinza no Parque Marinho de Ilhéus. As colunas “Contagem” se referem aos coeficientes do modelo binomial negativo para as contagens. As colunas “Inflacionada” representam os coeficientes para a regressão logística (modelo com distribuição de Bernoulli), considerando a presença/ausência de zeros.48

LISTA DE FIGURAS

- Figura 1- Boto-cinza, *Sotalia guianensis*, espécie alvo de estudo, através do monitoramento acústico passivo no Parque Marinho de Ilhéus, BA.....12
- Figura 2. Ponto de localização do equipamento de registro acústico, C-POD, no Parque Marinho de Ilhéus, em relação aos dois principais pontos de ocorrência do boto-cinza em Ilhéus (Baía do Pontal e Porto do Malhado). 35
- Figura 3. a) C-POD submerso em posição vertical no Parque Marinho de Ilhéus; b) baldes de concreto para ancoragem do C-POD. 36
- Figura 4. Média do número de minutos com detecção positiva (dpm) de botos-cinza por faixa horária, em relação à média geral de dpm/hora, no Parque Marinho de Ilhéus..... 43
- Figura 5. Box-plots (medianas e quartis) do número de minutos com detecção acústica positiva de botos-cinza por dia no Parque Marinho de Ilhéus entre outubro de 2015 e outubro de 2016..... 44
- Figura 6. Box-plots (medianas e quartis) do número de minutos com detecção acústica positiva de botos-cinza por dia no Parque Marinho de Ilhéus, no período de inverno e verão. 44
- Figura 7. Proporção de minutos de gravação (n=6139) sem (0) e com (1 a 57) detecção positiva de botos-cinza por hora no Parque Marinho de Ilhéus. 45
- Figura 8. Variação na taxa de minutos com detecção positiva de boto-cinza por hora amostrada no Parque Marinho de Ilhéus, no período noturno e diurno..... 49
- Figura 9. Número de minutos com detecção positiva de botos-cinza no Parque Marinho de Ilhéus por hora passada da última maré seca (a) e nas fases do ciclo lunar. A linha cinza contínua representa a média geral de dpm por hora (2,94) para os dois gráficos, e a linha hachurada representa a tendência linear ($r^2=0,5614$). 49
- Figura 10. Número de minutos positivos de botos-cinza por dia amostrado em cada mês (eixo primário), no Parque Marinho de Ilhéus. Temperatura média da água por hora amostrada em cada mês (eixo secundário). Os meses de fevereiro e maio não foram amostrados..... 50

SUMÁRIO

1 INTRODUÇÃO GERAL	11
2 REVISÃO BIBLIOGRÁFICA	13
2.1 O boto-cinza	13
2.2 Aspectos ecológicos da distribuição espacial de <i>Sotalia guianensis</i>	14
2.3 O boto-cinza em Ilhéus.....	16
2.4 Aspectos acústicos do boto-cinza.....	17
2.5 Monitoramento acústico passivo (MAP) autônomo	20
3 OBJETIVOS	23
3.1 Geral	23
3.2 Específicos	23
4 REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS	24
5 MANUSCRITO A SER SUBMETIDO À “MARINE MAMMAL SCIENCE”	33
INTRODUÇÃO.....	34
MATERIAIS E MÉTODOS.....	36
Área de estudo	36
Coleta dos dados acústicos	37
Obtenção dos dados ambientais.....	38
Análises dos dados acústicos	39
Análises estatísticas.....	40
RESULTADOS	43
Esforço amostral	43
Variação diária e nictemeral da frequência de detecção	43
DISCUSSÃO.....	51
CONCLUSÃO.....	57
LITERATURA CITADA.....	57
6 CONCLUSÕES GERAIS	65

1 INTRODUÇÃO GERAL

O boto-cinza (*Sotalia guianensis*) é uma espécie de pequeno cetáceo típica de ambientes costeiros, podendo ocorrer em baías, estuários, enseadas, áreas de manguezais e zonas costeiras abertas (BOROBIA et al., 1991; DA SILVA; BEST, 1996). Devido à sua ocorrência em ecossistemas com alta interferência antrópica, há uma previsão de declínio populacional da espécie no Brasil superior a 30% em três gerações. Portanto, o ICMBio classificou em 2014 o boto-cinza como Vulnerável na Lista das Espécies da Fauna Brasileira Ameaçadas de Extinção (ICMBIO, 2014). Ao nível global, a espécie classificada como “Deficiente em dados” na Lista Vermelha de Espécies Ameaçadas da IUCN (SECCHI, 2012).

As principais ameaças para as populações de boto-cinza são a captura acidental em rede de pesca (SIMÕES-LOPES; XIMENEZ, 1990), o tráfego de embarcações, que pode causar atropelamentos de pequenos cetáceos (WELLS; SCOTT, 1997), e poluição sonora causada pelas embarcações motorizadas (DIAZGRANADOS; MÉJIA; ACOSTA, 2002; SANTOS; SCHIAVETTI; ALVARES, 2013). O Instituto Chico Mendes de Conservação da Biodiversidade aponta ainda como ameaças às populações de boto-cinza no Brasil, a poluição química e a perda de hábitat devido à construção de portos e marinas (ICMBIO, 2014).

Nesse contexto, o monitoramento das populações de *Sotalia guianensis* na costa brasileira é necessário para conservação da espécie, pois permite avaliar como as populações respondem a cada tipo de interferências antrópica em seu hábitat. Caso um impacto seja evidenciado, medidas mitigadoras podem diminuir o problema evitando o abandono de áreas pelos animais.

Um processo licitatório para a construção de uma ponte na desembocadura da Baía do Pontal, ligando a zona Sul e o centro da cidade de Ilhéus, foi finalizado e teve início das obras no final de 2016. Uma dos maiores impactos da construção de pontes sobre cetáceos é o ruído subaquático decorrente da percussão durante a fundação dos pilares (RICHARDSON et al., 1995).

Idealmente os levantamentos de empreendimentos em áreas ambientais devem incluir componentes antes, durante e pós-operacionais, fornecendo padrões de comparação (SOUSA-LIMA et al., 2013). Portanto, o conhecimento dos padrões de ocorrência do boto-cinza em um ambiente livre desse tipo de interferência é necessário para se avaliar o efeito da construção da ponte Ilhéus-Pontal sobre o boto-cinza.

O monitoramento acústico passivo (MAP) é um método que consiste na gravação e análise de sons, podendo ser implementado em meio aquático através de hidrofones cabeados, rebocados por embarcações, ou de instrumentos fixados no fundo ou na coluna d'água, utilizando poitas e boias (MELLINGER et al., 2007). Em função dos objetivos do monitoramento, o registro dos sons pode ser realizado em tempo real ou armazenado em equipamentos autônomos. Para o monitoramento de odontocetos, equipamentos foram desenvolvidos para detectar os cliques de ecolocalização (SOUSA-LIMA et al., 2013). Os cliques são emitidos principalmente durante atividades de forrageio e deslocamento (HERZING, 1996; MONTEIRO-FILHO; MONTEIRO, 2001). Dentre eles o sistema C-POD (Chelonia Ltda, Cornwall UK) consiste em um gravador autônomo de cliques e de um programa de análise dos dados registrados pelo equipamento. O sistema registra 24 horas por dia, sendo útil para fornecer dados contínuos sobre a atividade de odontocetos ao longo de períodos prolongados.

A eficiência dos equipamentos de MAP tem os tornado ferramentas padrão no monitoramento de cetáceos em áreas de interesse econômico com forte influência antrópica, permitindo a avaliação de mudanças temporais de longo prazo nas populações desse grupo, (BAILEY et al., 2009; LA MANNA; MANGHI; SARÀ, 2014) permitindo a mitigação de impactos sobre essas populações.

Para diagnóstico do efeito de qualquer interferência antrópica sobre qualquer espécie é necessário conhecer os padrões naturais que determinam sua distribuição local e ocorrência, fornecendo um modelo comparativo do seu hábito natural (BEISSINGER, 1977). As variáveis ambientais tem sido levantadas como um dos fatores responsáveis por determinar esses padrões nos botos-cinza (ARAÚJO; PASSAVANTE; SOUTO, 2001; CREMER; SIMÕES-LOPES; PIRES, 2009; GEISE; CERQUEIRA, 1999).

A finalidade do presente estudo foi caracterizar a ocorrência de botos-cinza no Parque Marinho de Ilhéus, ao longo de um ano, de acordo com a variação da temperatura da água, velocidade e direção do vento, precipitação e ciclos naturais (dia/ noite, maré e lunar). Esse trabalho é pioneiro em avaliar a influência de variáveis ambientais na ocorrência de botos-cinza, a partir do monitoramento acústico passivo realizado por um CPOD. Os resultados do presente

estudo consistirão em um “baseline” do período de pré-construção da ponte de Ilhéus- Pontal, que permitirão uma avaliação futura do efeito desse tipo de empreendimento sobre a espécie.

2 REVISÃO BIBLIOGRÁFICA

2.1 O boto-cinza

O boto-cinza (*Sotalia guianensis*) (Figura 1) é uma espécie de pequeno cetáceo pertencente à Classe Mammalia, Superordem Cetartiodactyla, Ordem Cetacea, Subordem Odontoceti, Família Delphinidae. A espécie era considerada uma subespécie marinha de *S. fluviatilis*, sendo conhecida como *S. fluviatilis guianensis* (TRUE, 1889). Entretanto, baseado em análises morfométricas tridimensionais do formato do crânio, Monteiro-Filho e colaboradores (2002) sugeriram a separação em duas espécies: *S. guianensis* e *S. fluviatilis*. A nova proposta taxonômica foi corroborada por análises moleculares posteriormente, que mostraram ainda uma forte subdivisão de *S. guianensis* em três unidades evolutivas significativas distribuídas ao longo da costa brasileira (CABALLERO et al., 2007; CUNHA et al., 2005).



Figura 1- Boto-cinza, *Sotalia guianensis*, espécie alvo de estudo, através do monitoramento acústico passivo no Parque Marinho de Ilhéus, BA.

As populações de boto-cinza se distribuem ao longo da costa atlântica leste desde Santa Catarina (Sul do Brasil) (SIMÕES-LOPES, 1988) até Honduras (América Central) (BOROBIA

et al., 1991), com uma distribuição aparentemente contínua entre esses dois extremos (DA SILVA; BEST, 1996).

Morfologicamente o boto-cinza possui uma coloração cinza na região dorsal e rosada a esbranquiçada na ventral, apresentando ainda uma área mais clara entre as nadadeiras peitorais e dorsal e outra na linha média do corpo até a altura do ânus. A nadadeira dorsal triangular pode ser ligeiramente curvada na extremidade (FLORES; DA SILVA, 2009). O comprimento do adulto varia geralmente de 1,6 a 2,0 m, com o maior registro de 2,20 m de comprimento e massa corporal de até 80 kg (FLORES; DA SILVA, 2009).

A maturidade sexual ocorre por volta de seis anos em fêmeas e sete anos em machos (ROSAS; BARRETO; MONTEIRO, 2003). O boto-cinza se reproduz durante o ano inteiro, com provável pico de nascimento na primavera e verão (SCHMIEGELOW, 1990). O período de gestação é de 11,3 a 12 meses (ROSAS; BARRETO, 2008), com intenso cuidado parental (TARDIN et al., 2013).

A expectativa de vida é de aproximadamente 30 anos (ROSAS; BARRETO; MONTEIRO, 2003), tendo como principais causas de mortalidade natural a predação por orcas (*Orcinus orca*) e várias espécies de tubarão (DA SILVA; BEST, 1996), além de doenças provocadas por vírus e infestação de parasitas (DOMICIANO et al., 2012).

Assim como os demais delfinídeos, o boto-cinza é uma espécie social, vivendo em grupos com média entre 2 a 6 indivíduos, na região Norte e Nordeste do Brasil (FLORES; DA SILVA, 2009), com maiores registros na região Sul e Sudeste, podendo chegar ao tamanho médio de 11 a 29 indivíduos (DAURA-JORGE et al., 2005; DIAS; HERZING; FLACH, 2009; SANTOS et al., 2010).

2.2 Aspectos ecológicos da distribuição espacial de *Sotalia guianensis*

O boto-cinza ocorre dentro de baías e estuários, mas também pode ser encontrado em áreas abertas costeiras (FLORES; DA SILVA, 2009). Sua distribuição local se dá principalmente de acordo com a distribuição de presas e características morfométricas do ambiente que são estratégicas para captura das mesmas (LODI, 2003b). Sua dieta inclui peixes e lulas de hábitos neríticos e estuarinos, além de crustáceos (LODI, 2002).

Estudos apontam também a influência de variáveis ambientais na distribuição local da espécie, dentre elas o estado da maré (ARAÚJO; PASSAVANTE; SOUTO, 2001)), ciclo lunar (ROSSI-SANTOS et al., 2010), profundidade (GEISE; CERQUEIRA, 1999; LODI, 2003a), turbidez (IZIDORO; LE PENDU, 2012b), salinidade, (DIAS; HERZING; FLACH, 2009),

pluviosidade (HAYES 1998; OLIVEIRA et al., 1995), ventos (SIMÃO; POLETTTO, 2002) e temperatura da água (DAURA-JORGE; WEDEKIN; SIMÕES-LOPES, 2004). No entanto, autores apontam que os parâmetros ambientais influenciam principalmente o movimento das presas, sendo, portanto uma influência indireta sobre a distribuição dos botos-cinza (CREMER; SIMÕES-LOPES; PIRES, 2009).

A variação na ocorrência de botos-cinza nos diferentes estados da maré variam de acordo com a região ao longo do costa brasileira. Em Caravelas, extremo sul do litoral baiano, os botos-cinza foram mais avistados durante a maré enchente com uma queda brusca na maré parada, seja seca ou cheia (ROSSI-SANTOS et al., 2010). O autor argumenta que a espécie explora de maneira oportunista as diferentes direções e velocidades das correntes de maré. Na Baía de Babitonga Cremer et al. (2009) influenciou a ocupação de entrada na baía com início na alta e ápice na vazante. No início da baixa houve um decréscimo e permanência de alguns grupos na enchente. Resultados semelhantes foram encontrado por Oliveira et al. (1995) na praia de Iracema, Ceará, com maior registro de indivíduos na maré seca e enchente. Estes autores sugerem que a ocorrência de boto-cinza pode ser relacionada a abundância local de peixes cuja captura é facilitada pelo menor volume de água nesses regimes de maré.

Existem regiões no entanto, onde o efeito da maré sobre a frequência de indivíduos é nulo, dentre elas a baía de Parati (LODI et al. 2003b), norte de Pernambuco (ARAÚJO et al., 2007), enseada do Curral na Praia de Pipa, Rio Grande do Norte (GUILHERME-SILVEIRA et al., 2009) e a Baía de Guanabara, no Rio de Janeiro (DIAS et al., 2009). Na Baía de Guanabara, os autores argumentam que a baixa amplitude de maré e a falta de variação espacial poderia explicar a ausência do seu efeito sobre os comportamentos de botos-cinza (AZEVEDO et al.; 2007). Segundo Karczmanski e colaboradores (2000) a influência do ciclo de maré sobre os golfinhos parece ser mais forte em baías fechadas.

No litoral norte de Pernambuco, Araújo e colaboradores (2007) também não encontram influência significativa da maré nas atividades realizadas pelos botos-cinza. Segundo os autores as características peculiares de cada estado da maré podem beneficiar a caça para os botos-cinza, fazendo com que eles tirem vantagem de cada estado na atividade de forrageio. Na maré enchente os peixes entram no estuário e durante o refluxo o menor volume de água aumenta a concentração relativa de presas.

Em relação ao ciclo da maré vale considerar ainda, a variação comportamental sendo influenciada pelo regime de marés, conforme pesquisado por Guilherme-Silveira e Silva. (2009) na enseada do Curral em Pipa, RN. Os pesquisadores encontraram maior atividade de forrageio em relação aos demais estados, resultado semelhante a outros estudos na costa norte,

nordeste (HAYES, 1998; TORRES; BEASLEY, 2003) e sudeste do Brasil (FLACH; FLACH; CHIARELLO, 2008), onde, durante a maré cheia a atividade predominante foi a socialização.

O ciclo lunar é conhecido por influenciar na biologia e comportamento de espécies de peixes marinhos (DE BRUYN; MEEUWIG, 2001; DESJARDINS et al., 2011). Além disso o movimento dos peixes é influenciado pelos ciclos de maré que por sua vez estão diretamente ligados as fases lunares (GIBSON et al., 1996). No estuário do rio Caravelas, extremo sul da Bahia, Rossi-Santos et al. (2010) observaram uma maior frequência de botos-cinza durante a maré enchente nas fase de lua nova e cheia. Nessas fases da lua as correntes de maré são mais fortes, refletindo na maior frequência de botos-cinza, que usufruem das correntes de maré em estratégias de caça (ROSSI-SANTOS, 2006). Já Cremer e colaboradores (2009) não encontraram influência da fase lunar na ocupação por botos-cinza na entrada da Baía de Babitonga em Santa Catarina.

A variação tanto dos fatores bióticos como dos abióticos é responsável por migrações de pequena escala de delfínídeos (CUBERO-PARDO, 2007). Apesar de ser uma espécie residente e fiel ao hábitat (ARAÚJO et al., 2007; ROSSI-SANTOS; WEDEKIN; MONTEIRO-FILHO, 2007), o boto-cinza também realiza deslocamentos diários em pequena escala e pode usar as áreas de ocorrência de diferentes formas de acordo com as estações quentes e frias (DAURA-JORGE et al., 2005; FLORES; DA SILVA 2009; WEDEKIN et al., 2007). A sazonalidade no uso de hábitat, entretanto, não é observada em todas as áreas de ocorrência de botos-cinza (ARAÚJO et al., 2007; GEISE; CERQUEIRA, 1999).

O litoral brasileiro se encontra na faixa tropical e subtropical onde as alterações de temperatura são mínimas se comparadas às grandes latitudes, onde a amplitude termal afeta de maneira mais acentuada o comportamento sazonal das espécies. Em regiões tropicais e subtropicais a variação sazonal de acordo com os volumes de precipitação é um dos fatores meteorológicos relevantes para se avaliar sazonalidade na ocorrência de cetáceos (GUILHERME-SILVEIRA; SILVA, 2008), pois as concentrações de nutrientes e o aporte de água-doce, proveniente dos rios, são alterados intensamente pela chuva (LODI, 2003b). No entanto a pluviosidade e as demais variáveis que definem as estações (ventos e temperatura) vêm sendo pouco avaliadas nos estudos sobre sazonalidade de *Sotalia guianensis* no Brasil.

2.3 O boto-cinza em Ilhéus

Os botos-cinza são estudados em Ilhéus desde 2006 pelo Grupo de Pesquisa em Mamíferos Aquáticos de Ilhéus (GPMIAI), o que trouxe conhecimento sobre a população que

frequenta o litoral do município em termos de comportamento (IZIDORO; LE PENDU, 2012b), produção sonora (LIMA; LE PENDU, 2014), interação com embarcações (IZIDORO; LE PENDU, 2012a; SANTOS; SCHIAVETTI; ALVARES, 2013) e padrões de ocorrência relacionados às variáveis ambientais (SANTOS et al., 2010).

Desde a criação do GPMAI, a espécie é regularmente monitorada em duas áreas que ela frequenta diariamente. Em uma delas, a Baía do Pontal, o uso da área pela espécie está principalmente relacionada com a hora do dia, com maior ocorrência no início da manhã e fim da tarde; em áreas com profundidade superior a 3 metros, e aos movimentos de marés, com maior frequência de indivíduos entre a quarta hora de maré enchente e preamar, e durante a maré vazante (SANTOS et al., 2010). Na outra área, o Porto do Malhado, o número de avistagens foi significativamente diferente em função da transparência da água, maior ocorrência em períodos com águas turvas ou moderadamente turvas, variando também em função da hora do dia, com maior frequência de chegada de grupos no início da manhã e entre o fim da manhã e início da tarde (IZIDORO; LE PENDU, 2012b).

Observa-se maior abundância de indivíduos no período do inverno em ambas áreas (IZIDORO; LE PENDU, 2012b; SANTOS et al., 2010). Essa variação tem sido apontada pelos autores principalmente pela disponibilidade de presas no inverno, estação com maior pluviosidade.

No entanto, a influência de outras variáveis ambientais que também caracterizam a ocorrência da espécie não foi investigada para região. Dentre elas, a velocidade e direção do vento, temperatura da água, fase lunar e pluviosidade, foram portanto consideradas nas análises do presente estudo para melhor caracterização da ocorrência da espécie no litoral de Ilhéus.

2.4 Aspectos acústicos do boto-cinza

Nos cetáceos, as ondas sonoras são captadas pela maxila inferior, preenchida por corpos lipídicos, e ossos da cabeça transmitem a vibração acústica até o ouvido interno (AU; POPPER; FAYER, 2000). Os sons são conduzidos através das estruturas lipídicas para a parede lateral do osso timpânico que desempenha o papel de membrana timpânica e transmite a vibração acústica para o martelo do ouvido médio (KOOPMAN et al., 2006). No ouvido interno a energia acústica (mecânica) é convertida em pulsos elétricos que são enviados através do nervo auditivo ao sistema nervoso central (TYACK, 2000). Embora os odontocetos consigam discriminar uma extraordinária gama de frequências eles apresentam maior sensibilidade às frequências

ultrassônicas (acima de 20 khz) (TYACK, 2000). De acordo com Caldwell e Caldwell (1970) a faixa audível mais sensível dos botos-cinza está entre 64 e 105 kHz.

Em relação à emissão sonora, os sons são produzidos através da contração muscular que faz com que o ar passe sob pressão através das vias nasais e dos sacos aéreos da cabeça até o orifício respiratório (NUMMELA et al., 2004). O som é ampliado e direcionado pelo tecido lipídico, que funciona como uma lente, conhecido como melão, situado na parte frontal da cabeça (AU; POPPER; FAYER, 2000).

Os odontocetos emitem uma grande variedade de sons que são divididos estruturalmente em sons tonais, ou contínuos, como os assobios; e sons pulsados como gritos e os estalidos de ecolocalização (NORRIS, 1964). Segundo Monteiro-Filho e Monteiro (2001), em um estudo realizado em Cananéia, SP, o boto-cinza produz quatro classes de sons baseados nas características físicas e sons audíveis: assovios, gritos, gargarejos e estalidos.

Os assobios são os sons mais comuns produzidos pelos delfínídeos, podendo ser tonais puros ou possuir alguns harmônicos (MONTEIRO-FILHO; MONTEIRO, 2001). Possuem a energia concentrada em uma frequência específica, geralmente com modulação e banda estreita, emitidos em interações sociais que envolvem coesão do grupo, forrageio em equipe e reconhecimento individual (MAY-COLLADO; WARTZOK, 2009). Os gritos são caracterizados por notas variadas com diferentes modulações de frequência e sempre com harmônicos, sendo também utilizados na comunicação social. O gargarejo é um tipo de som emitido por infantes, composto por uma nota longa com pouca modulação de frequência, sendo parecido com um grito simples em sua estrutura física (MONTEIRO-FILHO; MONTEIRO, 2001). Os estalidos, ou cliques de ecolocalização consistem em uma sequência de pulsos estereotipados com uma curta duração, em torno de 0,02 s e amplo espectro de frequência (2-200 khz), para os odontocetos em geral (RYABOV, 2014).

A ecolocalização é um sistema de biosonar sofisticado que evoluiu de forma independente em pelo menos cinco linhagens de mamíferos: Odontoceti, Soricidae (musaranhos), Chiroptera (morcegos) e em várias espécies de aves (GUTSTEIN et al., 2014). No entanto, os odontocetos são os únicos mamíferos que desenvolveram esse sistema para o ambiente subaquático, onde é utilizado para navegação e localização de presas (AU, 1993).

A ecolocalização é um sentido ativo que envolve geração e transmissão de pulsos sonoros de alta intensidade para o ambiente, com posterior detecção auditiva e processamento do som que retorna em forma de ecos, informando o animal sobre as barreiras físicas e a topografia do ambiente, auxiliando na navegação e detecção de presas durante o forrageio (GRIFFIN, 1958). Os estalidos se caracterizam por serem bastante precisos quanto a detecção

dos objetos tais como, distância, angulação, forma, textura, composição, velocidade relativa e trajetória, (BRADBURY; VEHRENCAMP, 2011).

Dentre as classes de sons emitidos pelo boto-cinza, os assobios são os mais estudados (p. ex. ATEM; MONTEIRO-FILHO, 2006; AZEVEDO; SIMÃO, 2002; AZEVEDO; VAN SLUYS, 2005; DECONTO; MONTEIRO-FILHO, 2013; FIGUEIREDO; SIMÃO, 2009; LEÃO; MONTEIRO-FILHO; SILVA, 2016; LIMA; LE PENDU, 2014; MAY-COLLADO; WARTZOK 2009; PIVARI; ROSSO 2005; ROSSI-SANTOS; PODOS, 2006;), sendo poucos os estudos sobre cliques de ecolocalização (p. ex. ATEM; MONTEIRO-FILHO, 2006; DECONTO; MONTEIRO-FILHO, 2015; KAMMINGA et al., 1993; LEÃO; MONTEIRO-FILHO; SILVA, 2016 MONTEIRO-FILHO; MONTEIRO 2001).

O primeiro registro de cliques de ecolocalização emitidos pelo gênero *Sotalia* foi desenvolvido com 2 indivíduos de *S. fluviatilis* (tucuxi) em cativeiro, com a análise das características físicas dos estalidos (CALDWELL; CALDWELL, 1970). Para a espécie marinha, os estudos em ambiente natural foram realizados por Kamminga et al. (1993) comparando os estalidos de ecolocalização de *Inia geoffrensis*, o boto-cor-de-rosa e as duas espécies do gênero *Sotalia*. Os resultados desse estudo apontaram para uma maior semelhança entre os cliques das duas espécies amazônicas, de gêneros diferentes (boto-cor-de-rosa e tucuxi), do que entre o boto-cinza e o tucuxi, que são do mesmo gênero.

O trabalho de Monteiro-Filho e Monteiro (2001), com resultados apresentados anteriormente nessa seção, foi pioneiro em correlacionar todos os sinais emitidos pelo boto-cinza já confirmados, incluindo os cliques de ecolocalização, com o contexto social e ambiental que eles são utilizados. No intuito de avaliar a plasticidade acústica da espécie para adaptação a diferentes condições ambientais, Leão et al. (2016) compararam os parâmetros acústicos do boto-cinza em dois habitats com características diferentes, porém localizados na mesma latitude. Como resultados, os pesquisadores observaram um maior número de cliques por segundo em uma área em relação a outra, sugerindo uma relação com a precisão do som para a captura de presa, em cada condição ambiental, tais como ruídos de fundo, turbidez, temperatura e salinidade, e modificação da propagação do som devido profundidade e propriedades do fundo, específica de cada área analisada. Com base nesses resultados Leão e colaboradores concluíram que *S. guianensis* responde adaptativamente às condições ambientais, a mesma população pode ter diferentes parâmetros acústicos e emissões sonoras em diferentes ambientes, suportando a hipótese de plasticidade acústica para a espécie.

O repertório acústico noturno da espécie foi registrado pela primeira vez em ambiente natural por Atem e Monteiro-Filho (2006). Embora o monitoramento acústico realizado neste

estudo foi apenas para ajudar a detectar a presença dos botos-cinza, os autores registraram registraram intensas emissões sonoras no período noturno, incluindo cliques de ecolocalização. O trabalho mais recente com registro acústico da espécie no período noturno foi realizado por Deconto e Monteiro-Filho (2015) onde os pesquisadores compararam a taxa de emissão sonora, incluindo cliques de ecolocalização, entre o período diurno e noturno, não havendo diferença para essa categoria sonora.

2.5 Monitoramento acústico passivo (MAP) autônomo

O monitoramento acústico passivo de cetáceos teve início na década de 90 com o aprimoramento de tecnologias de gravação de sons subaquáticos por prolongados períodos de tempo, através de equipamentos de gravação autônomos (SOUSA-LIMA et al., 2013). O longo período de amostragem contínua permite aos pesquisadores avaliar a sazonalidade e mudanças na distribuição espacial de cetáceos sem introduzir no ambiente os tipos de perturbação gerados pela presença de embarcações de pesquisa ou aeronaves (JANIK, 2000; SOUSA-LIMA et al., 2013).

O MAP apresenta vantagens sobre o monitoramento visual pois permite coletar dados em qualquer condição climática e durante o período noturno. Além disso, os cetáceos passam boa parte do tempo em submersão, o que dificulta o monitoramento visual que se limita as atividades aéreas e subidas a superfície para respirar (ZIMMER et al., 2008).

Dentre as principais desvantagens do MAP está a necessidade de recuperar o equipamento para acessar aos dados e a ausência de registro quando os cetáceos não emitem sons. A combinação do MAP com monitoramento visual para a detecção de ocorrência de cetáceos permitiu validar a eficácia desse método para diferentes espécies de cetáceos (GORDON et al., 2000; MCDONALD; MOORE, 2002; OSWALD; RANKIN; BARLOW, 2007).

Os estudos realizando o monitoramento acústico de cetáceos investigam parâmetros populacionais (HILDEBRAND et al., 2015), a distribuição espacial e temporal dos animais (ENGLUND; INGRAM; ROGAN, 2005; VERFUß et al., 2007), a influência de fatores abióticos sobre sua ocorrência (AKAMATSU et al., 2008; CARLSTRÖM et al., 2005; TREGENZA; MARTIN; DA SILVA, 2007; VERFUß et al., 2007; WANG et al., 2015; YAMAMOTO et al., 2015), a presença de variação sazonal na ocorrência (VERFUß et al., 2007; WANG et al., 2015), a sobreposição de nicho ecológico entre odontocetos (SIMON et al., 2010; NUUTTILA et al., 2013), aspectos comportamentais (KOSCHINSKI; DIER;

AMUNDIN, 2008), o impacto da poluição sonora durante atividades sísmicas (FOX et al., 2003), fluxo de embarcações (LA MANNA; MANGHI; SARÀ, 2014) e construções (CARSTENSEN; HENRIKSEN; TEILMANN, 2006).

Dentre os trabalhos citados acima, aqueles que fizeram uso dessa metodologia de amostragem para analisar a influência de variáveis abióticas e temporais sobre a ocorrência de cetáceos avaliaram principalmente nictémero, ciclo da maré e lunar, e sazonalidade. O período noturno é comumente observado pelos pesquisadores como a fase com maior taxa acústica registrada para *Sousa chinensis* no estuário de Pearl-River, na China (WANG et al., 2015), *Neophocaena focaenóides* no Estreito de Kanmon no Japão (AKAMATSU et al., 2008), *Phocaena phocaena* nas águas escocesas, Reino Unido (CARLSTROM, 2005), *Inia geofrensis* na Reserva de Desenvolvimento sustentável de Mamirauá, no Brasil (TREGENZA; MARTIN; DA SILVA, 2007; YAMAMOTO et al., 2016) e *Sotalia fluviatilis* (TREGENZA; MARTIN; DA SILVA, 2007). A lua nova e maré cheia foram os períodos com maior taxa de ecolocalização de *S. chinensis* (WANG et al., 2015). Observa-se ainda um padrão sazonal na ocorrência dessa espécie (WANG et al., 2015) e de *P. phocaena* (VERFUß et al., 2007).

Os principais equipamentos de MAP utilizados foram: A-tag, para o registro de biossonar de *Neophocaena focaenóides* (AKAMATSU et al., 2008), *Sousa chinensis* (WANG et al., 2015) e *Inia geofrensis* (YAMAMOTO et al., 2016); e o T-POD, antecessor do C-POD, para *Phocaena phocaena* (CARLTROM, 2005; VERFUß et al., 2007), *Inia geofrensis* e *Sotalia fluviatilis* (TREGENZA; MARTIN; DA SILVA, 2007).

O monitoramento acústico passivo por meio de “Pod’s” (do inglês “porpoise detectors”) vem sendo usados em toda Europa, América do Norte, Ásia e Oceania, onde se tornaram uma ferramenta padrão no monitoramento de odontocetos (ELLIOT; DAWSON; HENDERSON, 2011; NUUTTILA et al., 2013; WANG et al., 2015) e avaliações de impacto ambiental sobre o grupo (CARLSTRÖM et al., 2009; CARSTENSEN; HENRIKSEN; TEILMANN, 2006; DAEHNE et al., 2013; TEILMANN, et al., 2002; TODD et al., 2009).

O C-POD (Chelonia LTD, UK) é um modelo de detector de cliques de ecolocalização de odontoceto que registram dentro de uma gama de frequências de 20 a 160 kHz. Portanto o C-POD é capaz de detectar cliques de ecolocalização produzidos por todos os odontocetos com exceção dos cachalotes que emitem frequências de ecolocalização de 400 Hz a 2 kHz (machos) e de 1,2 kHz a 3 kHz (fêmeas), o que está abaixo da frequência mínima de 20 kHz do C-POD (GOOLD; JONES; BRIDGE, 2000). Ao contrário dos hidrofones de gravação regulares, que gravam os sons integralmente dentro da gama de detecção do gravador, os C-POD registram metadados sobre cada evento tonal dentro da gama de detecção, o que permite um uso muito

mais eficiente da memória. Um som é considerado "tonal" quando uma banda de frequência estreita de som contém mais energia do que o resto da faixa de banda larga (DAEHNE et al., 2013).

Um software específico, C-POD.exe, classifica os cliques detectados em uma série de mais de quatro cliques semelhantes com intervalos interclique (ICIs) sucessivamente mais curtos, conhecida como trens de cliques. Estes são ainda categorizados de acordo com a sua provável origem: sonar de barco, odontocetos que produzem cliques de banda larga ("Other Cet"), odontocetos que produzem cliques de banda estreita ("NBHF") e sem classificação ("Unclassed"); e categorizados em "High", "Mod" ou "Low", de acordo com a probabilidade alta, média ou baixa, respectivamente, de ser um trem de clique de cetáceo (TREGENZA, 2013).

O C-POD realiza uma detecção de cliques de ecolocalização com alta precisão (72% - 91%), com uma distância máxima de 1779 m (NUUTTILA et al., 2013). O equipamento registra a data e tempo de cada detecção em conjunto com outras características temporais e espectrais, tais como o número de cliques por trem de clique, duração do trem de clique, taxa de clique máximo, mínimo, média e incremento no intervalo entre cliques; frequência mínima e máxima, largura de banda média do trem de clique, pico frequência e nível de pressão sonora dos cliques (CASTELLOTE et al., 2016).

O GPMAI é um dos pioneiros na utilização desse equipamento para monitoramento do botos- cinza no Brasil. Um projeto piloto foi realizado no mesmo ponto amostral em 2014 e revelou uma alta taxa de detecção de trens de cliques da espécie, comprovando a possibilidade de monitorá-la por longo prazo (LE PENDU; ANDRADE, 2014).

3 OBJETIVOS

3.1 Geral

Descrever a ocorrência de botos-cinza ao longo de um ano no Parque Marinho de Ilhéus através do monitoramento acústico passivo.

3.2 Específicos

- Caracterizar como a presença de *S.guianensis* varia em relação ao horário do dia, ao longo dos meses e entre verão e inverno.
- Analisar se a frequência de dpm por hora apresentava um ritmo diário.
- Analisar se parâmetros meteorológicos tais como a pluviosidade, direção e velocidade do vento e temperatura da água refletem na presença da espécie.
- Investigar a influência do nictêmero, o ciclo de maré e ciclo lunar sobre a ocorrência do boto-cinza.

4 REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- AKAMATSU, T. et al. Evidence of nighttime movement of finless porpoise through Kanmon Strait monitored using a stationary acoustic recording device. **Fisheries Science**, v. 74, p. 970-975, 2008.
- ARAÚJO, J. P. et al. The influence of seasonality, tide and time of activities on the behavior of *Sotalia guianensis* (Van Bénédén) (Cetacea, Delphinidae) in Pernambuco, Brazil. **Revista Brasileira de Zoologia**, v. 24, n.4, p. 1122-1130, 2007.
- ARAÚJO, J. P.; PASSAVANTE, J. Z. O.; SOUTO, A. S. Behavior of the estuarine dolphin *Sotalia guianensis* at Dolphin Bay, Rio Grande do Norte, Brazil. **Tropical Oceanography**, v. 29, n. 2, p. 13-25, 2001.
- AU, W. W. L.; POPPER, A. N.; FAYER, R. R. **Hearing by whales and dolphins**. New York: Springer- Verlag Pod, 2000. 384 p.
- AU, W. W. L. **The sonar of dolphins**. New York: Springer-Verlag Pod, 1993. 278 p.
- AZEVEDO, A. F.; SIMÃO, S. M. Whistles produced by marine tucuxi dolphins (*Sotalia fluviatilis*) in Guanaraba bay, southeastern Brazil. **Aquatic Mammals**, v. 28, n. 3, p. 261-266, 2002.
- AZEVEDO, A. F.; VAN SLUYS, M. Whistles of tucuxi dolphins *Sotalia fluviatilis* in Brazil: comparisons among populations. **Journal of Acoustical Society of America**, v. 117, p. 1456-1464, 2005.
- ATEM, A. C. G.; MONTEIRO-FILHO, E. L. A. Nocturnal Activity of the Estuarine Dolphin (*Sotalia guianensis*) in the Region of Cananéia. **Aquatic Mammals**, v. 32, p. 236–241, 2006.
- BAILEY, H. R. et al. Using T-PODs to assess variations in the occurrence of coastal bottlenose dolphins and harbour porpoises. **Aquatic Conservation: Marine and fresh water Ecosystems**, v. 20, n. 2, p. 150-158, 2009.
- BEISSINGER, S. R. Integrating behavior into conservation biology: potential sand limitations. In: CLEMMONS, J. R; BUCHHOLZ, R. **Behavioral approaches to conservation in the wild**. Cambridge: Cambridge University Press, 1997. p. 23-47.
- BOROBIA, M. et al. Distribution of the South-American Dolphin *Sotalia fluviatilis*. **Canadian Journal of Zoology-Revue Canadienne De Zoologie**, v. 69, n. 4, p. 1025-1039, 1991.
- BRADBURY, J. W.; VEHCENCAMP, S. L. **Principles of animal communication**. 2th ed. Massachusetts: Sinauer, 2011. 697 p.

- CABALLERO, S. et al. Taxonomic status of the genus *Sotalia*: species level ranking for "tucuxi" (*Sotalia fluviatilis*) and "costero" (*Sotalia guianensis*) dolphins. **Marine Mammal Science**, v.23, p. 358-386, 2007.
- CALDWELL, D. K.; CALDWELL, M. C. Echolocation-type signals by two dolphins, genus *Sotalia*. **Quarterly Journal of the Florida Academy of Sciences**, v. 33, n. 2, p. 124-131, 1970.
- CARLSTRÖM, J.; BERGGREN, P.; TREGENZA, N. J. C. Spatial and temporal impact of pingers on porpoises. **Canadian Journal of Fisheries and Aquatic Sciences**, v. 66, p. 72-82, 2009.
- CARLSTRÖM, J. Diel variation in echolocation behaviour of wild harbor porpoises. **Marine Mammal Science**, v. 21, p. 1-12, 2005.
- CARSTENSEN, J.; HENRIKSEN, O. D.; TEILMANN, J. Impacts of offshore wind farm construction on harbour porpoises: acoustic monitoring of echolocation activity using porpoise detectors (T-PODs). **Marine Ecology Progress Series**, v. 321, p. 295-308, 2006.
- CASTELLOTE, M. et al. Dual instrument passive acoustic monitoring of belugas in Cook Inlet, Alaska. **Journal of Acoustical Society of America**, v. 139, n. 5, p. 2607-2707, 2016.
- CREMER, M. J.; SIMÕES-LOPES, P. C.; PIRES, J. S. R. Occupation pattern of a harbor inlet by the estuarine dolphin, *Sotalia guianensis* (P. J. Van Bénédén, 1864) (Cetacea, Delphinidae). **Brazilian Archives of Biology and Technology**, v. 52, p. 765-774, 2009.
- CUBERO-PARDO, P. Environmental factors governing the distribution of the bottlenose (*Tursiops truncatus*) and spotted dolphin (*Stenella attenuata*) in Golfo Dulce, South Pacific, off Costa Rica. **Investigaciones Marinas**, v. 35, n. 2, p. 15-23, 2007.
- CUNHA, H. A. et al. Riverine and marine ecotypes of *Sotalia* dolphins are diferente species. **Marine Biology**, v. 148, n. 2, p. 449-457, 2005.
- DAEHNE, M. et al. Effects of pile-driving on harbour porpoises (*Phocoena phocoena*) at the first offshore wind farm in Germany. **Environmental Research Letters**, v. 8, p.1-16, 2013.
- DA SILVA, V. M. F.; BEST, R. C. *Sotalia fluviatilis*. **Mammalian Species**, v. 527, p. 1-7, 1996.
- DAURA-JORGE, F. G. et al. Seasonal and daily patterns of group size, cohesion and activity of the estuarine dolphin, *Sotalia gulanensis* (van Beneden) (Cetacea, Delphinidae), in southern Brazil. **Revista Brasileira de Zoologia**, v. 22, n. 4, p. 1014-1021, 2005.
- 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, p. 203-216, 2004.

- DE BRUYN, A. M. H.; MEEUWIG, J. J. Detecting lunar cycles in marine ecology: periodic regression versus categorical ANOVA. **Marine Ecology Progress Series**, v. 214, 307–310, 2001.
- DECONTO, L. S.; MONTEIRO-FILHO, E. L. A. High initial and minimum frequencies of *Sotalia guianensis* whistles in the southeast and south of Brazil. **Journal of Acoustical Society of America**, v. 134, p. 3899-3904, 2013.
- , Day and night sounds of the Guiana dolphin, *Sotalia guianensis* (Cetacea: Delphinidae) in southeastern Brazil. **Acta ethologica**, v. 19, p. 61-68, 2015.
- DESJARDINS, J. K.; FITZPATRICK, J. L.; STIVER, K. A.; VAN DER KRAAK, G. J.; BALSHINE, S. Lunar and diurnal cycles in reproductive physiology and behavior in a natural population of cooperatively breeding fish. **Journal of Zoology**, v. 1, p. 66-73, 2011.
- DIAS, L. A.; HERZING D.; FLACH, L. Aggregations of Guiana dolphins (*Sotalia guianensis*) in Sepetiba Bay, Rio de Janeiro, southeastern Brazil: distribution patterns and ecological characteristics. **Journal of the Marine Biological Association of the United Kingdom**, v. 89, n. 5, p. 967-973, 2009.
- DIAZGRANADOS, M. C.; MEJÍA, P.; ACOSTA, A. Effect of boat traffic on the vocal and surfacing behavior of river dolphins: A key for abundance estimation methods (Abstract 5pAB3). Page 2431 In: Proceedings, First Pan-American/Iberian Meeting on Acoustics, December 2002, Cancún, Mexico. **Journal of the Acoustical Society of America**, v. 112, n.5, 2002.
- DOMICIANO, I. G. et al. Enfermidades e impactos antrópicos em cetáceos no Brasil. **Clínica Veterinária**, ano XVII, n. 99, p. 100-110, 2012.
- ELLIOT, R. G.; DAWSON, S. M.; HENDERSON, S. D. Acoustic monitoring of habitat use by bottlenose dolphins in Doubtful Sound, New Zealand. **New Zealand Journal Marine and Fresh water Research**, p.1-13, 2011.
- ENGLUND, A.; INGRAM, S.; ROGAN, E. Distribution and habitat use of bottlenose dolphins (*Tursiops truncatus*) and harbour porpoises (*Phocoena phocoena*) in Irish waters, using passive acoustic techniques (TPODs) to compare locations over a three year period. **European Research on Cetaceans**, v. 19, p. 1901-1907, 2005.
- FIGUEIREDO, L. D. DE; SIMÃO, S. M. Possible occurrence of signature whistles in a population of *Sotalia guianensis* (Cetacea, Delphinidae) living in Sepetiba Bay, Brazil. **The Journal of the Acoustical Society of America**, v. 126, n. 3, p. 1563-1569, 2009.
- FLACH, L.; FLACH, P. A.; CHIARELLO, A. G. Density, abundance and distribution of the estuarine dolphin (*Sotalia guianensis* Van Benéden, 1864), in Sepetiba Bay, Southeast Brazil. **Journal of the Cetacean Research and Management**, v. 10, p.31–36, 2008.
- FLORES, P. A. C.; DA SILVA, V. M. F. Tucuxi and Guiana dolphin (*Sotalia fluviatilis* and *S. guianensis*). p. 1188-1192. In: PERRIN, W. F., WÜRSIG, B., THEWISSEN, J. G. M.

- (eds). **Encyclopedia of Marine Mammals**. 2th ed. Amsterdam: Elsevier, 2009. P.1188-1192.
- FOX, C. G. et al. Monitoring Pacific Ocean seismicity from an autonomous hydrophone array. **Journal of Geophysical**, v. 106, n. B3, p. 4183-4206, 2003
- GEISE, L.; GOMES, N.; CERQUEIRA, R. Behaviour, habitat use and population size of *Sotalia fluviatilis* (Gervais, 1853) (Cetacea, Delphinidae) in the Cananeia estuary region, Sao Paulo. Brazil. **Revista Brasileira de Biologia**, v. 59, n. 2, p. 183-194, 1999.
- GIBSON, R. N.; ROBB, L.; BURROWS, M. T.; ANSELL, A. D. Tidal, diel and longer term changes in the distribution of fishes on a Scottish Sandy beach. **Marine Ecology Progress Series**, v. 130, p. 1-17, 1996.
- GOOLD, J. C.; JONES, S. E.; BRIDGE, M. Time and Frequency Domain Characteristics of Sperm Whale Clicks. **Journal of the Acoustical Society of America** v. 98, p.1279-1291, 2000.
- GORDON, J. C. D. et al. Distribution and relative abundance of striped dolphins in the Ligurian Sea Cetacean Sanctuary: results from an acoustic collaboration. **Journal of Cetacean Research and Management**. v., p. 27-36, 2000.
- GRIFFIN, D. R. **Listening in the Dark**. New Haven: Yale University Press, 1958. 413 p.
- GUILHERME-SILVEIRA, F. R.; SILVA, F. J. L. Behavioural seasonality of the estuarine dolphin, *Sotalia guianensis*, on the northeastern Brazilian coast. **Marine Biodiversity Records**, v. 1, e62, 2008.
- , Diurnal and tidal pattern influencing the behavior of *Sotalia guianensis* on the north-eastern cost of Brazil. **Marine Biodiversity Record**, v. 2, p. 1-5, 2009.
- GUTSTEIN, C. S. et al. High frequency echolocation, ear morphology, and the marine-freshwater transition: A comparative study of extant and extinct toothed whales. **Palaeogeography, Palaeoclimatology, Palaeoecology**, 2014. doi: 10.1016/j.palaeo.2014.01.026
- HAYES, A. J. S. **Aspectos da actividade comportamental diurna da forma marinha do tucuxi, *Sotalia fluviatilis*, Gervais, 1853 (Cetacea - delphinidae), na Praia de Iracema (Fortaleza - Ceará - Brasil)**. 1998. 52 p. Relatório de licenciatura (Biologia Marinha e Pesca)- Universidade de Algarve, Faro, 1998.
- HERZING, D. L. et al. Vocalizations and associated underwater behavior of free-ranging Atlantic spotted dolphins, *Stenella frontalis* and bottlenose dolphin, *Tursiops truncatus*. **AquaticMammals**, v. 2, p. 61-79, 1996.
- HILDEBRAND, J. A. et al. Passive acoustic monitoring of beaked whale densities in the Gulf of Mexico. **Scientific Reports**, v. 5, p. 1-15, 2015.
- INSTITUTO CHICO MENDES DE CONSERVAÇÃO DA BIODIVERSIDADE (ICMBIO). Portaria nº144 de 17 de dezembro de 2014. **Diário Oficial da União**, n. 245, p. 121-130, 2014.

- IZIDORO, F. B.; LE PENDU, Y. Estuarine dolphins (*Sotalia guianensis*, Cetacea, Delphinidae) play at Porto de Ilheus harbor, Bahia, Brazil. **Panamerican Journal of Aquatic Sciences**, v. 7, p. 27-36, 2012a.
- , 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, p. 232-240, 2012b.
- JANIK, V. M. Source levels and the estimated active space of bottlenose dolphin (*Tursiops truncatus*) whistles in the Moray Firth, Scotland. **Journal of Comparative Physiology**, v.186, p. 673-680, 2000.
- KAMMINGA, C. et al. Investigations on cetacean sonar X: A comparative analysis of underwater echolocation clicks of *Inia* ssp. and *Sotalia* ssp. **Aquatic Mammals**, v. 19, p. 31-43, 1993.
- KARCZMASKI, L.; THORNTON, M.; COCKCROFT, V. G. Daylight occurrence of humpback dolphins, *Sousa chinensis*, in Algoa Bay, South Africa. **African Journal of Ecology**, v. 38, p. 86–90, 2000.
- KOOPMAN, H. N. et al. The topographical distribution of lipids inside the mandibular fat bodies of odontocetes: Remarkable complexity and consistency. **Ocean Engineering Journal**, v. 31, p. 95-106, 2006.
- KOSCHINSKI, S.; DIERDERCHS, A.; AMUNDIN, M. Click train patterns of free-ranging harbour porpoises acquired using T-PODs may be useful as indicators of their behaviour. **Journal of Cetacean Research and Management**, v. 10, n. 2, p.147-155, 2008.
- LA MANNA, G.; MANGHI, M.; SARÀ, G. Monitoring the habitat use of common Bottlenose Dolphins (*Tursiops truncatus*) using passive acoustics in a Mediterranean marine protected area. **Mediterranean Marine Sciences**, v. 4, p. 327-337, 2014.
- LEÃO, D. T; MONTEIRO-FILHO, E. L. A.; SILVA, F. J. L. Acoustic parameters of sounds emitted by *Sotalia guianensis*: dialects or acoustic plasticity. **Journal of Mammalogy**, v. 97, n. 2, p. 611-618, 2016.
- LE PENDU, Y.; ANDRADE, A. P. S. Estudo preliminar de monitoramento bioacústico passivo de boto-cinza (*Sotalia guianensis*) em Ilhéus, Bahia, Brasil. In: XVI Reunião de trabalho de especialistas em mamíferos aquáticos da américa do sul (rt); 10º congresso da sociedade latinoamericana de especialistas em mamíferos aquáticos (SOLAMAC), 2014, Cartagena, Colombia). **Libro de resúmenes**, Bogotá, Colombia: Asociación Colombiana de Zoología., 2014. p. 823-824.
- LIMA, A.; Y. LE PENDU. Evidence for signature whistles in Guiana dolphins (*Sotalia guianensis*) in Ilhéus, northeastern Brazil. **Journal of the Acoustical Society of America**, v. 136, p. 3178-3185, 2014.
- LODI, L. Seleção e uso do hábitat pelo boto-cinza, *Sotalia guianensis*, na baía de Paraty, Rio de Janeiro, Brasil. **Bioikos**, v. 17, p.5-20, 2003a.

- , Tamanho e composição dos grupos de botos cinza *Sotalia guianensis* (P. J. Van Beneden, 1864) (Cetacea, Delphinidae) na Baía de Paraty, Rio de Janeiro, Brasil. **Atlântica**, Rio Grande, v. 25, n. 2, p. 135-146, 2003b.
- LODI, L. **Uso de Hábitat e preferência do Boto-Cinza, *Sotalia fluviatilis* (Cetacea, Delphinidae), na Baía de Paraty, Rio de Janeiro.** 2002. 167 p. Dissertação (Mestrado em Ciências Ambientais e Florestais) - Universidade Federal Rural do Rio de Janeiro, Rio de Janeiro, 2002.
- MAY-COLLADO, L. J.; WARTZOK, D. A characterization of Guyana dolphin (*Sotalia guianensis*) whistles from Costa Rica: the importance of broadband recording systems. **Journal of the Acoustical Society of America**, v. 125, p. 1202-13, 2009.
- MCDONALD, M. A.; MOORE, S. E. Calls recorded from North Pacific right whales (*Eubalaena japonica*) in the eastern Bering Sea. **Journal of Cetacean Research and Management**, v. 4, p. 261-266, 2002.
- MELLINGER, D. K. et al. An overview of fixed passive acoustic observation methods for cetaceans. **Oceanography**, v. 20, n. 4, p. 36-45, 2007.
- MONTEIRO-FILHO, E. L. A.; MONTEIRO, K. D. K. A. Low-frequency sounds emitted by *Sotalia fluviatilis guianensis* (Cetacea: Delphinidae) in an estuarine region in southeastern Brazil, **Canadian Journal of Zoology**, v. 79, p. 59-66, 2001.
- MONTEIRO-FILHO, E. L. A.; MONTEIRO, L. R.; DOS REIS, S. F. Skull shape and size divergence in dolphins of the genus *Sotalia*: A tridimensional morphometric analysis. **Journal of Mammalogy**, v. 83, n. 1, p. 125-134, 2002.
- NORRIS, K. S. Some problems of echolocation in cetaceans. In: TAVOLGA, W. N. **Marine bioacoustics**. New York: A pergamon press book, 1964. p.317-335.
- NUMMELA, S. et al. Eocene evolution of whale hearing. **Nature**, v. 430, p.776-778, 2004.
- NUUTTILA, H. K. et al. Acoustic detection probability of bottlenose dolphins, *Tursiops truncatus*, with static acoustic dataloggers in Cardigan Bay, Wales. **Journal of Acoustical Society of America**, v. 134, n. 3, p. 2596-2609, 2013.
- OLIVEIRA, J. A. et al. Monitoring of the grey dolphin, *Sotalia fluviatilis* (Cetacea: Delphinidae), off Fortaleza, Ceará State, Brazil. **Arquivos de Ciências do Mar**, v. 29, p. 28-35, 1995.
- OSWALD, J. N.; RANKIN, S.; BARLOW, J. A tool for real-time acoustic species identification of delphinid whistles. **Journal of Acoustical Society of America**, v. 122, p. 587-595, 2007.
- PIVARI, D.; ROSSO, S. Whistles of small groups of *Sotalia fluviatilis* during foraging behavior in southeastern Brazil. **The Journal of the Acoustical Society of America**, v. 118, n. 4, p. 2725-2731, 2005.

- RICHARDSON, W. J. et al. **Marine Mammals and Noise**. San Diego: Academic Press, 1995.
- ROSAS, F. C. W.; BARRETO, A. S.; MONTEIRO, E. L. D. Age and growth of the estuarine dolphin (*Sotalia guianensis*) (Cetacea, Delphinidae) on the Parana coast, southern Brazil. **Fishery Bulletin**, v. 101, n. 2, p. 377-383, 2003.
- ROSAS, F. C. W.; BARRETO, A. S. Reprodução e crescimento. In: MONTEIRO-FILHO, E. L. A.; MONTEIRO, K. D. K. A. **Biologia, ecologia e conservação do boto-cinza**. São Paulo: Letras Editora e Gráfica LTDA, 2008. p. 51-65.
- ROSSI-SANTOS, M. R.; PODOS, J. Latitudinal variation in whistle structure of the estuarine dolphin *Sotalia guianensis*. **Behaviour**, v. 143, p. 347-364, 2006.
- ROSSI-SANTOS, M. R.; WEDEKIN, L. L.; MONTEIRO-FILHO, E. L. A. Residence and site fidelity of *Sotalia guianensis* in Caravelas River Estuary, eastern Brazil. **Journal of the Marine Biological Association of the United Kingdom**, v. 87, n. 01, p. 207-212, 2007.
- ROSSI-SANTOS, M. R.; WEDEKIN, L. W.; MONTEIRO-FILHO, E. L. A. Habitat use of the Guiana dolphin, *Sotalia guianensis* (Cetacea, Delphinidae) in the Caravelas River Estuary, eastern Brazil. **The Latin American Journal of Aquatic Mammals**, v. 8, p. 111-116, 2010.
- RYABOV, V. A. Acoustic signals and echolocations system of the dolphin. **Biophysics**, v. 59, p.135-147, 2014.
- SANTOS, M. S., A; SCHIAVETTI; ALVAREZ. M. R. Surface patterns of *Sotalia guianensis* (Cetacea: Delphinidae) in the presence of boats in Port of Malhado, Ilheus, Bahia, Brazil. **Latin American Journal of Aquatic Research**, v. 41, p.80-88, 2013.
- SANTOS, U. A. et al. Spatial distribution and activities of the estuarine dolphin *Sotalia guianensis* (van Bénédén, 1864) (Cetacea, Delphinidea) in Pontal Bay, Ilhéus, Bahia, Brazil. **Biota Netropical**, v. 10, n. 2), p. 1-7, 2010.
- SECCHI, E. R. *Sotalia guianensis*. **IUCN 2012. IUCN Red List of Threatened Species. Version 2012.2**, p.1-13, 2012.
- SCHMIGELOW, J. M. M. **Estudo sobre cetáceos odontocetes encontrados em praias da região entre Iguape (SP) e Baía deParanaguá (PR) (24° 42' S - 25° 28' S) com especial referência a *Sotalia fluviatilis* (Gervais,1853) (Delphinidae)**. 1990. Dissertação (Mestrado em Oceanografia Biológica) - Universidade de São Paulo, São Paulo, Brasil, 1990.
- SIMÃO; S. M. M.; POLETTO, F. R. R. Áreas preferenciais de pesca e dieta do ecótipo marinho do boto-cinza (*Sotalia guianensis*) na Baía de Sepetiba, RJ. **Floresta e Ambiente**, v.1, p. 18-25, 2002.

- 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.
- SIMÕES-LOPES, P. C.; XIMENEZ, A. O impacto da pesca artesanal em área de nascimento do boto-cinza, *Sotalia fluviatilis* (Cetacea, Delphinidae), SC, Brasil. **Biotemas**, v. 3, p.73-84, 1990.
- SIMON, M. et al. Passive acoustic monitoring of bottlenose dolphin and harbour porpoise, in Cardigan Bay, Wales, with implications for habitat use and partitioning. **Journal of the Marine Biological Association of the United Kingdom**, p. 1-7, 2010.
- SOUSA-LIMA, R. et al. Review and inventory of fixed autonomous recorders for passive acoustic monitoring of marine mammals. **Aquatic Mammals**, v. 39, p. 23-53, 2013.
- TARDIN, R. H. O. et al. Parental care behavior in the Guiana dolphin, *Sotalia guianensis* (Cetacea: Delphinidae), in Ilha Grande Bay, southeastern Brazil. **Zoologia**, v. 30, n. 1, p. 15–23, 2013.
- TEILMANN, J. et al. Monitoring effects of offshore windfarms on harbour porpoises using PODs (porpoise detectors). **Technical Report to the Ministry of the Environment Denmark**, 95 p., 2002.
- TODD, V. L. G. et al. Diel echolocation activity of harbour porpoises (*Phocoena phocoena*) around North Sea offshore gas installations. **ICES Journal of Marine Science: Journal du Conseil**, v. 66, n. 4, p. 734–745, 2009.
- TORRES, D; BEASLEY, C. R. Pattern of use of a small bay in northern Brazil by *Sotalia guianensis* (Cetacea: Delphinidae). **Amazoniana**, v. 34, p. 583-594, 2003.
- TREGENZA, N. J. [Internet]. **Manual for CPOD.exe**, 2013. Disponível em: <<http://www.chelonia.co.uk/downloads/CPOD.pdf>>.
- TREGUENZA, N. J.; MARTIN, A. R.; DA SILVA, V. M. F. Click trains characteristics in river dolphins in Brazil. **Proceedings of the Institute of Acoustics**, v. 29, p. 13–20, 2007.
- TRUE, E. W. Review of the Family Delphinidae. **Bulletin- United States Museum**, v. 36, p.17–21, 1889.
- TYACK, P. L. Functional aspects of cetacean communication. In: MANN, J.; CONNER, R. C.; TYACK, P. L.; WHITEHEAD, H. (Eds.) **Cetacean societies: field studies of dolphins and whales**. Chicago, IL: The University of Chicago Press, 2000. p. 270-307.
- VERFUß, U., K. et al. Geographical and seasonal variation of harbour porpoise (*Phocoena phocoena*) presence in the German Baltic Sea revealed by passive acoustic monitoring. **Journal of the Marine Biological Association of the United Kingdom**, v.87, n. 01, p.165-176, 2007.

- WANG, Z-T. et al. Passive Acoustic Monitoring the Diel, Lunar, Seasonal and Tidal Patterns in the Biosonar Activity of the Indo-Pacific Humpback Dolphins (*Sousa chinensis*) in the Pearl River Estuary, China. **Plos One**, v. 10, n.11, e0141807, 2015.
- WEDEKIN, L. L. et al. Seasonal variations in spatial usage by the estuarine dolphin, *Sotalia guianensis* (Cetacea, Delphinidae) at its southern limit of distribution. **Brazilian Journal of Biology**, v. 67, p. 631-637, 2007.
- WELLS, R. S.; SCOTT, M. D. Seasonal incidence of a boat strikes on bottlenose dolphins near Sarasota, Florida. **Marine Mammal Science**, v.13, p. 475- 480, 1997
- YAMAMOTO, Y. et al. Local habitat use by botos (Amazon river dolphins, *Inia geoffrensis*) using passive acoustic methods. **Marine Mammal Science**, v.1, n. 1, p. 220-240, 2015.
- ZIMMER, W. M. X. et al. Passive acoustic detection of deep- diving beaked whales. **Journal of Acoustical Society of America**, v. 124, p. 2823-2832, 2008.

5 MANUSCRITO A SER SUBMETIDO À “MARINE MAMMAL SCIENCE”

Relação entre a ocorrência de *Sotalia guianensis* (Cetacea: Delphinidae) e variáveis ambientais: monitoramento acústico passivo no Parque Marinho de Ilhéus, Nordeste do Brasil*

RESUMO

A compreensão dos padrões temporais de distribuição local e ocorrência de cetáceos é fundamental para conservação do grupo. Dentre os fatores que determinam esses padrões, as variáveis ambientais podem exercer uma influência direta ou indireta na forma de uso do hábitat pelos animais. A influência das variáveis ambientais na ecologia do boto-cinza, *Sotalia guianensis*, vem sendo investigada por monitoramento visual, o que deixa lacunas no conhecimento da atividade noturna da espécie e em condições climáticas adversas à sua observação. O monitoramento acústico passivo (MAP) de cetáceos com equipamentos de gravação autônomos permite o levantamento de dados de forma contínua. O objetivo desse estudo foi avaliar a influência das variações ambientais continuamente, sobre os botos-cinza no Parque Marinho de Ilhéus. Para isso a ocorrência da espécie foi estimada pela frequência de minutos com trens de cliques de ecolocalização, gravados por um sistema de MAP autônomo, o C-POD. Foram amostrados 257 dias entre Outubro de 2015 e 2016, dos quais 253 incluem pelo menos um minuto de registro acústico de boto-cinza, totalizando 18071 minutos com detecção positiva (dpm). O modelo mais parcimonioso e com melhor ajuste para explicar como a variável resposta (dpm/hora) se comporta em relação à cada variável ambiental, foi selecionado através do Critério Akaike Corrigido e aponta para um aumento significativo de dpm/hora durante o período noturno, lua Cheia, com o aumento do tempo passado desde a última maré seca e em ventos nordeste. Observou-se uma aumento das horas amostrais sem detecção acústica com o aumento da temperatura da água. A influência dessas variáveis sobre a ocorrência dos botos-cinza é provavelmente indireta, podendo estar relacionadas a variabilidade espaço-temporal de suas presas, que respondem diretamente às condições ambientais. O MAP de botos-cinza por meio do C-POD se mostrou eficiente, sendo uma ferramenta útil na pesquisa para conservação da espécie.

Palavras-chave: C-POD, variáveis meteorológicas, nictêmero, ecolocalização, boto-cinza.

*Manuscrito formatado segundo as normas da Marine Mammal Science (normas em anexo).

INTRODUÇÃO

A compreensão dos padrões temporais de distribuição local e ocorrência em áreas sob interferências antrópicas, além do seu comportamento nessas áreas, é fundamental para conservação dos cetáceos (Temple *et al.* 2016). Fatores bióticos tais como a disponibilidade de presas (Bailey and Thompson 2006, Cremer *et al.* 2009) e a presença de predadores (Acevedo-Gutierrez 2002, Wang *et al.* 2015, Yamamoto *et al.* 2016); e fatores abióticos (Geise and Cerqueira 1999, Araújo *et al.* 2001, Wang *et al.* 2015, Yamamoto *et al.* 2016) determinam os padrões no uso do espaço pelo grupo de forma direta ou indireta (Cremer *et al.* 2009).

Dentre os fatores abióticos, as características oceanográficas tais como a salinidade (Cubero-Pardo 2007, Dias *et al.* 2009, Gody *et al.* 2015), temperatura da água (Gallus *et al.* 2012, Godoy *et al.* 2015), profundidade (Hastie *et al.* 2003, Cubero-Pardo 2007), ciclos da maré (Araújo *et al.*, 2001, Cremer *et al.* 2009, Santos *et al.* 2010, Wang *et al.* 2015); ciclo lunar (Rossi-Santos *et al.* 2010, Wang *et al.* 2015), ventos (Simão and Polleto 2002) e topografia (Hastie *et al.* 2003), podem variar quanto ao grau de influência na seleção regional de habitat de acordo com a espécie (Hastie *et al.* 2005).

Vários estudos investigaram a influência de fatores abióticos e temporais na ocorrência do boto-cinza, *Sotalia guianensis*, em várias populações ao longo da costa brasileira (*e.g.*, Geise and Cerqueira 1999, Araújo *et al.* 2001, Lodi 2003, Araújo *et al.* 2007, Daura-Jorge *et al.* 2005, Wedekin *et al.* 2007, Dias *et al.* 2009, Rossi-Santos *et al.* 2010, Izidoro and Le Pendu 2012b, Godoy *et al.* 2015). Esses trabalhos foram realizados por meio de monitoramento visual, que se limitam à iluminação natural e condições climáticas favoráveis à observação dos cetáceos (Mellinger and Barlow 2002). Portanto, estudos com monitoramento constante incluindo condições climáticas extremas e toda gama de variação temporal de um ciclo anual, inclusive o período noturno, se tornam inviáveis pelo método visual de amostragem gerando lacunas no conhecimento sobre a distribuição local e os padrões de ocorrência dos botos-cinza.

O monitoramento acústico passivo (MAP) de cetáceos através de equipamentos de gravação autônomos permite uma amostragem contínua e prolongada, podendo suprir essas lacunas (Sousa-Lima *et al.* 2013). Em vista disto o MAP vem sendo bastante utilizado para se obter dados em escala espacial e temporal sobre a ocorrência, distribuição, abundância relativa e comportamento acústico de muitas espécies de cetáceos (Englund *et al.* 2005, Wang *et al.* 2005, Akamatsu *et al.* 2007, Philpott *et al.* 2007, Verfuß *et al.* 2007, Todd *et al.* 2009, Hildebrand *et al.* 2015).

Para o monitoramento específico de odontocetos, equipamentos para MAP foram desenvolvidos para registrar sons na frequência dos cliques de ecolocalização. Dentre eles o sistema C-POD (Chelonia Ltda, Cornwall UK), um gravador autônomo alimentado por bateria, que registra continuamente cliques de ecolocalização de odontocetos (Tregenza 2013). Os odontocetos geralmente usam seu biosonar de uma forma intensa durante atividades de forrageio, para detectar presas; e em deslocamento, para detectar de barreiras físicas (Herzing 1996). Essa intensa ecolocalização viabiliza o monitoramento acústico desses animais.

O boto-cinza é uma espécie de pequeno odontoceto típica de ambientes costeiros. Sua ocorrência em baías, estuários, enseadas, áreas de manguezais e zonas costeiras abertas (Borobia *et al.* 1991, da Silva and Best 1996) a torna vulnerável a ações antrópicas, uma vez que essas regiões são intensamente exploradas para fins econômicos.

Em 2014, o boto-cinza foi incluído na Lista das Espécies da Fauna Brasileira Ameaçadas de Extinção como vulnerável, devido à sua ocorrência em ambientes que sofrem maior pressão antrópica, com uma previsão de redução populacional superior a 30% em três gerações (ICMBio 2014).

A compreensão da distribuição e ocorrência de espécies ameaçadas como o boto-cinza e é um aspecto importante para entender como populações podem ser afetadas por fatores antropogênicos e criar estratégias de manejo para sua conservação (Carstensen *et al.* 2006). O monitoramento acústico passivo permite avaliar como as populações respondem interferências antrópicas em seu habitat, fornecendo dados para propor medidas mitigadoras necessárias.

No presente estudo, aplicou-se a técnica de monitoramento acústico passivo para registro das emissões sonoras na frequência de ecolocalização dos botos-cinza por meio de um C-POD na costa de Ilhéus. O objetivo do estudo foi investigar a influência de variáveis abióticas sobre a ocorrência de botos-cinza no Parque Municipal Marinho de Ilhéus.

MATERIAIS E MÉTODOS

Área de estudo

O estudo foi realizado em um ponto amostral dentro da área do Parque Municipal Marinho de Ilhéus (Figura 2), unidade de conservação de uso indireto criada em 2011, com principal objetivo de proteger o mero (*Epinephelus itajara*). O município de Ilhéus, localizado no litoral sul do estado da Bahia, nordeste do Brasil, possui clima tropical quente e úmido (Andrade 2003). Sua zona costeira é dominada por águas tropicais, pobres em nutrientes durante os períodos de baixa drenagem continental e com concentração significativa de nutrientes e sedimentos quando aumenta a entrada de água continental provenientes dos estuários dos rios Cachoeira e Almada (Bittencourt *et al.* 2002).

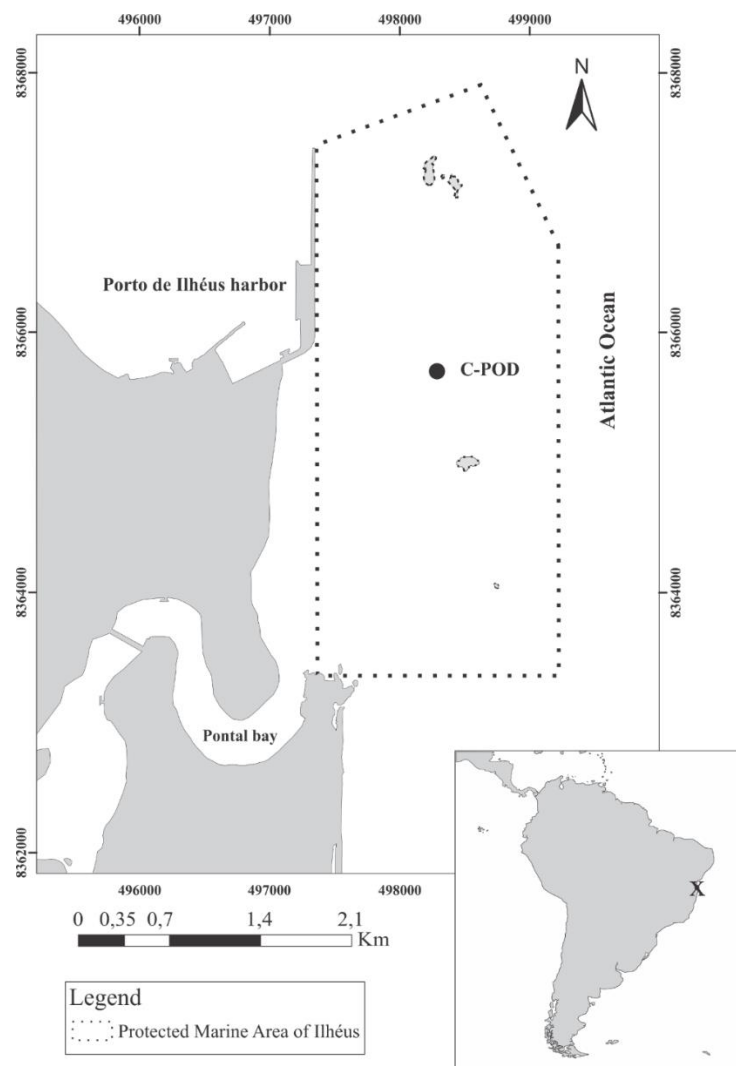


Figura 2. Ponto de localização do equipamento de registro acústico, C-POD, no Parque Marinho de Ilhéus, com destaque aos dois principais pontos de ocorrência do boto-cinza em Ilhéus (Baía do Pontal e Porto do Malhado).

Coleta dos dados acústicos

Uma unidade de monitoramento acústico passivo, C-POD, foi submersa dentro dos limites do parque (UTM24L498170/8365584) no dia 23 de outubro de 2015 até o dia 24 de outubro de 2016. Esse ponto é localizado entre as duas principais áreas de ocorrência do boto-cinza no litoral de Ilhéus, o Porto do Malhado (Izidoro and Le Pendu 2012b) e a Baía do Pontal (Santos *et al.* 2010) (Figura 2).

O equipamento ficou submergido em uma área próxima a rochedos e fundo de lama com aproximadamente 12 metros de lâmina de água. De acordo com recomendação do fabricante, o C-POD ficou em meia água (5 metros) preso a duas poitas de concreto ligadas entre si por uma corrente de aço inox (Figura 3). O ponto foi georeferenciado com auxílio de GPS, o que permitiu a localização e recuperação do equipamento a cada três meses, para troca de baterias e recuperação dos dados acústicos armazenados em cartão de memória.



Figura 3. a) C-POD submerso em posição vertical no Parque Marinho de Ilhéus; b) baldes de concreto para ancoragem do C-POD.

O C-POD, é um modelo de gravador autônomo que grava e armazena cliques tonais dentro da gama de frequência entre 20 e 160 KHz, com distância máxima de detecção entre 1343 e 1779 m (Nuuttila *et al.* 2013). Um período de som é considerado “tonal” quando uma faixa estreita, dentro de toda faixa de frequência, contém mais energia que o resto dessa faixa (Dahne *et al.* 2013).

O equipamento registra a presença de animais usando a taxa de detecção de cliques por unidade de tempo (Thomsen *et al.* 2005; Verfuß *et al.* 2007); os parâmetros dos cliques (hora de início, duração, frequência dominante e nível de pressão sonora) (Brandt *et al.* 2013); e a duração dos intervalos entre cliques, que corresponde ao tempo entre o início de cliques

sucessivos (Philpott *et al.* 2007, Leeney *et al.* 2007). O C-POD também registra a temperatura da água a cada minuto.

Obtenção dos dados ambientais

Para classificação do nictémero, as 24 horas do dia foram divididas em duas fases consecutivas: dia (do horário de nascimento do sol até o pôr do sol) e noite (do pôr do sol ao nascer do sol). Nascer e pôr do sol refere-se aos momentos em que a borda superior do sol esteve no horizonte, e foram obtidos no site do Departamento de Controle do Espaço Aéreo do Brasil (DECEA): <http://www.aisweb.aer.mil.br/?i=nascer-por-do-solands=1>

Cada ciclo lunar tem uma duração 29,53 dias. Os aspectos de iluminação se modificam de acordo com a posição da Terra em relação ao sol, conferindo diferentes frações de iluminação à lua. Portanto o ciclo lunar foi dividido em quatro períodos consecutivos de 7,38 dias, que correspondem às fases da lua: nova, crescente, cheia e minguante.

A altura da maré durante os períodos amostrais foi estabelecida a partir das tábuas de maré da região do Porto do Malhado de Ilhéus, disponíveis no site da Marinha do Brasil (<http://www.mar.mil.br/dhn/chm/box-previsao-mare/tabuas/>). As tábuas de maré foram usadas para calcular o número de horas decimais passado da última baixamar.

A temperatura média da água por hora em graus Celsius, foi calculada e extraída pelo C-POD.exe, um programa específico desenvolvido para selecionar, analisar e extrair dos dados coletados pelo C-POD (<http://www.chelonia.co.uk/index.html>).

Dados meteorológicos foram adquiridos da INFRAERO para cada período amostrado: precipitação em mm por hora, velocidade média do vento por hora em m/s e direção média do vento em graus. A direção do vento em graus foi transformada em uma variável categórica dividindo-se os 360 graus em oito direções, com 45 graus cada:

- N (Norte): 337.5 – 22.5
- NE (Nordeste): 22.5 – 67.5
- E (Leste): 67.5 – 112.5
- SE (Sudeste): 112.5 – 157.5
- S (Sul): 157.5 – 202.5
- SW (Sudoeste): 202.5 – 247.5
- W (Oeste): 247.5 – 292.5
- NW: (Noroeste) 292.5 – 337.5

As estações do ano foram divididas em verão, de outubro a março, e inverno, de abril a setembro de acordo com os ventos predominantes e intensidade de precipitação. Os ventos norte e nordeste predominam no primeiro e quarto trimestre do ano (verão, de outubro a março), influenciados pela Massa Tropical Atlântica. Já os ventos sul e sudeste predominam no segundo e terceiro trimestre (inverno, abril a setembro) sob a influência da Massa Polar Atlântica, são os responsáveis pela ocorrência das chuvas nesse período. Os ventos alísios leste predominam periodicamente durante o ano (Bittencourt *et al.* 2002).

Análises dos dados acústicos

Os registros sonoros gravados pelos C-POD foram transferidos para um computador e analisados usando o CPOD.exe. O programa permite analisar os “cliques” gravados por meio da combinação de dois filtros, o primeiro filtro (KERNO) classifica as sequências de dois ou mais cliques consecutivos com intervalos de tempo semelhantes entre si (trens de cliques) em uma escala de probabilidade alta (‘High’), média (‘Mod’) ou duvidosa (‘Low’) de serem um trem de cliques de odontoceto (Tregenza 2013).

Trens de cliques semelhante ao dos odontocetos são produzidos por sonares de barcos e fontes diversas como camarões e ruídos de sedimentos. O segundo filtro (GENENC) classifica os trens de cliques como “NBHF” (espécies que produzem cliques de banda estreita com altas frequências), “Other cetaceans” (inclui os demais odontocetos com exceção dos cachalote), “Sonar” (sonar de barcos) ou “Unclassified sources” (fontes sem classificação). Esse processo se dá pela variação de tempo entre os cliques de cada trem e se a semelhança entre os cliques sucessivos é menor do que poderia ocorrer ao acaso (Tregenza 2013).

Para o presente estudo considerou-se a classe “Other cetaceans”, grupo no qual os botos-cinza se enquadram de acordo com as características acústicas dos cliques de ecolocalização emitidos pela espécie. De acordo com o classificador KERNO, somente as escalas com probabilidade alta e média foram consideradas. Após a aplicação dos filtros o número de trens de cliques detectados a cada minuto foram transcritos para uma planilha Excel para realização das análises estatísticas.

Para estimar a presença da espécie à proximidade do C-POD, calculou-se o número de minutos com detecção acústica positiva de trens de cliques de botos-cinza (sigla em inglês: dpm para “Detection Positive Minutes”) a cada hora (dpm/hora) e dia (dpm/dia).

Batista e colaboradores (2012) registraram eventos de encalhes de cetáceos na costa de Ilhéus por dez anos. Os resultados desse trabalho registraram, além de botos-cinza, as seguintes

espécies de odontocetos: *Globicephala macrorhynchus*, *Orcinus orca*, *Peponocephala electra*, *Stenella clymene*, *Feresa attenuata*, *Ziphius cavirostris* e *Steno bredanensis*. No entanto, para o presente estudo, todos os cliques de odontocetos registrados pelo C-POD foram considerados como de *Sotalia guianensis*, pois a área amostrada pelo equipamento se encontra próxima a costa e o monitoramento visual da região costeira de Ilhéus pela equipe do GPMAI, ao longo de dez anos consecutivos, nunca registrou outras espécies de odontocetos. Além disso, a maioria das espécies encontradas ecalhadas têm preferência por águas pelágicas profundas, que de acordo com Bastista e colaboradores (*op. cit.*) encalharam nas praias de Ilhéus em consequência da estreita plataforma continental da região, em torno de 7,5 m, e tornariam essas espécies oceânicas mais próximas a costa e com maior chance de encalhe.

Análises estatísticas

Para analisar se a frequência de dpm por hora apresentava um ritmo diário, o periódograma de Chi quadrado foi calculado para períodos de 19 a 27 horas, a força Qp e a significação do período com maior valor (Sokolove and Bushell 1978; Refinetti 2016). A fim de avaliar se ocorre variação mensal na presença de botos-cinza foram calculados sumários estatísticos dos minutos com detecção positiva por dia (e.g. médias, medianas, quartis) para confecção de diagramas de caixa. Já para verificar se existe uma relação entre a frequência de dpm por dia e as estações verão (outubro- março) e inverno (abril- setembro) foi realizado o teste de Mann-Whitney, a 95% de confiança.

A análise para avaliar quais variáveis influenciaram a ocorrência dos botos-cinza na área amostrada pelo C-POD, foi baseada na construção e seleção de modelos matemáticos com metodologia descrita por Anderson e Burnham (2002). Para isso, extraímos os valores de todas as variáveis para cada faixa horária (Tabela 1) e número de minutos com detecção positiva, também por faixa horária (dpm/hora).

Tabela 1. Variáveis ambientais testadas quanto a influência sobre a ocorrência de botos-cinza no Parque Marinho de Ilhéus.

Nome das variáveis numéricas	Sigla	Unidade
Temperatura da água	TAGUA	Graus Celcius
Tempo passado da última maré seca	TMARE	Horas decimais
Precipitação	PREC	Milímetros
Velocidade do vento	VVENTO	Metros/ segundo
Nome da variáveis categóricas	Sigla	Categorias
Nictémero	NIC	Dia/ noite
Direção do vento	DVENTO	Norte/ nordeste/ leste/ sudeste/ sul/ sudoeste/ oeste/ noroeste
Fase lunar	LUA	Nova/ crescente/ cheia/ minguante

A variável resposta (dpm/hora) é considerada como um dado de contagem, podendo assumir valores positivos e inteiros, ou zero, caso não haja registro sonoro (seja pela ausência de indivíduos no campo amostral ou pela ausência de emissões sonoras). Previamente foram conduzidas 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 para modelagem.

Modelos generalizados com distribuição de Poisson são normalmente utilizados para modelagem de dados de contagem, conhecidos como regressão de Poisson (Ridout *et al.* 1998). Uma característica da distribuição de Poisson é que a média e a variância são iguais, portanto o modelo de Poisson é útil para descrever a média, mas subestima a variação nos dados (Zeiles *et al.* 2008). Os conjuntos de dados de contagem exibem tipicamente superdispersão (variância maior que a média) e / ou um número em excesso de zeros (McCullagh and Nelder 1989).

Para a superdispersão de dados pode se aprimorar o modelo de regressão de Poisson simples estimando um parâmetro de dispersão adicional, modelo conhecido como quase-Poisson. Outra maneira mais formal é usar uma regressão com distribuição binomial negativa. No entanto, quando ainda existe um excesso de zeros, ambos os procedimentos sofrem da desvantagem de que a proporção de zeros deve necessariamente estar relacionada com a distribuição dos valores maiores que zero, o que geralmente resulta em ajustes insatisfatórios no caso de dados ecológicos (Welsh *et al.* 1996).

Lambert (1992) aborda esse problema com a criação de modelos contendo um segundo componente que captura as contagens de zeros em um modelo conhecido como metodologia de Regressão de Poisson Inflacionada de Zeros, ou, do inglês, *Zero-Inflated Poisson Regression* (ZIP). Nesta abordagem a variável resposta é modelada como uma mistura de uma distribuição de Bernoulli para a presença/ ausência de zeros e Poisson para os valores positivos.

Os modelos condicionais, também conhecidos como “modelos de barreira” ou do inglês, Hurdle Regression, foram inicialmente apresentados por Mullahy (1997) e Ridout *et al.* (1998). Nesta abordagem, a modelagem da variável resposta é realizada em duas etapas. A primeira etapa utiliza uma distribuição discreta truncada (Poisson) para os valores positivos e uma regressão logística tradicional para os valores nulos. Para os casos de superdispersão dos dados tanto para os modelos inflacionados de zeros, quanto para os condicionais, a distribuição de Poisson pode ser substituída pela binomial negativa no processo de modelagem dos valores positivos.

Dados de registros de atividade de ecolocalização por faixa horária apresentam como característica um número de zeros excessivo, e frequentemente, superdispersão. Portanto, como primeira etapa do processo de modelagem, foram ajustados os seis dos sete tipos de modelos descritos acima, que consideram ou não a superdispersão e /ou o excesso de zeros para selecionar qual tipo de modelo é mais adequada para avaliar a influência das variáveis ambientais sobre a ocorrência de botos-cinza. São eles: Poisson, binomial negativo, inflacionado de zeros com distribuição de Poisson e binomial negativa; e condicional com distribuição de Poisson e binomial negativa. A comparação entre os modelos ajustados foi realizada através dos critérios de informação de Akaike corrigido para pequenas amostras (AICc), que é recomendado em relação ao AIC, independentemente do tamanho da amostra, já que AICc converge para AIC quando n se torna grande (Anderson and Burnham 2002). O número de zeros predito por cada modelo também foi estimado para uma comparação com o número de zeros observado. O modelo que apresentou o menor valor de AICc foi selecionado para continuidade das análises.

A segunda etapa da modelagem consistiu na criação de modelos a partir do modelo selecionado na primeira etapa, considerando todas as combinações possíveis das variáveis explicativas, incluindo o modelo nulo. A criação dos modelos foi feita através da função “dredge” do pacote “MuMIn” (programa R Development Core Team 2011), totalizando 128 modelos (Apêndice A).

O ordenamento dos modelos foi feito com base no critério de Akaike corrigido (AICc). Os modelos foram considerados igualmente plausíveis para explicar o padrão observado quando a diferença do AICc (delta AICc) foi menor do que 2 (Anderson and Burnham 2002). Portanto, a seleção do “melhor” modelo dentre os igualmente plausíveis se deu pela escolha do mais parcimonioso e com menores valores de AICc (Anderson and Burnham 2002).

Após a identificação das variáveis ambientais que exercem influência na taxa de detecção acústica dos botos-cinza, uma representação gráfica do efeito individual de cada variável foi realizada para melhor visualização dos resultados.

Um script foi aplicado para calcular o periodograma e a significância do período obtido (disponível em <http://www.circadian.org/periodogram.html>). As outras análises estatísticas foram conduzidas no ambiente R (versão 3.3.1) e os gráficos em Excel 2013.

RESULTADOS

Esforço amostral

O C-POD foi imerso por 353 dias entre outubro de 2015 e outubro de 2016, porém dados acústicos foram coletados durante 257 dias, pois 50 dias não foram amostrados devido ao fim da bateria no equipamento e 46 dias por falha de um dos cartões de memória (Tabela 2).

Tabela 2. Esforço amostral e dados acústicos de botos-cinza obtidos durante cada período amostrado efetivamente no Parque Marinho de Ilhéus.

Período de imersão do Cpod	Período de amostragem efetiva	C-POD imerso (dias)	Amostragem efetiva (dias)	Número de trens de cliques	Número de minutos com detecção positiva (dpm)
24/10/2015-18/03/2016	23/10/2015-27/01/2016	146	96	23493	6969
18/03/2016-21/05/2016	18/03/2016-05/04/2016	65	19	1342	506
04/06/2016-29/07/2016	04/06/2016-29/07/2016	56	56	20419	3900
29/07/2016-23/10/2016	29/07/2016-23/10/2016	86	86	25987	6696

Variação diária e nictemeral da frequência de detecção

Botos-cinza foram detectados pelo C-POD em 253 dias de amostragem (97% dos dias amostrados). O número de minutos com detecção positiva (dpm) por dia variou de 0 a 483 (média = 70,32; desvio padrão = 59,43).

A frequência horaria de dpm variou ao longo do nictémero, apresentando um ritmo diário com período de 24 horas (periodograma de chi-quadrado $g.l=23$, $p<0,001$, $Qp=89$). A taxa de detecção foi maior maior de 19 às 23 h (acrofase: 20,4 h) e picos menores de 1 às 4 h. No início da manhã observa-se as menores taxas de detecção acústica. No período vespertino observa-se um acréscimo da dpm, com valores próximos a média geral (Figura 4).

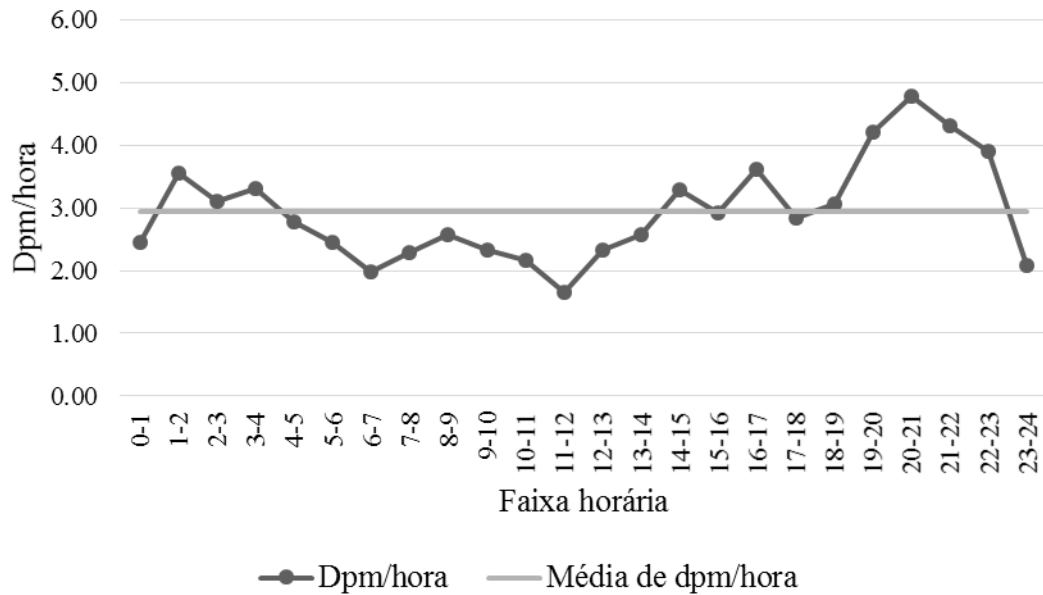


Figura 4. Média do número de minutos com detecção positiva (dpm) de botos-cinza por faixa horária, em relação à média geral de dpm/hora, no Parque Marinho de Ilhéus.

A frequência diária de dpm variou em função do mês de coleta: o valor mediano decresceu de novembro de 2015 (mediana= 65) até abril de 2016 (mediana= 21), sendo maior em outubro de 2016 (mediana=106) (Figura 5).

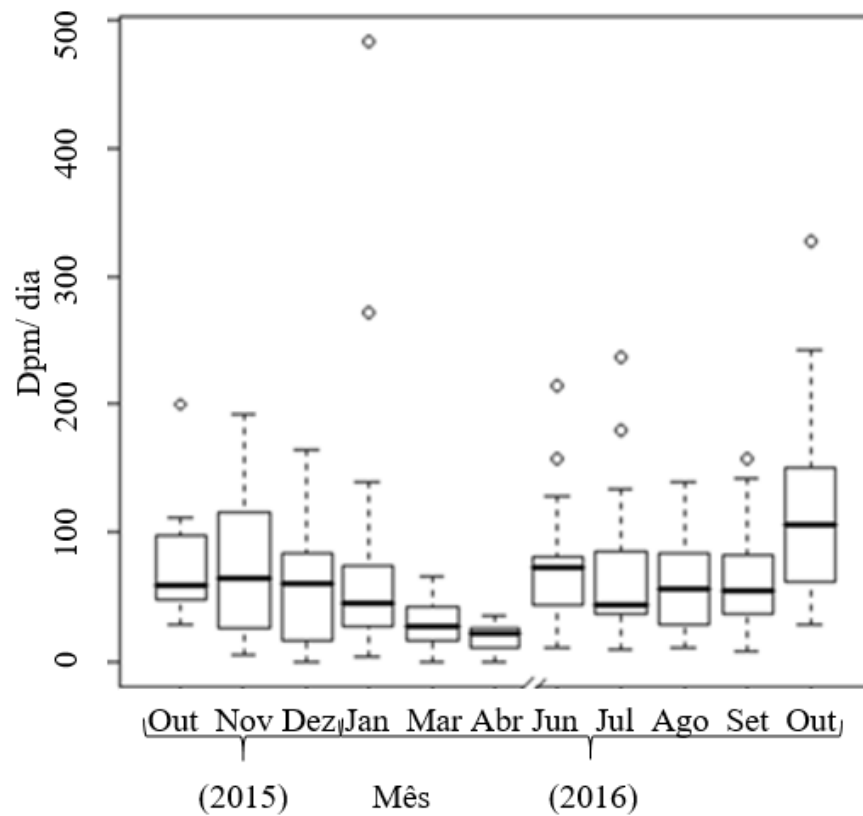


Figura 5. Box-plots (medanas e quartis) do número de minutos com detecção acústica positiva de botos-cinza por dia no Parque Marinho de Ilhéus entre outubro de 2015 e outubro de 2016.

A variação diária de dpm não demonstra diferença significativa entre o inverno (mediana= 56) e verão (mediana= 57), ($U= 7969,50$, $p=0,64$) (Figura 6).

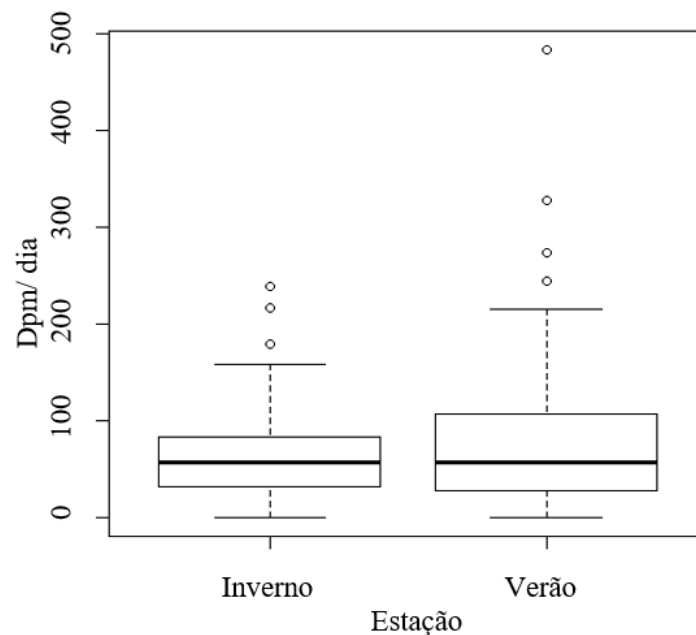


Figura 6. Box-plots (medanas e quartis) do número de minutos com detecção acústica positiva de botos-cinza por dia no Parque Marinho de Ilhéus, no período de inverno e verão.

Modelagem

A proporção de minutos de gravação sem detecção de botos-cinza para cada hora amostrada foi de 66, 51% enquanto os valores de dpm por hora variaram de 1 a 57 minutos (Figura 7). A média de detecção acústica positiva foi cerca de 2,94 minutos/hora e desvio padrão (sd)= 6,57. Observa-se uma superdispersão dos dados, com variância cerca de 14 vezes maior do que a média ($s^2 = 43,18$).

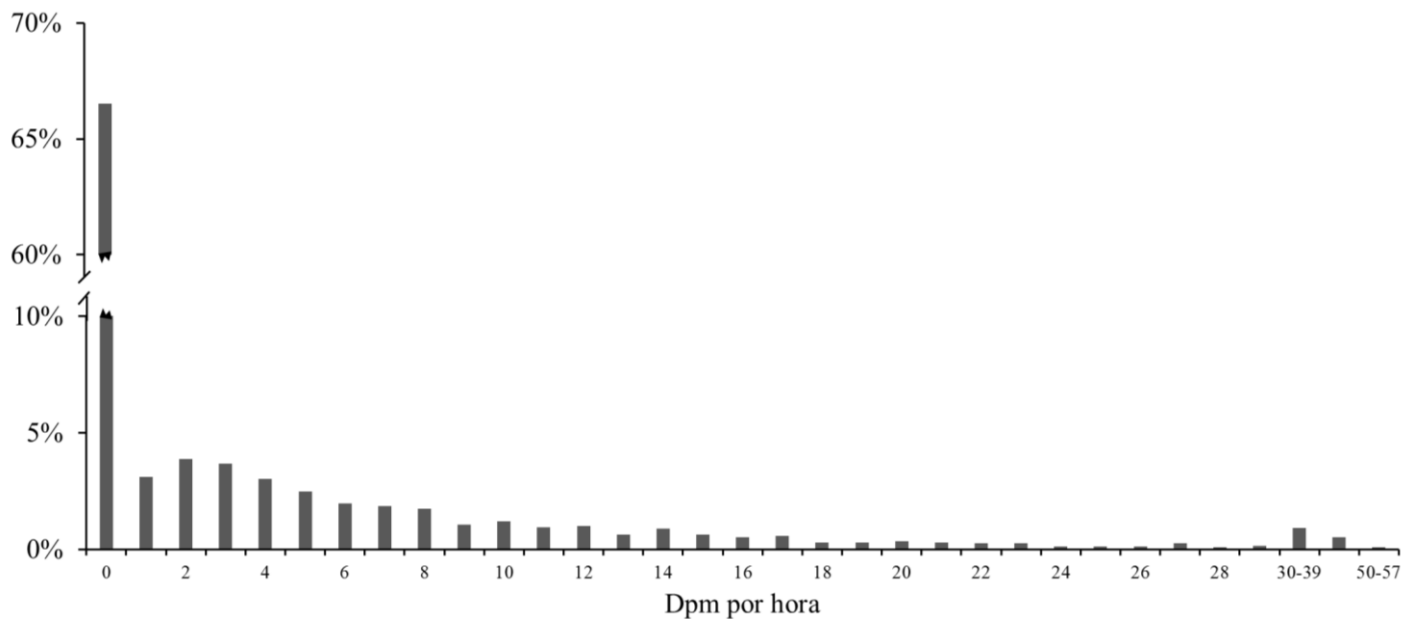


Figura 7 Proporção de minutos de gravação (n=6139) sem (0) e com (1 a 57) detecção positiva de botos-cinza por hora no Parque Marinho de Ilhéus.

Entre os modelos ajustados testados o modelo de Poisson possui o pior ajuste, com maiores valores de AICc e ajuste de probabilidade (log L) inferior aos ajustes dos demais modelos (Tabela 3). O modelo binomial negativo já melhora dramaticamente o ajuste, mas um melhor ajuste é obtido pelos modelos condicional e inflacionado de zeros, ambos com distribuição binomial negativa. Isso também reflete que a superdispersão nos dados é capturada melhor pelos modelos baseados em binômios negativos do que o simples Poisson modelo.

Os modelos inflacionados de zeros e condicional ajustados com a distribuição de Poisson para os valores positivos tiveram resultados bem parecidos, de acordo com os critérios de informação Akaike corrigido e verossimilhança (log L). No entanto, ao considerar os modelos ajustados com distribuição binomial (condicional e inflacionado de zeros), observa-se uma grande redução nos valores de AICc em relação aos modelos anteriores (ajustados com a distribuição de Poisson), o que indica um melhor ajuste desses modelos. O número de zeros

predito pelos modelos inflacionado de zeros e condicionais, tanto para a distribuição de Poisson e binomial, foi exatamente igual ao número de zeros observado (i.e. 4083) (Tabela 3).

Tabela 3. Critério de informação de Akaike corrigido (AICc), número de parâmetros, logaritmo da verossimilhança (logL), e número de zeros preditos (o número de zeros observados foi de 4083) pelos diferentes modelos ajustados para o número de detecção acústica de botos-cinza por hora no Parque Marinho de Ilhéus.

Modelo	AICc	N parâmetros	log L	N zeros predito
Inflacionado de zeros (Binomial)	20526,64	33	-10230	4083
Condicional (Binomial)	20527,44	33	-10230	4083
Binomial negativo	20979,43	17	-10473	3998
Condicional (Poisson)	29106,69	32	-14521	4083
Inflacionado de zeros (Poisson)	29106,72	32	-14521	4083
Poisson	59663,96	16	-29816	447

Como os modelos condicional com distribuição binomial e inflacionados de zeros, também com distribuição binomial, apresentaram valores similares dos parâmetros usados para seleção dos modelos na primeira etapa da modelagem, o inflacionado de zeros com distribuição binomial foi selecionado para o presente estudo, com base na estruturação dos modelos de acordo com as fontes de zeros. Os zeros em ecologia são classificados como zeros estruturais, que equivale a não ocorrência da espécie no local no momento da amostragem, e zeros amostrais, quando a espécie não foi amostrada, mas estava presente (Royle 2006). Para dados de minutos com detecção acústica positiva a fonte dos zeros pode ser tanto do tipo estrutural, (os botos-cinza não estavam presentes), quanto amostral, (os indivíduos estavam presentes, mas não emitirem sinal acústico no momento da amostragem). O modelo inflacionado de zeros considera justamente, a mistura dos dois tipos de zeros, sendo recomendado também quando não se tem certeza sobre a natureza da fonte de zeros (Fumes and Corrente 2010), e por isso foi selecionado para dar continuidade às análises. Já o modelo condicional é comum para a modelagem de dados somente com zeros estruturais (Lambert 1992).

A análise da seleção de modelos criados pela função “dredge” a partir do modelo inflacionado de zeros (segunda etapa da modelagem) indica que temperatura da água, tempo passado da última maré seca, a direção do vento, a fase lunar e o nictémero são as variáveis que influenciam na detecção acústica positiva de botos-cinza no Parque marinho de Ilhéus (modelo 56) (Tabela 4).

Tabela 4. Seleção de modelos baseado em AICc (Critério Akaike corrigido) para as variáveis que influenciam a detecção acústica positiva de botos-cinza no Parque Marinho de Ilhéus. As variáveis testadas foram: nictêmero (NIC), direção e velocidade do vento (DVENTO; VVENTO), fase lunar (LUA), temperatura da água (TAGUA), precipitação (PREC) e tempo passado da última maré seca (TMARE). Para cada modelo estão representados o número de graus de liberdade (df), as diferenças do AICc (Δi), e pesos de Akaike (ωi). Valores em parênteses representam o número do modelo criado pela função dredge.

Classificação	Modelos*	df	Δi	(ωi)
1	(56) NIC+DVENTO+LUA+TAGUA+TMARE	29	0,0	0,292
2	(120) NIC+DVENTO+LUA+TAGUA+TMARE+VVENTO	31	0,56	0,220
3	(64) NIC+DVENTO+LUA+PREC+TAGUA+VVENTO	31	2,43	0,087
4	(24) NIC+ DVENTO+ LUA+ TAGUA	27	2,82	0,071
5	(54) NIC+LUA+ TAGUA+ TMARE	15	2,95	0,067
6	(128) NIC+DVENTO+LUA+TAGUA+TMARE+VVENTO	33	3,0	0,065
7	(88) NIC+DVENTO+LUA+TAGUA+VVENTO	29	3,11	0,062

*São apresentados nessa tabela os 7 primeiros modelos dos 128 construídos com todas as combinações possíveis das variáveis explicativas (Apêndice A). Os modelos com $\Delta i < 2$ são considerados igualmente plausíveis para explicar as variáveis de influência.

Como a variável resposta é modelada como uma mistura de uma distribuição de Bernoulli para a presença/ ausência de zeros e binomial negativa, para os valores positivos, os resultados das estimativas dos parâmetros, erros padrões e p-valores associados são apresentados separadamente na tabela 5 para a parte de contagem (dpm/hora positivos) e inflacionada (dpm/hora nulos), e descritos a seguir.

Através do modelo binomial negativo, para a parte de contagem, observa-se que a probabilidade de detecção acústica de botos-cinza aumenta no período noturno e com o aumento das horas passadas da última maré seca. Quanto ao ciclo lunar observa-se uma menor taxa de emissão acústica nas fases de lua crescente, minguante e nova quando comparadas à fase de referência, lua cheia. A temperatura da água e a direção do vento não foram significativas para a parte de contagem dos dados.

Já para a parte inflacionada (modelo de regressão logística) observa-se uma maior probabilidade de ausência de emissão acústica por faixa horária em água com temperaturas mais elevadas e nas fases de lua crescente e minguante. Em ventos nordeste e no período noturno, observa-se ainda, uma menor probabilidade de ausência de detecção acústica.

Tabela 5. Estimativas dos parâmetros do modelo inflacionado de zeros ajustado com a distribuição binomial negativa para o número de minutos com detecção acústica de botos-cinza no Parque Marinho de Ilhéus. As colunas “Contagem” se referem aos coeficientes do modelo binomial negativo para as contagens. As colunas “Inflacionada” representam os coeficientes para a regressão logística (modelo com distribuição de Bernoulli), considerando a presença/ausência de zeros.

Termos	Contagem			Inflacionada		
	Estimativa	Erro padrão	($p > Z $)	Estimativa	Erro padrão	($p > Z $)
(Intercepto)	1,694356	0,613401	0,005741	-4.178344	0.680544	8.27e-10
Temp. água (°C)	0.013876	0.025940	0.592690	0.204327	0.028383	6.07e-13
Horas passadas da última seca	0.017126	0.006698	0.010562	-0.001375	0.008303	0.868508
Dir. vento (N)	0.137334	0.098154	0.161763	-0.221611	0.121557	0.068288
Dir. vento (NE)	0.064686	0.078318	0.408839	-0.299499	0.095784	0.001767
Dir. vento (NW)	-0.218269	0.177112	0.217807	0.038070	0.213049	0.858182
Dir. vento (S)	0.056714	0.103400	0.583357	-0.088325	0.128501	0.491864
Dir. vento (SE)	-0.075444	0.095991	0.431898	-0.204053	0.121357	0.092679
Dir. vento (SW)	0.158130	0.101317	0.118584	0.144015	0.121250	0.234931
Dir. vento (W)	0.035906	0.083609	0.667593	-0.112087	0.102808	0.275602
Lua Crescente	-0.389540	0.067788	9.11e-09	0.277735	0.083631	0.000897
Lua Minguante	-0.275677	0.067715	4.68e-05	0.257651	0.082982	0.001903
Lua Nova	-0.225905	0.064806	0.000491	0.126292	0.083739	0.131514
Nictémero (noite)	0.125416	0.048591	0.009849	-0.271470	0.060662	7.64e-06

Valores significativos de p ($p < 0,05$) em negrito

Para melhor visualização e confirmação dos resultados as figuras 8 e 9 (a e b) representam o efeito individual das variáveis que exercem efeito significativo sobre o número de minutos com detecção positiva de botos-cinza, segundo o modelo selecionado.

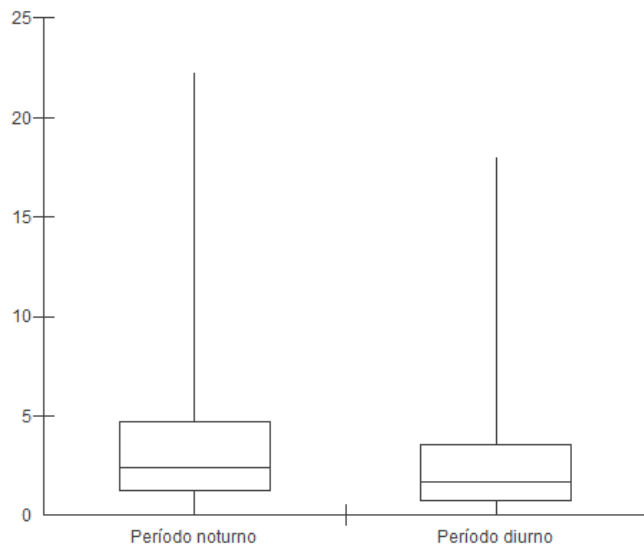


Figura 8. Variação na taxa de minutos com detecção positiva de boto-cinza por hora amostrada no Parque Marinho de Ilhéus, no período noturno e diurno.

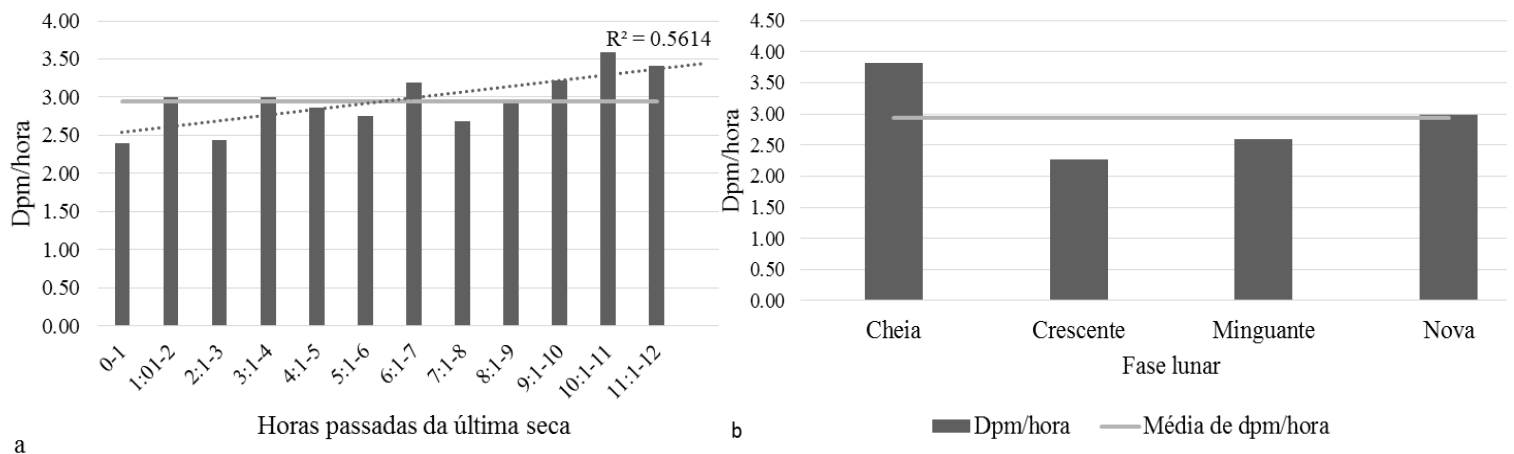


Figura 9. Número de minutos com detecção positiva de botos-cinza no Parque Marinho de Ilhéus por hora passada da última maré seca (a) e nas fases do ciclo lunar. A linha cinza contínua representa a média geral de dpm por hora (2,94) para os dois gráficos, e a linha hachurada representa a tendência linear ($r^2=0,5614$).

A plotagem da variação das variáveis ambientais que influenciam significativamente a taxa de dpm/hora com a variação de dpm/hora ao longo dos meses amostrados, demonstra uma relação com a temperatura da água (Figura 10). Observa-se pela figura que a partir dos 24 °C existe uma queda na detecção acústica positiva de botos-cinza, correspondente aos meses de Janeiro, Março e Abril, cujas temperaturas variam de 24 a 26 °C. As temperaturas médias e mais baixas correspondem aos meses com maior detecção acústica (outubro, novembro e junho).

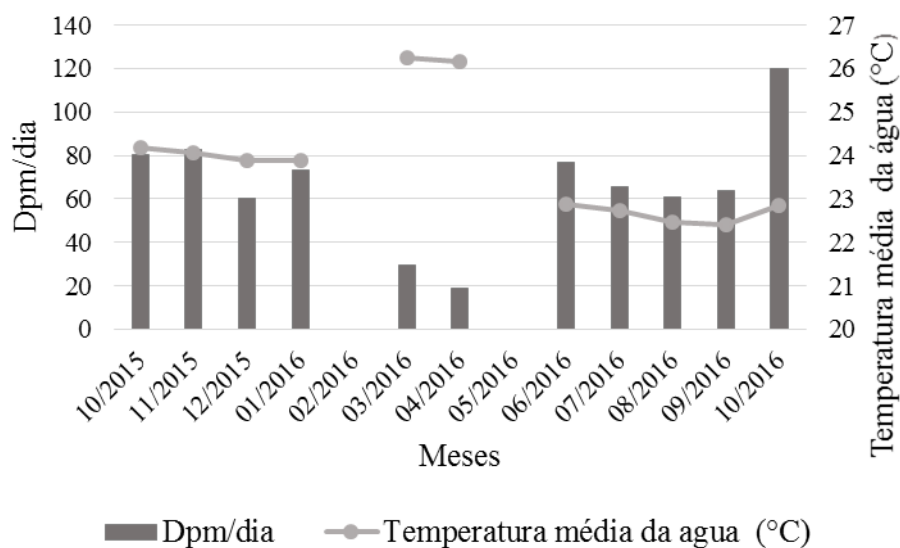


Figura 10. Número de minutos positivos de botos-cinza por dia amostrado em cada mês (eixo primário), no Parque Marinho de Ilhéus. Temperatura média da água por hora amostrada em cada mês (eixo secundário). Os meses de fevereiro e maio não foram amostrados.

DISCUSSÃO

O monitoramento acústico passivo revelou que os botos-cinza estavam presentes a proximidade do C-POD em 97% dos dias amostrados (média de uma hora e trinta e dois minutos por dia). Os trabalhos com monitoramento visual da espécie no município de Ilhéus ocorreram principalmente na Baía do Pontal e no Porto do Malhado e apontam para uma ocorrência de 30% (Santos *et al.* 2010) e 89 % dos dias amostrados (Izidoro and Le Pendu 2012b), respectivamente.

A frequência de ocorrência em relação aos dias amostrados pelo presente estudo foi mais próxima a encontrada no Porto do Malhado, indicando que os indivíduos amostrados pelo C-POD possivelmente frequentam essa área, uma vez que o alcance de detecção do equipamento, de até um quilômetro e meio (Nuuttila *et al.* 2013), sobrepõe a área sul do Porto do Malhado. Em relação a Baía do Pontal, a menor frequência de ocorrência de botos-cinza nessa região, em relação a encontrada no presente estudo e no trabalho de Santos (*op. cit.*) demonstra uma preferência maior dos botos-cinza pelo Porto do Malhado e suas áreas adjacentes, incluindo o Parque Marinho de Ilhéus.

As diferenças metodológicas entre o monitoramento visual e acústico podem ser apontadas ainda, como responsáveis pela frequência de ocorrência de botos-cinza superior encontrada pelo levantamento acústico. Trabalhos que fizeram uso das duas metodologias de amostragem

simultaneamente, comprovaram que o monitoramento acústico é mais eficiente que o visual para detecção de delfínídeos (Rankin *et al.* 2008, Philpot *et al.* 2007).

Tendo em vista a localização do equipamento, a dois quilômetros do ponto de observação do Porto do Malhado e aproximadamente quatro quilômetros da desembocadura da Baía do Pontal, é possível que os indivíduos são registrados ainda, quando se deslocam entre essas duas áreas. Os estudos com foto-identificação dos botos-cinza da região comprovaram a ocorrência dos mesmos indivíduos frequentando a Baía do Pontal e o Porto do Malhado, o que reforçaria essa hipótese (Morais *et al.* 2010, Silva *et al.* 2016). Os botos-cinza ocorrem ao longo de todo o dia na área amostrada, mas com picos de detecção entre às 19 e 22 horas, 1 e 4 da manhã e 14 e 17 horas, o que pode equivaler aos períodos de deslocamentos, conforme sugerido acima.

A hipótese de deslocamento entre o Porto e a Baía do Pontal fica mais evidente ao se analisar os períodos de ocorrência da espécie registrados pelo monitoramento visual nas duas áreas. Izidoro e Le Pendu (2012b) registraram maior frequência de chegada de indivíduos no Porto do Malhado entre 7 e 9 horas e entre 11 e 13 horas. Já na Baía do Pontal, o maior período de ocorrência dos botos-cinza aconteceu entre as 7 e 8 horas e entre 15 e 17 horas, com uma queda na frequência de indivíduos a partir das 12 horas (Santos *et al.* 2010). Um deslocamento ocorreria a partir de 13 horas do Porto para Baía, o que justificaria o aumento da detecção acústica no Parque a partir de 14 horas e o aumento de botos-cinza na Baía entre 15 e 17 horas.

Apesar de ser uma espécie residente e fiel ao hábitat (Rossi-Santos *et al.* 2007), o boto-cinza, assim como os demais delfínídeos, também realiza deslocamentos diários em pequena escala, decorrente tanto da variação dos fatores bióticos (forrageio e presença de predadores) como dos abióticos (Lodi 2003, Cubero-Pardo 2007). Dentre esses fatores a distribuição e a disponibilidade de presas ao longo do dia foi o maior responsável pela variação na abundância de botos-cinza encontrada na Baía de Sepetiba segundo Dias e colaboradores (2009).

Uma frequência maior de indivíduos durante a manhã foi registrada em populações de botos-cinza da região norte-nordeste (Oliveira *et al.* 1995, Araújo *et al.* 2001) e sul-sudeste (Geise and Cerqueira 1999, Daura-jorge *et al.* 2005, Azevedo *et al.* 2007, Dias *et al.* 2009). Guilherme-Silveira and Silva (2008) sugerem que este padrão é um resultado da repetição diária de fatores ambientais refletindo no ciclo de atividade dos animais. O encontro de ritmo diário na taxa acústica dos botos-cinza pelo presente estudo reforça essa hipótese.

Os estudos realizados no Porto e na Baía do Pontal comprovam que a espécie passa a maior parte do dia em atividades de forrageio intercaladas por períodos de deslocamento (Santos *et al.* 2010, Amorim 2016), portanto é plausível que a distribuição e abundância de presas seja um

fator determinante para explicar a variação na ocorrência de botos-cinza na costa de Ilhéus ao longo do dia.

Os meses com maior taxa diária dpm foram outubro, novembro e junho, com menor detecção em março, abril e janeiro. Esse resultado corrobora os encontrados pelo monitoramento visual em Ilhéus. Izidoro and Le Pendu (2012b) descreveram no Porto do Malhado um maior número de botos-cinza de setembro a dezembro e com menor ocorrência de janeiro a abril. Em um levantamento realizado na Baía do Pontal, Santos e colaboradores (2010) registraram também um maior número de indivíduos em Setembro e Outubro. Segundo Izidoro and Le Pendu (2012b) o padrão observado pode estar relacionado a variação sazonal da abundância da ictiofauna que se reduz entre dezembro e abril, em termos de abundância e no verão, em termos de diversidade (Pinto-Nascimento *et al.* 2007). Possivelmente o mesmo padrão na variação sazonal da abundância da ictiofauna de Ilhéus se repetiu no ano monitorado pelo presente estudo, refletindo nos resultados semelhantes quanto a queda de ocorrência de botos-cinza nos meses correspondentes a menor abundância de peixes.

Não foi observada diferença significativa na taxa média de detecção acústica entre o verão e inverno. A discriminação entre as estações é baseada no regime de chuva e a direção predominante dos ventos. Em relação a precipitação também não se observou influência significativa sobre a detecção acústica de botos-cinza no Parque.

Algumas pesquisas sugerem que em períodos com maior precipitação o consequente aumento da turbidez aumentaria a eficiência de predação pelos botos-cinza, pois o uso da ecolocalização os coloca em vantagem em relação as suas presas que são prejudicadas pela perda de visibilidade, o que aumentaria a ocorrência da espécie em períodos de águas mais turvas (Izidoro and Le Pendu 2012b, Godoy *et al.* 2015). Além disso, Moraes (2006) registrou uma maior abundância da ictiofauna demersal no período com maior índice pluviométrico no Parque Marinho de Ilhéus, provavelmente devido ao aumento de matéria orgânica alóctone nesse período, segundo o autor. Contudo, o período amostrado foi atípico quanto ao regime de chuvas, com precipitação inferior (1195,6 mm) em relação ao padrão observado para o município (1900 mm/ ano) (CEPLAC 2006), e com taxa de precipitação diária bem semelhantes entre as duas estações (inverno= 4,46; verão= 4,88), o que impossibilitou evidenciar o eventual o efeito da chuva sobre a ocorrência da espécie como observado em outras populações de botos-cinza no nordeste (Hayes 1998, Guilherme- Silveira and Silva 2008).

A direção do vento exerceu um efeito significativo nas horas amostrais sem detecção acústica de botos-cinza, ou seja, em ventos de direção nordeste o número de horas sem registro de ecolocalização diminuiu. Poucos trabalhos investigaram o efeito dos ventos sobre botos-

cinza, dentre eles Simão e Polleto (2002) descrevem na Baía de Sepetiba (Rio de Janeiro), uma mudança nas áreas preferenciais de pesca quando predominava ventos Sudoeste de alta velocidade, levando os botos-cinzas a pescarem em áreas mais abrigadas e menos profundas. No presente estudo no entanto, a velocidade do vento não exerceu qualquer influência sobre a detecção acústica de botos-cinza.

Apesar das flutuações de temperatura da água em uma área tropical como o litoral ilheense serem pouco amplas, essa variável teve influência significativa sobre a detecção acústica de botos-cinza no Parque Marinho de Ilhéus, onde a frequência de horas sem detecção acústica aumentou quando a temperatura da água era superior aos 24 °C.

Não foi evidenciado influência significativa da temperatura da água sobre a ocorrência de botos-cinza na Baía de Guanabara (Flach *et al.* 2008) e na região estuarina de Caravelas (Rossi-Santos *et al.* 2010). Já no complexo estuarino de Cananéia os pesquisadores registraram uma maior ocorrência de indivíduos em temperaturas maiores que 22° C (Godoy *et al.* 2015). No entanto, Godoy e colaboradores (*op. cit.*) sugerem que apenas em escalas globais e regionais a distribuição de mamíferos marinhos pode estar relacionada diretamente com a temperatura da água, uma vez que as pequenas flutuações de temperatura em escalas locais são bem toleradas fisiologicamente pelos cetáceos, onde portanto, o aumento da ocorrência de indivíduos em temperaturas maiores estaria relacionado ao aumento de presas nessas condições.

A influência da temperatura da água na sazonalidade da ocorrência de pequenos cetáceos é também observada em outras regiões do planeta, tais como *Phocaena phocaena*, no Mar Báltico (Verfub *et al.* 2007, Gallus *et al.* 2012) e no Canadá (Watts and Gaskin 1985); e *Delphinus delphis* e *Lissodelphis* spp. na Nova Zelândia (Gaskin 1968). No estudo de Gaskin (*op. cit.*) cada espécie estudada ocorreu em uma faixa de temperatura diferente. O autor relaciona essa diferença ao tipo de presa que cada espécie se especializa, e estas sim são influenciadas pela temperatura. Para os demais pesquisadores citados acima, abundância dos odontocetos avaliados também está diretamente relacionada com a abundância das presas que por sua vez, variam de acordo com o gradiente de temperatura. A mesma explicação pode ser usada para as presas de boto-cinza no presente estudo uma vez que, a temperatura da água é considerada uma das variáveis ambientais mais relevantes para a ictiofauna (Day Jr. *et al.* 1989), afetando diretamente o metabolismo, o consumo de oxigênio e o crescimento dos indivíduos (Okamoto *et al.* 2006).

A modelagem apontou a fase noturna como um fator explicativo para a detecção acústica de botos-cinza, com uma taxa maior de ecolocalização durante essa fase. Resultados similares foram detectados em outros odontocetos como, *Neophocaena phocaenoides* em um canal entre

duas ilhas no Japão (Akamatsu *et al.* 2008); baleias cabeça de melão (*Peponocephala Electra*) no Atol Palmyra (Baumann *et al.* 2008); boto-cor-de-rosa (*Inia geoffrensis*) na reserva de desenvolvimento sustentável de Mamirauá (Yamamoto *et al.* 2016); golfinhos de Heaviside (*Cephalorhynchus heavisidii*) na Baía de Walvis, Namíbia (Leeney *et al.* 2011); *Souza chinensis* no estuário do rio Pearl na parte norte da costa sul da China (Wang *et al.* 2015); e *Phocaena phocaena* na Baía Bloody, Ilha de Mull, Oeste da Escócia no Reino Unido (Carlstrom 2005).

Muitos desses autores sugerem que aumento na taxa de ecolocalização durante o período noturno pode ocorrer para compensar a perda de informação visual. No entanto essa explicação só é relevante para áreas cuja turbidez da água é baixa. No caso do litoral de Ilhéus existe grande turbidez ao longo de todo ano, com exceção do verão, o que inviabiliza essa hipótese para a região.

Estudos com o monitoramento noturno de botos-cinza no Brasil só foram realizados no estuário de Cananéia, litoral sul do estado de São Paulo (Atem and Monteiro-filho 2006), (Deconto and Monteiro-Filho 2016). Ao contrário do presente estudo, Deconto e Monteiro-Filho (*op. cit.*) não observaram diferença significativa na taxa de cliques de ecolocalização entre os períodos diurnos e noturnos. Segundo os autores o rastreamento da presa se faz necessário mesmo durante o dia para detectar cardumes que se localizam fora do alcance da visão.

O aumento na taxa de detecção noturna de botos-cinza em Ilhéus portanto, possivelmente indica uma maior presença durante a noite do que durante o dia, e não reflete necessariamente em uma variação na taxa de ecolocalização. A variabilidade temporal de presas entre o período diurno e noturno pode ser uma explicação para essa maior ocorrência, assim como foi sugerido em outros estudos com monitoramento acústico de odontocetos que também encontraram esses resultados (Carlström 2005, Tood *et al.* 2009, Yamamoto *et al.*, 2016).

Atem e Monteiro-Filho (2006) ao estudarem comportamento noturno de boto-cinza observaram uma intensa emissão sonora incluindo muitos assobios, gritos e cliques de ecolocalização. No entanto as gravações foram utilizadas pelos autores somente para auxiliar na localização dos animais, portanto sem maiores detalhes sobre os parâmetros acústicos. Segundo os autores, as mesmas atividades observadas durante o dia foram observadas a noite. Para uma melhor inferência sobre o comportamento noturno dos botos-cinza em Ilhéus seria necessário uma investigação dos intervalos intercliques, que tem sido utilizados para discriminar atividades de forrageio e deslocamento em odontocetos (Akamatsu *et al.* 2008, Carlström 2005).

Alguns estudos relatam ainda, a possível interferência negativa do tráfego de embarcações em regiões costeiras urbanizadas sobre a ocorrência de cetáceos. Como o tráfego de embarcação no período noturno é menor, os indivíduos fariam maior uso dessas áreas durante esse período (Akamatsu *et al.* 2008, Leeney *et al.* 2011, Temple *et al.* 2016). No Porto do Malhado, os botos-cinza parecem estar habituados ao tráfego de embarcações, já que a reação mais comum à presença de embarcações foi a indiferença (Izidoro and Le Pendu, 2012a). No entanto Santos *et al.* (2013) observaram uma redução nos padrões de superfície na presença de embarcações com motores de popa no Porto do Malhado, porém os autores não relataram uma diminuição da frequência de indivíduos durante os períodos com maior fluxo de embarcação. Além disso, o tráfego de embarcação na área da gravação é pouco denso e somente composto por embarcação de pesca de pequeno porte e de turismo em deslocamento.

Outra variável significativa segundo o modelo selecionado foi o ciclo lunar, com detecção acústica superior na fase de lua cheia e queda nas fases minguante e crescente. Esse resultado também foi encontrado por Benoit-Bird *et al.* (2009) ao monitorarem golfinhos-rotadores na Nova Zelândia e no Havaí. Rossi-Santos *et al.* (2010) observaram maior ocorrência de botos-cinza no estuário de Caravelas, extremo sul da Bahia, no período enchente da maré durante a lua Cheia e Nova, que proporcionam uma maior amplitude de marés.

Santos (2007) não detectou influência do ciclo lunar na ocorrência de botos-cinza na Baía do Pontal, em Ilhéus assim como Cremer *et al.* (2009) na Baía de Barbitonga, Santa Catarina. Wang *et al.* (2015) sugerem que o acréscimo de iluminação durante as fases de lua cheia possibilitaria aos odontocetos o uso conjunto da visão e da ecolocalização, o que explicaria a diminuição da taxa de detecção acústica noturna, durante esses períodos. Entretanto, foi detectado um aumento dos minutos com trens de cliques durante a lua Cheia, e decréscimo na lua Crescente e Minguante. Portanto, a hipótese proposta por Wang *et al.* (2015) não se aplica aos botos-cinza de Ilhéus.

Como hipótese alternativa, sugere-se que o ciclo lunar afeta a abundância e disponibilidade de presas, uma vez que as diferentes fases do ciclo podem gerar alterações na composição dos peixes de uma determinada região, seja pela mudança na iluminação noturna (Rooker and Dennis 1991) ou por sua ação sobre o nível das marés (Quinn and Kojis 1981). Além disso, atividades reprodutivas associadas ao ciclo lunar, como a agregação para a desova, podem causar efeitos significativos na variação temporal da abundância de peixes (Johannes, 1978).

Foi detectado um aumento proporcional na taxa de detecção acústica com o tempo passado desde última maré seca, período relativo a maré vazante. Santos e colaboradores (2010) verificaram que no número de botos-cinza aumenta na Baía do Pontal durante a enchente,

permanece alto durante a cheia e diminui no fim da vazante. No início da vazante os pesquisadores observaram que a maior parte dos indivíduos estavam se deslocando rio acima e durante a preamar direcionaram para o mar aberto. No Porto do Malhado, Assis (2008) observou uma queda no número de indivíduos durante a maré baixa, com maior ocorrência na enchente e vazante.

Segundo Karczmaski e colaboradores (2000) a influência do ciclo de maré sobre os golfinhos parece ser mais forte em baías fechadas e estuários, pois fornecem uma variação espacial de volume de água bem distintos durante os níveis extremos da maré, que por sua vez influenciam a distribuição de presas e também favorece as estratégias de caça principalmente nos períodos secos (Hayes 1998, Araújo *et al.* 2001, 2007). Como o campo de registro do C-POD é uma área costeira, porém, sem as características peculiares de uma baía ou estuário, é provável que nos períodos com maior taxa de detecção acústica os botos estavam em deslocamento para outras áreas que forneçam tais condições para melhor desempenho na atividade de forrageio.

CONCLUSÃO

Por meio desse estudo foi possível descrever a ocorrência de botos-cinza de maneira contínua por até três meses, o que permitiu observar alguns padrões na ocorrência da espécie no Parque Marinho de Ilhéus. Dentre eles, a relação com aos ritmos diários, incluindo picos de detecção na faixa das 19 às 22 horas, maior taxa de emissão acústica no período noturno e no final da maré vazante; e com ciclos mensais, lunar e anual, bem como as variáveis que podem influenciam ou não esses padrões. Dentre elas faixas de temperatura da água superiores aos 24° C coincidem com os meses com menor detecção acústica de botos-cinza.

LITERATURA CITADA

- Acevedo-Gutierrez, A. 2002. Group Behavior. Pages 525-529 in Perrin W. F., B. Würsig and J. G. M. Thewissen, eds. Encyclopedia of marine mammals. Academic Press, San Diego, CA.
- Akamatsu, T., I. Nakazawa, T. Tsuchiyama, and N. Kimura. 2008. Evidence of nighttime movement of finless porpoises through Kanmon Strait monitored using a. Fisheries Science 74:970–975.
- Akamatsu, T., J. Teilmann, L. A. Miller, *et al.* 2007. Comparison of echolocation behaviour between coastal and riverine porpoises. Deep-Sea Research Part II 54:290–297.

- Amorim, G. R. 2016. Ecologia populacional do boto-cinza, *Sotalia guianensis* (Van Beneden, 1864): Parâmetros populacionais, comportamento e distribuição na costa de Ilhéus, Nordeste do Brasil. Dissertação de mestrado, Universidade Estadual de Santa Cruz, Ilhéus, BA, Brasil.
- Anderson, D. R. and K. P. Burnham. 2002. When Using Information-Theoretic Pitfalls Avoiding. *The Journal of Wildlife Management* 66: 912–918.
- Andrade, M. P. 2003. Ilhéus: passado e presente. Editus, Ilhéus, BA.
- Araújo, J. P., M. E. Araújo, A. Souto, C. L. Parente, and L. Geise. 2007. The influence of seasonality, tide and time of activities on the behavior of *Sotalia guianensis* (Van Bénédén) (Cetacea, Delphinidae) in Pernambuco, Brazil. *Revista Brasileira de Zoologia* 24:1122–1130.
- Araújo, J. P., J. Z. Passavante, and A. S. Souto. 2001. Behavior of the estuarine dolphin *Sotalia guianensis* at Dolphin Bay, Rio Grande do Norte, Brazil. *Tropical Oceanography* 29: 13–25.
- Assis, C. V. D. Comportamento alimentar e características dos grupos de botocinza, *Sotalia guianensis* (Van Bénédén, 1864) (CETACEA: DELPHINIDAE) no porto de Ilhéus, Bahia. 2008. Dissertação de mestrado, Universidade Estadual de Santa Cruz, Ilhéus, Bahia, Brasil 2008.
- Atem, A. C. G., and E. L. A. Monteiro-filho. 2006. Nocturnal Activity of the Estuarine Dolphin (*Sotalia guianensis*) in the Region of Cananéia. *Aquatic Mammals* 32:236–241.
- 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.
- Bailey, H., and P. Thompson. 2006. Quantitative analysis of bottlenose dolphin movement patterns and their relationship with foraging. *Journal of Animal Ecology* 75:456–465.
- Batista, R. L. G., A. Schiavetti, U. A. Santos, and M. S. S. Reis. 2012. Cetaceans registered on the coast of Ilhéus (Bahia), northeastern Brazil. *Biota Neotropica* 12(1):1–8.
- Baumann, S., J. A. Hildebrand, S. M. Wiggins, and H. U. Schnitzler. 2008. Species identification and measurement of activity in odontocete species of Palmyra Atoll by acoustic monitoring. *The Journal of the Acoustical Society of America* 123: 3099.
- Benoit-Bird, K. J., A. D. Dahood, and B. Wursing. 2009. Using active acoustics to compare lunar effects on predator–prey behavior in two marine mammal species. *Marine Ecology Progress Series* 395:119–135.

- Bittencourt, A. C. S. P., J. M. L. Dominguez, L. Martin, and I. R. Silva. 2002. Patterns of Sediment Dispersion Coastwise the State of Bahia – Brazil. *Anais da Academia Brasileira de Ciências* 72:271–287.
- Borobia, M., S. Siciliano, L. Lodi, and W. Hoek. 1991. Distribution of the South-American Dolphin *Sotalia fluviatilis*. *Canadian Journal of Zoology* 69: 1025–1039.
- Brandt, M. J., A. Diederichs, K. Betke, R. Matuschek, S. Witte, and G. Nehls. 2013. Far-reaching effects of a seal scarer on harbour porpoises, *Phocoena phocoena*. *Aquatic Conservation: Marine and Freshwater Ecosystems* 23:222–232.
- Carlstrom, J. 2005. Diel variation in echolocation behavior of wild harbor porpoises. *Marine Mammal Science* 21:1–12.
- Carstensen, J., O. D. Henriksen, and J. Teilmann. 2006. Impacts of offshore wind farm construction on harbour porpoises: acoustic monitoring of echolocation activity using porpoise detectors (T-PODs). *Marine Ecology Progress Series* 321:295–308.
- Comissão Executiva do Plano da Lavoura Cacaueira (CEPLAC). 2006. Média do período de 2001/2005 de temperatura, umidade, precipitação e insolação de Ilhéus. Ilhéus: Ceplac.
- Cremer, M. J., P. C. Simões-lobes, J. Salatiel, and R. Pires. 2009. Occupation Pattern of a Harbor Inlet by the Estuarine Dolphin , *Sotalia guianensis* (P . J . Van Bénédén , 1864). *Brazilian Archives of Biology and Technology* 52:765–774.
- Cubero-Pardo, P. 2007. Environmental factors governing the distribution of the bottlenose (*Tursiops truncatus*) and spotted dolphin (*Stenella attenuata*) in Golfo Dulce, South Pacific, off Costa Rica. *Investigaciones Marinas* 35: 15–23.
- Dahne, M., S. Adler, K. Krugel, *et al.* 2013. Effects of pile-driving on harbour porpoises (*Phocoena phocoena*) at the first offshore wind farm in Germany. *Environmental Research Letters* 8:25002.
- da Silva, V. M. F., and R. C. Best. 1996. *Sotalia fluviatilis*. *Mammalian Species* 527: 1-7.
- Daura-Jorge, F. G., L. L. Wedekin, V. D. 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.
- Day- Jr, J. W., C. A. S. Hall, W. M. Kemp, and A. Yañez- Arancibia. 1989. *Estuarine Ecology*. John Wiley and Sons, Inc., New York, NY.
- Deconto, L. S., and E. L. a Monteiro-Filho. 2016. Day and night sounds of the Guiana dolphin, *Sotalia guianensis* (Cetacea: Delphinidae) in southeastern Brazil. *Acta Ethologica* 19:61–68.

- Dias, L. A., D. Herzing, and L. Flach. 2009. Aggregations of Guiana dolphins (*Sotalia guianensis*) in Sepetiba Bay , Rio de Janeiro , south-eastern Brazil : distribution patterns and ecological characteristics. *Journal of the Marine Biological Association of the United Kingdom* 89:967–973.
- Englund, A., S. Ingram, and E. Rogan. 2005. Distribution and habitat use of bottlenose dolphins (*Tursiops truncatus*) and harbour porpoises (*Phocoena phocoena*) in Irish waters, using passive acoustic techniques (TPODs) to compare locations over a three year period. *European Research on Cetaceans* 19: 1901–1907.
- Flach, L., P. A. Flach, and A. G. Chiarello. 2008. Density, abundance and distribution of the estuarine dolphin (*Sotalia guianensis* Van Benéden, 1864), in Sepetiba Bay, Southeast Brazil. *Journal of the Cetacean Research and Management* 10:31–36.
- Fumes, G., and J. E. Corrente. 2010. Modelos inflacionados de zeros: aplicações na análise de um questionário de frequência alimentar. *Revista de Matemática e Estatística* 28:24–38.
- Gallus, A., M. Dähne, U. K. Verfuß, S. Bräger, S. Adler, U. Siebert, and H. Benke. 2012. Use of static passive acoustic monitoring to assess the status of the “ Critically Endangered ” Baltic harbour porpoise in German waters. *Endangered Species Research* 18:265–278.
- Gaskin, D. E. 1968. Distribution of Delphinidae (Cetacea) in relation to sea surface temperatures off eastern and southern New Zealand. *Journal of Marine and Freshwater Research* 2:227–234.
- Geise, L. G., 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 Zoologia* 59:183–194.
- Gody, D., D. Ferro, A. Andriolo, and G. D. F. Filla. 2015. 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* 106:68–76.
- Guilherme-Silveira, F. R., and F. J. L. Silva. 2008. Behavioural seasonality of the estuarine dolphin, *Sotalia guianensis*, on the Northeastern Brazilian coast. *Marine Biodiversity Records* 1:1–5.
- Hastie, G. D., R. J. Swift, G. Slessor, P. M. Thompson, and W. R. Turrell. 2005. Environmental models for predicting oceanic dolphin habitat in the Northeast Atlantic. *Journal of Marine Science* 770:760–770.
- Hastie, G. D., B. Wilson, L. H. Tufft, and P. M. Thompson. 2003. Bottlenose dolphins increase breathing synchrony in response to boat traffic. *Marine Mammal Science* 19:74–84.

- Hayes, A. J. S. 1998. Aspectos da actividade comportamental diurna da forma marinha do tucuxi, *Sotalia fluviatilis*, Gervais, 1853 (Cetacea - delphinidae), na Praia de Iracema (Fortaleza - Ceará - Brasil). Relatório de licenciatura em Biologia Marinha e Pesca. Universidade de Algarve, Faro, Portugal.
- Herzing, D. L. 1996. Vocalizations and associated underwater behavior of free-ranging Atlantic spotted dolphins, *Stenella frontalis* and bottlenose dolphin, *Tursiops truncatus*. *Aquatic Mammals* 2: 61–79.
- Hildebrand, J. A., S. Baumann-pickering, K. E. Frasier, *et al.* 2015. Passive acoustic monitoring of beaked whale densities in the Gulf of Mexico. *Scientific Reports* 5:1–15.
- Instituto Chico Mendes de Conservação da Biodiversidade (ICMBio). 2014. Portaria nº144 de 17 de dezembro de 2014. *Diário Oficial da União* 245: 121–130.
- Izidoro, F. B., and Y. Le Pendu. 2012a. Estuarine dolphins (*Sotalia guianensis*, Cetacea, Delphinidae) play at Porto de Ilheus harbor, Bahia, Brazil. *Pan-American Journal of Aquatic Sciences* 7:27–36.
- Izidoro, F. B., and Y. Le Pendu. 2012b. Estuarine dolphins (*Sotalia guianensis*) (van Bénédén, 1864) (Cetacea: Delphinidae) in Porto de Ilhéus, Brazil: Group characterisation and response to ships. *North-Western Journal of Zoology* 8:232–240.
- Johannes, R. E. 1978. Reproductive strategies of coastal marine fishes in the tropics. *Environmental Biology of Fishes* 3: 65–84.
- Karczmarski, L., M. Thornton, and V. G. Cockcroft. 2000 Daylight occurrence of humpback dolphins, *Sousa chinensis*, in Algoa Bay, South Africa. *African Journal of Ecology* 38: 86–90.
- Lambert, D. 1992. Zero-Inflated Poisson regression, with application to defects in manufacturing. *Technometrics* 34: 1–14.
- Leeney, R. H., S. Berrow, D. Mcgrath, J. O'brien, R. Cosgrove, and B. J. Godley. 2007. Effects of pingers on the behaviour of bottlenose dolphins. *Journal of the Marine Biological Association of the United Kingdom* 87: 129–133.
- Leeney, R. H., D. Carslake, and S. H. Elwen. 2011. Using Static acoustic monitoring to describe echolocation behaviour of Heaviside's dolphins (*Cephalorhynchus heavisidii*) in Namibia. *Aquatic Mammals* 37:151–160.
- Lodi, L. 2003. Seleção e uso do habitat pelo boto-cinza, *Sotalia guianensis*, na baía de Paraty, Rio de Janeiro, Brasil. *Bioikos* 17:5–20.
- Mccullagh, P. and J. A. Nelder. 1989. Generalized linear models. Chapman & Hall, London..
- Mellinger, D., and J. Barlow. 2002. Future directions for acoustic marine mammal surveys :

- stock assessment and habitat use report of a workshop held in la Jolla, California.
- Moraes L.E. 2006. Composição, abundância e diversidade da ictiofauna demersal da plataforma continental interna de Ilhéus, Bahia, Brasil. Dissertação de mestrado, Universidade Estadual de Santa Cruz, Ilhéus, Bahia, Brasil.
- Morais, B. C., C. V. Assis, and Y. Le Pendu. 2010. Resultados preliminares da fotoidentificação de botos-cinza (*Sotalia guianensis*) (Van Beneden, 1864) no litoral de Ilhéus, Bahia, Brasil. In XIV Reunião de Trabalho de Especialistas em Mamíferos Aquáticos da América do Sul (RT) e 8º Congresso da Sociedade Latinoamericana de Especialistas em Mamíferos Aquáticos (SOLAMAC). Florianópolis, SC, Brasil.
- Mullahy, J. 1997. Heterogeneity, excess zeros, and the structure of count data models. *Journal of Applied Econometrics* 12: 337–350.
- Nuuttila, H. K., L. Thomas, G. Jan, *et al.* 2013. Acoustic detection probability of bottlenose dolphins, *Tursiops truncatus*, with static acoustic dataloggers in Cardigan Bay, Wales. *Journal of the Acoustical Society of America* 134, 2596–2609.
- Oliveira, J. A., J. C. Ávila, J. R. T. T. Alves, M. A. Furtado-Neto, and C. Monteiro-Neto. 1995. Monitoring of the grey dolphin, *Sotalia fluviatilis* (Cetacea: Delphinidae), off Fortaleza, Ceará State, Brazil. *Arquivos de Ciências do Mar* 29:28–35.
- Okamoto, M. H., L. A. Sampaio, and A. D. E. P. Maçada. 2006. Efeito da temperatura sobre o crescimento e a sobrevivência de juvenis da tainha *Mugil platanus* Günther, 1880. *Atlântica* 28:61–66.
- Philpott, E., A. Englund, S. Ingram, and E. Rogan. 2007. Using T-PODs to investigate the echolocation of coastal bottlenose dolphins. *Journal of the Marine Biological Association of the United Kingdom* 87:11–17.
- Pinto-Nascimento, F., K. M. Freire, and G. R. A. Rocha. 2007. Análise sazonal da ictiofauna acompanhante da pesca do camarão sete-barbas em Ilhéus- Bahia. In VIII Congresso de Ecologia do Brasil, Caxambu, MG, Brasil.
- Quinn, N. J., and B. L. Kojis. 1981. The lack of changes in nocturnal estuarine fish assemblages between new and full moon phases in Serpentine Creek Queensland. *Environmental Biology of Fishes* 6: 213–218.
- Rankin, S., J. N.Oswald, and J. Barlow. 2008. Acoustic behavior of dolphins in the Pacific Ocean: implications for using passive acoustic methods for population studies. *Canadian Acoustics* 36, 88–92.
- Refinetti, R. 2016. Circadian physiology. CRC Press, Boca Raton, FL.

- Ridout, M., C. G. B. Demétrio, and J. Hinde. 1998. Models for count data with many zeros. *In* International Biometric Conference, 1998, Cape Town, South Africa.
- Rooker, R., and G. D. Dennis. 1991. Diel , lunar and seasonal changes in a mangrove fish assemblage off southwestern Puerto Rico. *Bulletin of Marine Science* 49:684–698.
- Rossi-Santos, M. R., L. W. Wedekin, and E. L. A. Monteiro-Filho. 2010. Habitat use of the Guiana dolphin, *Sotalia guianensis* (Cetacea , Delphinidae) in the Caravelas River Estuary, eastern Brazil. *The Latin American Journal of Aquatic Mammals* 8:111–116.
- 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 United Kingdom* 87:207–212.
- Royle, J. A. 2006. Site occupancy models with heterogeneous detection probabilities. *Biometrics* 62: 97–102.
- 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. 2010. Spatial distribution and activities of the estuarine dolphin *Sotalia guianensis* (Van Bénédén, 1864) (Cetacea, Delphinidae) in Pontal Bay, Ilhéus, Bahia, Brazil. *Biota Neotropica* 10:0–0.
- Santos, U. A. dos 2007. Uso do hábitat e atividades do boto-cinza, *Sotalia guianensis* (Van Bénédén, 1864) (Cetacea: Delphinidae), na Baía do Pontal, Ilhéus, Bahia. Dissertação de mestrado, Universidade Estadual de Santa Cruz, Ilhéus, BA, Brasil.
- 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.
- Silva, W. S., E. L. Gomes, G. Amorim, J. B. C. Lacerda, A. M. Lima, and Y. Le Pendu. 2016. Análise comparativa da associação entre indivíduos de *Sotalia guianensis* em Ilhéus, Bahia, Brasil. *In* XI Congreso de la Sociedad Latinoamericana De Especialistas em Mamíferos Acuáticos, Valparaíso, Chile.
- Sokolove, P. G., and W. N. Bushell. 1978. Chi square periodogram- its utility for analysis of circadian-rhythms. *Journal of Theoretical Biology* 72:131–160.
- Sousa-Lima, R. S., T. F. Norris, J. N. Oswald, and D. P. Fernandes. 2013. A review and inventory of fixed autonomous recorders for passive acoustic monitoring of marine mammals. *Aquatic Mammals* 39:23–53.

- Temple, A. J., N. Tregenza, O. A. Amir, N. Jiddawi, and P. Berggren. 2016. Spatial and Temporal Variations in the Occurrence and Foraging Activity of Coastal. Plos one 11:1–20.
- Thomsen, F., V. Brock, and W. Piper. 2005. On the performance of automated porpoise-click-detectors in experiments with captive harbor porpoises (*Phocoena phocoena*) (L). Journal of the Acoustical Society of America 118:37–40.
- Todd, V. L. G., W. D. Pearse, N. C. Tregenza, P. A. Lepper, I. B. Todd, and I. B. Diel. 2009. Diel echolocation activity of harbour porpoises (*Phocoena phocoena*) around North Sea offshore gas installations. Journal of Marine Science 66:734–745.
- Tregenza, N. J. C. 2013. CPOD.exe: a guide for users. Available at: www.chelonia.co.uk/downloads/CPOD.pdf [Accessed September 10, 2016].
- Verfuß, U. K., C. G. Honnef, A. Meding, M. Dähne, R. Mundry, and H. Benke. 2007. Geographical and seasonal variation of harbour porpoise (*Phocoena phocoena*) presence in the German Baltic Sea revealed by passive acoustic monitoring. Journal of the Marine Biological Association of the United Kingdom 87:165–176.
- Wang, Z., P. E. Nachtigall, T. Akamatsu, and K. Wang. 2015. Passive Acoustic Monitoring the diel , lunar , seasonal and tidal patterns in the biosonar activity of the Indo-Pacific humpback dolphins (*Sousa chinensis*) in the Pearl River. Plos one 10:1–24.
- Wang, K., D. Wang, T. L. S. Akamatsu, and J. Xiao. 2005. A passive acoustic monitoring method applied to observation and groupsize estimation of finless porpoises. The Journal of the Acoustical Society of America 118:1180–1185.
- Watts, P., and D. E. Gaskin. 1985. Habitat index of the Harbor porpoise (*Phocoena phocoena*) in the Southern coastal Bay of Fundy, Canada. Journal of Mammalogy 66:733–744.
- Wedekin, L. L., F. G. Daura-jorge, V. D. Q. Piacentini, and P. C. Simões-lobes. 2007. Seasonal variations in spatial usage by the estuarine (Cetacea; Delphinidae) at its southern limit of distribution. Brazilian Journal of Biology 67:1–8.
- Welsh, A. H., R. B. Cunningham, C. F. Donnelly, and D. B. Lindenmayer. 1996. Modelling the abundance of rare species: statistical models for counts with extra zeros. Ecological Modelling 88: 297–308.
- Yamamoto, Y., T. Akamatsu, V. M. F. da Silva, and K. S. 2016. Local habitat use by botos (Amazon river dolphins , *Inia geoffrensis*) using passive acoustic methods. Marine Mammal Science 32:220–240.
- Zeileis, A., C. Kleiber, and S. Jackman. 2008. Regression models for count data in R. Journal of Statistical Software 27:1–25.

6 CONCLUSÕES GERAIS

Por meio desse estudo foi possível descrever a ocorrência e de botos-cinza ao longo de um ano no Parque Marinho de Ilhéus, através de uma técnica de registro acústico passivo avançada, trazendo uma nova metodologia de monitoramento da espécie para o Brasil. Por meio desse registro, foi possível avaliar a influência de variáveis ambientais sobre a ocorrência da espécie na área amostrada e concluir que existe uma relação no padrão de ocorrência com os ciclos diários (faixa horária, período do dia e regime de marés), mensais (ciclo lunar), e anual (meses), bem como as variáveis que podem influenciar esses padrões.

A área de estudo é utilizada pelos botos-cinza praticamente todos os dias (97%), com uma detecção acústica superior no período noturno em relação ao diurno. Observou-se ainda um ritmo diário da taxa de emissão acústica pela espécie com acrofase às 20,4 h.

A taxa de detecção acústica de botos-cinza na área de estudo variou ao longo dos meses amostrados e provavelmente está relacionada às variações na temperatura da água ao longo desses meses, que também influenciaram na atividade acústica da espécie. Possivelmente outros fatores tenham relação com essa variação ao longo dos meses, no entanto a precipitação e velocidade dos ventos, que foram também analisadas, não são um deles.

O ciclo lunar e regime de marés também influenciam na ocorrência de botos-cinza no Parque Marinho de Ilhéus, estando possivelmente relacionados a distribuição e abundância de presas bem como à facilitação nas estratégias de caça nos diferentes regimes e amplitude de marés. No entanto uma melhor investigação da influência dos mesmos fatores ambientais sobre a ictiofauna da região são necessários para averiguar tais suposições.

Os resultados obtidos nesse trabalho servirão como informação sobre a ocorrência de botos-cinza no período de pré-atividades da construção da ponte Ilhéus-Pontal, que já se encontra em andamento. A continuação da coleta durante e após a construção, pelo GPMAI, permitirá compreender melhor como a espécie responde ao impacto da construção de uma ponte na região costeira.

APÊNDICE A– Modelos construídos com todas as combinações possíveis das variáveis explicativas para análise dos fatores que influenciam a detecção acústica positiva de botos-cinza no Parque Marinho de Ilhéus. Cada modelo inclui as estimativas dos parâmetros do modelo inflacionado de zero ajustado com a distribuição binomial negativa, número de graus de liberdade (df), as diferenças do AICc (Δ_i), e pesos de Akaike (ω_i).

Parte a: tabela com coeficientes do modelo binomial para os dados de contagem positivos, representado pela sigla “cnt”.

Modelo	cnt_(Int)	cnt_nic	cnt_dvento	cnt_lua	cnt_prec	cnt_tagua	cnt_tmare	cnt_vvento	df	logLik	AICc	Δ_i	(ω_i)
56	1.694	+	+	+		0.01388	0.01713		29	-10232.7	20523.6	0	0.292
120	1.78	+	+	+		0.01519	0.0168	-0.02843	31	-10230.9	20524.2	0.56	0.22
64	1.696	+	+	+	0.00444	0.01382	0.01704		31	-10231.9	20526.1	2.43	0.087
24	1.881	+	+	+		0.01052			27	-10236.1	20526.5	2.82	0.071
54	1.741	+		+		0.01294	0.01761		15	-10248.3	20526.6	2.95	0.067
128	1.782	+	+	+	0.004328	0.01512	0.01672	-0.02841	33	-10230.1	20526.6	3	0.065
88	1.969	+	+	+		0.01189		-0.02973	29	-10234.2	20526.7	3.11	0.062
118	1.798	+		+		0.0144	0.01754	-0.02651	17	-10246.8	20527.6	4	0.04
32	1.883	+	+	+	0.005475	0.01043			29	-10235.3	20528.8	5.15	0.022
96	1.971	+	+	+	0.005299	0.0118		-0.02968	31	-10233.4	20529.1	5.45	0.019
62	1.739	+		+	0.003281	0.01305	0.01754		17	-10247.6	20529.2	5.61	0.018
22	1.924	+		+		0.009863			13	-10251.9	20529.8	6.19	0.013
126	1.796	+		+	0.003329	0.0145	0.01747	-0.02652	19	-10246.1	20530.3	6.66	0.01
86	1.982	+		+		0.01128		-0.02672	15	-10250.4	20530.8	7.19	0.008
30	1.92	+		+	0.004383	0.01			15	-10251.2	20532.4	8.76	0.004
94	1.978	+		+	0.004397	0.01142		-0.02672	17	-10249.7	20533.4	9.77	0.002
119	1.816		+	+		0.01677	0.01782	-0.0354	29	-10244.5	20547.4	23.73	0
117	1.892			+		0.01378	0.01854	-0.03478	15	-10259.1	20548.2	24.58	0
127	1.818		+	+	0.00559	0.01666	0.01771	-0.03531	31	-10243.5	20549.3	25.68	0
125	1.888			+	0.004583	0.01393	0.01844	-0.03473	17	-10258.2	20550.5	26.85	0
87	2.023		+	+		0.01325		-0.03725	27	-10248.2	20550.6	27	0
55	1.715		+	+		0.0152	0.01836		27	-10248.3	20550.8	27.13	0
53	1.835			+		0.0116	0.01879		13	-10262.5	20551	27.36	0
85	2.094			+		0.01042		-0.03544	13	-10263.1	20552.2	28.52	0
95	2.025		+	+	0.006698	0.01311		-0.03712	29	-10247.1	20552.5	28.83	0
63	1.718		+	+	0.005921	0.01509	0.01824		29	-10247.2	20552.7	29.03	0
61	1.831			+	0.004782	0.01175	0.01869		15	-10261.6	20553.2	29.6	0
93	2.088			+	0.005779	0.01062		-0.03538	15	-10262.1	20554.3	30.68	0
23	1.922		+	+		0.01156			25	-10252.2	20554.5	30.89	0
21	2.037			+		0.008266			11	-10266.6	20555.1	31.52	0
31	1.924		+	+	0.007121	0.01142			27	-10251	20556.3	32.64	0
29	2.031			+	0.006028	0.008462			13	-10265.6	20557.3	33.63	0
116	1.504	+	+			0.02184	0.01908	-0.03703	25	-10259.4	20569.1	45.43	0
38	2.047	+		+			0.01722		13	-10272.2	20570.5	46.82	0
114	1.355	+				0.0256	0.01998	-0.03084	11	-10274.4	20570.8	47.19	0
52	1.357	+	+			0.02133	0.01962		23	-10262.3	20570.9	47.23	0
50	1.257	+				0.02498	0.02018		9	-10276.5	20571	47.32	0

124	1.505	+	+		0.004948	0.0218	0.019	-0.03705	27	-10258.5	20571.3	47.69	0
102	2.136	+		+			0.01712	-0.02585	15	-10270.8	20571.7	48.06	0
46	2.047	+		+	0.003307		0.01715		15	-10271.3	20572.6	49	0
60	1.358	+	+		0.004918	0.02129	0.01953		25	-10261.5	20573.1	49.5	0
84	1.704	+	+			0.01859		-0.03892	23	-10263.6	20573.3	49.69	0
122	1.351	+			0.003354	0.02576	0.01992	-0.03088	13	-10273.7	20573.4	49.77	0
58	1.253	+			0.003076	0.02513	0.02013		11	-10275.8	20573.5	49.92	0
6	2.155	+		+					11	-10275.8	20573.6	49.97	0
40	2.021	+	+	+			0.01674		27	-10259.8	20573.8	50.15	0
110	2.137	+		+	0.003326		0.01706	-0.02587	17	-10269.9	20573.9	50.23	0
70	2.244	+		+				-0.02614	13	-10274.4	20574.8	51.14	0
104	2.135	+	+	+			0.0164	-0.02783	29	-10258.3	20574.8	51.22	0
92	1.705	+	+		0.005956	0.01852		-0.03892	25	-10262.6	20575.5	51.85	0
20	1.553	+	+			0.01806			21	-10266.7	20575.6	51.99	0
14	2.155	+		+	0.004413				13	-10274.8	20575.7	52.04	0
82	1.542	+				0.02276		-0.03151	9	-10279	20575.9	52.3	0
48	2.021	+	+	+	0.004688		0.01665		29	-10258.8	20575.9	52.31	0
18	1.442	+				0.02221			7	-10281.1	20576.2	52.61	0
8	2.127	+	+	+					25	-10263.2	20576.5	52.9	0
78	2.244	+		+	0.004396			-0.02615	15	-10273.4	20576.8	53.22	0
112	2.135	+	+	+	0.00457		0.01631	-0.02784	31	-10257.3	20577	53.38	0
72	2.244	+	+	+				-0.02918	27	-10261.5	20577.3	53.68	0
28	1.554	+	+		0.006001	0.018			23	-10265.8	20577.8	54.15	0
90	1.537	+			0.004434	0.02297		-0.03156	11	-10278.2	20578.4	54.79	0
16	2.127	+	+	+	0.00569				27	-10262.2	20578.6	54.94	0
26	1.437	+			0.004196	0.0224			9	-10280.4	20578.8	55.12	0
80	2.244	+	+	+	0.005513			-0.02917	29	-10260.5	20579.4	55.74	0
113	1.456					0.02457	0.0211	-0.0386	9	-10286	20590.1	66.48	0
115	1.544		+			0.02324	0.02026	-0.04376	23	-10272.7	20591.5	67.89	0
101	2.215			+			0.01813	-0.03412	13	-10282.8	20591.6	67.92	0
121	1.451				0.0047	0.02479	0.02101	-0.0386	11	-10285.1	20592.3	68.66	0
123	1.546		+		0.006327	0.02316	0.02013	-0.04371	25	-10271.5	20593.3	69.64	0
109	2.215			+	0.004562		0.01803	-0.03409	15	-10281.6	20593.3	69.67	0
37	2.109			+			0.01841		11	-10285.8	20593.7	70.09	0
49	1.355					0.02347	0.02157		7	-10290.4	20594.7	71.1	0
69	2.336			+				-0.03488	11	-10286.7	20595.4	71.72	0
45	2.109			+	0.004778		0.01831		13	-10284.7	20595.4	71.8	0
103	2.207		+	+			0.01739	-0.03477	27	-10270.7	20595.7	72.02	0
81	1.665					0.02148		-0.03994	7	-10291.1	20596.2	72.58	0
83	1.766		+			0.01978		-0.04642	21	-10277.3	20596.8	73.12	0
57	1.349				0.004658	0.02368	0.02148		9	-10289.4	20596.9	73.27	0
77	2.335			+	0.005769			-0.03482	13	-10285.5	20597	73.34	0
111	2.207		+	+	0.005832		0.01728	-0.03471	29	-10269.5	20597.3	73.7	0
5	2.23			+					9	-10289.9	20597.8	74.13	0
39	2.072		+	+			0.01796		25	-10273.8	20597.9	74.25	0

51	1.378		+			0.02272	0.0211		21	-10278	20598.1	74.43	0
89	1.657				0.005958	0.02176		-0.03994	9	-10290.1	20598.3	74.63	0
91	1.767		+		0.007527	0.01967		-0.04633	23	-10276.1	20598.4	74.72	0
71	2.33		+	+				-0.03667	25	-10274.3	20598.8	75.16	0
13	2.229			+	0.006036				11	-10288.7	20599.3	75.71	0
47	2.072		+	+	0.006147		0.01783		27	-10272.6	20599.5	75.89	0
59	1.379		+		0.006543	0.02265	0.02097		23	-10276.8	20599.8	76.14	0
79	2.328		+	+	0.006906			-0.03656	27	-10273	20600.3	76.7	0
17	1.561					0.02043			5	-10295.6	20601.3	77.65	0
7	2.191		+	+					23	-10277.7	20601.5	77.89	0
15	2.19		+	+	0.007316				25	-10276.4	20603	79.38	0
25	1.553				0.00597	0.02071			7	-10294.7	20603.3	79.69	0
19	1.596		+			0.01919			19	-10283	20604.1	80.49	0
27	1.597		+		0.007855	0.01909			21	-10281.8	20605.7	82.04	0
34	1.842	+					0.01976		7	-10297.8	20609.6	85.94	0
98	1.953	+					0.01953	-0.03027	9	-10295.9	20609.8	86.14	0
42	1.842	+			0.002955		0.01969		9	-10296.8	20611.7	88.04	0
106	1.953	+			0.003203		0.01947	-0.03024	11	-10294.9	20611.9	88.22	0
2	1.96	+							5	-10302.3	20614.7	91.04	0
66	2.072	+						-0.03095	7	-10300.3	20614.7	91.05	0
100	2.014	+	+				0.01866	-0.0365	23	-10284.6	20615.4	91.74	0
36	1.857	+	+				0.01921		21	-10287.2	20616.5	92.86	0
74	2.071	+			0.004295			-0.03101	9	-10299.3	20616.7	93.03	0
10	1.96	+			0.00411				7	-10301.3	20616.7	93.03	0
108	2.014	+	+		0.005226		0.01857	-0.03655	25	-10283.6	20617.3	93.71	0
44	1.857	+	+		0.005205		0.01912		23	-10286.2	20618.5	94.85	0
68	2.136	+	+					-0.03839	21	-10288.7	20619.5	95.87	0
4	1.975	+	+						19	-10291.5	20621.1	97.48	0
76	2.135	+	+		0.006219			-0.03843	23	-10287.6	20621.4	97.72	0
12	1.974	+	+		0.006275				21	-10290.4	20623	99.34	0
97	2.03						0.02065	-0.03796	7	-10307.3	20628.5	104.91	0
105	2.029				0.004522		0.02056	-0.03797	9	-10306.1	20630.2	106.55	0
33	1.904						0.02114		5	-10311.1	20632.3	108.65	0
41	1.904				0.004504		0.02105		7	-10310	20633.9	110.29	0
65	2.164							-0.03935	5	-10312.2	20634.4	110.76	0
99	2.087		+				0.01982	-0.04324	21	-10296.8	20635.7	112.08	0
73	2.163				0.005796			-0.03936	7	-10310.9	20635.9	112.27	0
107	2.087		+		0.0066		0.01969	-0.04322	23	-10295.5	20637.2	113.54	0
1	2.037								3	-10316.3	20638.6	114.97	0
9	2.036				0.00583				5	-10315.1	20640.1	116.47	0
67	2.225		+					-0.04589	19	-10301.3	20640.8	117.13	0
35	1.911		+				0.02067		19	-10301.4	20640.9	117.29	0
75	2.224		+		0.007777			-0.04583	21	-10300	20642.1	118.42	0
43	1.91		+		0.006806		0.02054		21	-10300.1	20642.3	118.71	0
3	2.044		+						17	-10306.4	20646.8	123.16	0
11	2.043		+		0.0081				19	-10305	20648	124.41	0

Parte b: tabela com coeficientes do modelo logísticos considerando a presença/ausência de zeros, representado pela sigla “zer”.

Modelo	zer_(Int)	zer_nic	zer_dvento	zer_lua	zer_prec	zer_tagua	zer_tmare	zer_vvento	df	logLik	AICc	delta	weight
56	-4.178	+	+	+		0.2043	-0.00138		29	-10232.7	20523.6	0	0.292
120	-4.258	+	+	+		0.2053	-0.00121	1.41E-02	31	-10230.9	20524.2	0.56	0.22
64	-4.167	+	+	+	-0.02274	0.2039	-0.00118		31	-10231.9	20526.1	2.43	0.087
24	-4.177	+	+	+		0.2039			27	-10236.1	20526.5	2.82	0.071
54	-3.778	+		+		0.1808	-0.00151		15	-10248.3	20526.6	2.95	0.067
128	-4.246	+	+	+	-0.02278	0.2049	-0.00102	1.42E-02	33	-10230.1	20526.6	3	0.065
88	-4.255	+	+	+		0.2049		1.42E-02	29	-10234.2	20526.7	3.11	0.062
118	-3.786	+		+		0.1812	-0.00146	-5.76E-04	17	-10246.8	20527.6	4	0.04
32	-4.163	+	+	+	-0.02284	0.2034			29	-10235.3	20528.8	5.15	0.022
96	-4.242	+	+	+	-0.02288	0.2044		1.42E-02	31	-10233.4	20529.1	5.45	0.019
62	-3.757	+		+	-0.02109	0.18	-0.00133		17	-10247.6	20529.2	5.61	0.018
22	-3.777	+		+		0.1803			13	-10251.9	20529.8	6.19	0.013
126	-3.766	+		+	-0.02108	0.1804	-0.00128	-5.30E-04	19	-10246.1	20530.3	6.66	0.01
86	-3.786	+		+		0.1807		-2.47E-04	15	-10250.4	20530.8	7.19	0.008
30	-3.755	+		+	-0.02118	0.1794			15	-10251.2	20532.4	8.76	0.004
94	-3.764	+		+	-0.02117	0.1799		-2.14E-04	17	-10249.7	20533.4	9.77	0.002
119	-4.331		+	+		0.2003	-0.00047	3.22E-02	29	-10244.5	20547.4	23.73	0
117	-3.927			+		0.1796	-0.00074	1.72E-02	15	-10259.1	20548.2	24.58	0
127	-4.317		+	+	-0.02554	0.1998	-0.00025	3.20E-02	31	-10243.5	20549.3	25.68	0
125	-3.903			+	-0.02337	0.1787	-0.00055	1.71E-02	17	-10258.2	20550.5	26.85	0
87	-4.32		+	+		0.1998		3.20E-02	27	-10248.2	20550.6	27	0
55	-4.157		+	+		0.198	-0.00081		27	-10248.3	20550.8	27.13	0
53	-3.841			+		0.1782	-0.001		13	-10262.5	20551	27.36	0
85	-3.918			+		0.179		1.74E-02	13	-10263.1	20552.2	28.52	0
95	-4.304		+	+	-0.02557	0.1993		3.19E-02	29	-10247.1	20552.5	28.83	0
63	-4.144		+	+	-0.02569	0.1975	-0.00059		29	-10247.2	20552.7	29.03	0
61	-3.818			+	-0.02352	0.1773	-0.0008		15	-10261.6	20553.2	29.6	0
93	-3.893			+	-0.0234	0.1781		1.72E-02	15	-10262.1	20554.3	30.68	0
23	-4.148		+	+		0.1975			25	-10252.2	20554.5	30.89	0
21	-3.834			+		0.1776			11	-10266.6	20555.1	31.52	0
31	-4.133		+	+	-0.02573	0.197			27	-10251	20556.3	32.64	0
29	-3.809			+	-0.02356	0.1767			13	-10265.6	20557.3	33.63	0
116	-3.933	+	+			0.1968	-0.00103	1.83E-02	25	-10259.4	20569.1	45.43	0
38	0.4985	+		+			-0.00273		13	-10272.2	20570.5	46.82	0
114	-3.407	+				0.1709	-0.00124	4.14E-03	11	-10274.4	20570.8	47.19	0
52	-3.83	+	+			0.1955	-0.0012		23	-10262.3	20570.9	47.23	0
50	-3.376	+				0.1702	-0.00132		9	-10276.5	20571	47.32	0
124	-3.92	+	+		-0.02394	0.1962	-0.00082	1.84E-02	27	-10258.5	20571.3	47.69	0
102	0.5121	+		+			-0.00274	-3.70E-03	15	-10270.8	20571.7	48.06	0
46	0.5003	+		+	-0.02513		-0.00251		15	-10271.3	20572.6	49	0
60	-3.816	+	+		-0.02388	0.195	-0.00099		25	-10261.5	20573.1	49.5	0

84	-3.932	+	+			0.1964		1.83E-02	23	-10263.6	20573.3	49.69	0
122	-3.385	+			-0.02188	0.1701	-0.00105	4.27E-03	13	-10273.7	20573.4	49.77	0
58	-3.353	+			-0.02189	0.1694	-0.00113		11	-10275.8	20573.5	49.92	0
6	0.48	+		+					11	-10275.8	20573.6	49.97	0
40	0.6642	+	+	+			-0.00266		27	-10259.8	20573.8	50.15	0
110	0.5137	+		+	-0.02516		-0.00252	-3.66E-03	17	-10269.9	20573.9	50.23	0
70	0.4922	+		+				-3.32E-03	13	-10274.4	20574.8	51.14	0
104	0.6326	+	+	+			-0.00259	8.25E-03	29	-10258.3	20574.8	51.22	0
92	-3.916	+	+		-0.02407	0.1958		1.83E-02	25	-10262.6	20575.5	51.85	0
20	-3.83	+	+			0.1951			21	-10266.7	20575.6	51.99	0
14	0.4832	+		+	-0.02527				13	-10274.8	20575.7	52.04	0
82	-3.409	+				0.1705		4.36E-03	9	-10279	20575.9	52.3	0
48	0.6649	+	+	+	-0.02495		-0.00244		29	-10258.8	20575.9	52.31	0
18	-3.378	+				0.1698			7	-10281.1	20576.2	52.61	0
8	0.6477	+	+	+					25	-10263.2	20576.5	52.9	0
78	0.4954	+		+	-0.02531			-3.30E-03	15	-10273.4	20576.8	53.22	0
112	0.6333	+	+	+	-0.02504		-0.00237	8.25E-03	31	-10257.3	20577	53.38	0
72	0.616	+	+	+				8.38E-03	27	-10261.5	20577.3	53.68	0
28	-3.814	+	+		-0.02401	0.1946			23	-10265.8	20577.8	54.15	0
90	-3.385	+			-0.022	0.1696		4.48E-03	11	-10278.2	20578.4	54.79	0
16	0.6498	+	+	+	-0.02511				27	-10262.2	20578.6	54.94	0
26	-3.354	+			-0.02201	0.1689			9	-10280.4	20578.8	55.12	0
80	0.6182	+	+	+	-0.0252			8.37E-03	29	-10260.5	20579.4	55.74	0
113	-3.557					0.1696	-0.0005	2.13E-02	9	-10286	20590.1	66.48	0
115	-4.014		+			0.192	-0.00027	3.60E-02	23	-10272.7	20591.5	67.89	0
101	0.3359			+			-0.00201	1.37E-02	13	-10282.8	20591.6	67.92	0
121	-3.53				-0.0242	0.1687	-0.00029	2.13E-02	11	-10285.1	20592.3	68.66	0
123	-3.999		+		-0.02672	0.1915	-4.4E-05	3.59E-02	25	-10271.5	20593.3	69.64	0
109	0.3396			+	-0.0274		-0.00177	1.36E-02	15	-10281.6	20593.3	69.67	0
37	0.3781			+			-0.0022		11	-10285.8	20593.7	70.09	0
49	-3.444					0.1678	-0.00075		7	-10290.4	20594.7	71.1	0
69	0.322			+				1.40E-02	11	-10286.7	20595.4	71.72	0
45	0.3813			+	-0.0275		-0.00196		13	-10284.7	20595.4	71.8	0
103	0.4513		+	+			-0.00183	2.53E-02	27	-10270.7	20595.7	72.02	0
81	-3.55					0.1691		2.13E-02	7	-10291.1	20596.2	72.58	0
83	-4.004		+			0.1916		3.57E-02	21	-10277.3	20596.8	73.12	0
57	-3.418				-0.02432	0.1669	-0.00054		9	-10289.4	20596.9	73.27	0
77	0.3277			+	-0.02748			1.37E-02	13	-10285.5	20597	73.34	0
111	0.454		+	+	-0.02754		-0.00159	2.51E-02	29	-10269.5	20597.3	73.7	0
5	0.364			+					9	-10289.9	20597.8	74.13	0
39	0.5448		+	+			-0.00206		25	-10273.8	20597.9	74.25	0
51	-3.815		+			0.1894	-0.0006		21	-10278	20598.1	74.43	0
89	-3.522				-0.02425	0.1682		2.13E-02	9	-10290.1	20598.3	74.63	0
91	-3.986		+		-0.02678	0.191		3.56E-02	23	-10276.1	20598.4	74.72	0
71	0.4413		+	+				2.52E-02	25	-10274.3	20598.8	75.16	0

13	0.3687			+	-0.02758				11	-10288.7	20599.3	75.71	0
47	0.5468		+	+	-0.02764		-0.00182		27	-10272.6	20599.5	75.89	0
59	-3.8		+		-0.02686	0.1889	-0.00037		23	-10276.8	20599.8	76.14	0
79	0.4454		+	+	-0.02764			2.50E-02	27	-10273	20600.3	76.7	0
17	-3.44					0.1674			5	-10295.6	20601.3	77.65	0
7	0.5331		+	+					23	-10277.7	20601.5	77.89	0
15	0.5365		+	+	-0.02774				25	-10276.4	20603	79.38	0
25	-3.412				-0.02438	0.1664			7	-10294.7	20603.3	79.69	0
19	-3.808		+			0.1889			19	-10283	20604.1	80.49	0
27	-3.791		+		-0.02692	0.1884			21	-10281.8	20605.7	82.04	0
34	0.6076	+					-0.00244		7	-10297.8	20609.6	85.94	0
98	0.6083	+					-0.00241	4.92E-06	9	-10295.9	20609.8	86.14	0
42	0.6102	+			-0.02606		-0.00221		9	-10296.8	20611.7	88.04	0
106	0.6105	+			-0.0261		-0.00219	1.39E-04	11	-10294.9	20611.9	88.22	0
2	0.5891	+							5	-10302.3	20614.7	91.04	0
66	0.5891	+						2.59E-04	7	-10300.3	20614.7	91.05	0
100	0.7162	+	+				-0.00235	1.23E-02	23	-10284.6	20615.4	91.74	0
36	0.7646	+	+				-0.00243		21	-10287.2	20616.5	92.86	0
74	0.5927	+			-0.02626			3.94E-04	9	-10299.3	20616.7	93.03	0
10	0.5931	+			-0.02625				7	-10301.3	20616.7	93.03	0
108	0.7173	+	+		-0.0263		-0.00211	1.24E-02	25	-10283.6	20617.3	93.71	0
44	0.7659	+	+		-0.0262		-0.00219		23	-10286.2	20618.5	94.85	0
68	0.7004	+	+					1.23E-02	21	-10288.7	20619.5	95.87	0
4	0.7481	+	+						19	-10291.5	20621.1	97.48	0
76	0.7031	+	+		-0.0265			1.23E-02	23	-10287.6	20621.4	97.72	0
12	0.751	+	+		-0.0264				21	-10290.4	20623	99.34	0
97	0.4312						-0.00169	1.69E-02	7	-10307.3	20628.5	104.91	0
105	0.4356				-0.02838		-0.00144	1.69E-02	9	-10306.1	20630.2	106.55	0
33	0.4865						-0.00187		5	-10311.1	20632.3	108.65	0
41	0.4906				-0.02846		-0.00162		7	-10310	20633.9	110.29	0
65	0.4187							1.70E-02	5	-10312.2	20634.4	110.76	0
99	0.5347		+				-0.00157	2.91E-02	21	-10296.8	20635.7	112.08	0
73	0.4246				-0.02847			1.69E-02	7	-10310.9	20635.9	112.27	0
107	0.538		+		-0.02884		-0.00132	2.90E-02	23	-10295.5	20637.2	113.54	0
1	0.4728								3	-10316.3	20638.6	114.97	0
9	0.4786				-0.02856				5	-10315.1	20640.1	116.47	0
67	0.5259		+					2.89E-02	19	-10301.3	20640.8	117.13	0
35	0.6447		+				-0.00179		19	-10301.4	20640.9	117.29	0
75	0.5308		+		-0.02896			2.87E-02	21	-10300	20642.1	118.42	0
43	0.6475		+		-0.02894		-0.00153		21	-10300.1	20642.3	118.71	0
3	0.6336		+						17	-10306.4	20646.8	123.16	0
11	0.6379		+		-0.02905				19	-10305	20648	124.41	0

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), há, 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. 85

U.S. Federal Register. 1997. Endangered and threatened wildlife and plants; change in listening 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 numeral in the sequence first referenced in the text and have a brief title. Column heading 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 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. Please write "waiver request" and the manuscript number on the subject line.

THE F. G. WOOD STUDENT SCHOLARSHIP AND JORN 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). 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

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 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>.