

UNIVERSIDADE FEDERAL DO PARANÁ

GABRIELI MESSIAS RODRIGUES

**COMPORTAMENTO ACÚSTICO DE *Sotalia guianensis* (VAN BÉNÉDEN, 1864)
(Cetacea: Delphinidae) NO ENTORNO DE UNIDADES DE CONSERVAÇÃO,
LITORAL DO PARANÁ, SUL DO BRASIL**

PONTAL DO PARANÁ

2014

**COMPORTAMENTO ACÚSTICO DE *Sotalia guianensis* (VAN BÉNÉDEN, 1864)
(Cetacea: Delphinidae) NO ENTORNO DE UNIDADES DE CONSERVAÇÃO,
LITORAL DO PARANÁ, SUL DO BRASIL**

Monografia apresentada como requisito à obtenção do título de Bacharel em Oceanografia, no Centro de Estudos do Mar, Setor de Ciências da Terra, Universidade Federal do Paraná.

Orientadora: Dra Camila Domit

PONTAL DO PARANÁ

2014

TERMO DE APROVAÇÃO

Gabrieli Messias Rodrigues

“Comportamento acústico de *Sotalia guianensis* (Van Bénédén, 1864)(Cetacea:Delphinidae) no entorno de unidades de conservação no litoral do Paraná, sul do Brasil”

Monografia aprovada como requisito parcial para a obtenção do grau de Bacharel em Oceanografia, da Universidade Federal do Paraná, pela Comissão formada pelos professores:

Dr^a.Juliana Quadros-UFPRlitoral.

Dr^a. Lilian Sander Hoffmann - UFRGS

MSc.Mariane Ferrarini Andrade-MARBRASIL

Mariane Ferrarini Andrade



Dr^a.Camila Domit-CEM/UFPR
Presidente

Pontal do Paraná, 16 de dezembro de 2014

À todas as mulheres cientistas
que vieram antes de mim.
Sou grata por abrirem o caminho!

AGRADECIMENTOS

Primeiramente agradeço aos meus pais, Carmem e Mauro, por seguirem sendo “casa” onde quer que eu estivesse. Por me darem a segurança de poder voltar, caso eu quisesse, mas também por sempre me incentivarem a ir adiante.

Agradeço à minha (muito mais que) orientadora nessa jornada Camila Domit, por me receber de braços abertos no laboratório e por me mostrar que é possível trabalhar com o que se ama e acredita.

À equipe do Laboratório de Ecologia e Conservação (LEC) por compartilhar o amor e dedicação à megafauna carismática.

Aos meus amigos de Oceanografia do GRR2010 pela parceria durante esses cinco anos, por todos os aprendizados em conjunto, dentro e fora das salas de aula. E também às minhas companheiras e irmãs de casa, por fazerem da Gaiola o nosso lar - “*home salty home*”.

Um agradecimento especial, ao Ronaldo Alves (Roh), por ser GRR2010, LEC, Gaiola e, além de tudo isso, meu melhor amigo. E também à minha amiga (Mariane Ferrarini (Nane), por ter segurado a minha mão durante a finalização deste trabalho.

Agradeço também a todos os professores, funcionários e integrantes do Centro de Estudos Mar da Universidade Federal do Paraná (CEM-UFPR), por tornarem tudo isso possível.

RESUMO

Os cetáceos são capazes de refletir as variáveis ecológicas do meio, sendo considerados como sentinelas da qualidade ambiental. A comunicação sonora é fundamental no meio aquático e os delfinídeos utilizam de sinais acústicos para se localizar no ambiente, detectar presas e para comunicação social. Estas emissões sonoras apresentam diferenças que podem ser causadas por variações geográficas, ambientais, comportamentais e culturais. *Sotalia guianensis* (boto-cinza) ocorre desde a América Central até o sul do Brasil, e no Paraná são avistados ao longo de todo Complexo Estuarino de Paranaguá (CEP), área margeada por Unidades de Conservação. A Ilha das Peças, localizada no CEP, é utilizada por grupos de boto-cinza residentes que se alimentam, se reproduzem e cuidam de seus filhotes. Esta região é habitada por populações tradicionais que possuem embarcações de pequeno porte, entretanto são crescentes as atividades turísticas que utilizam embarcações maiores, gerando ruídos subaquáticos. Além dos impactos já conhecidos à conservação da espécie, hoje em dia a poluição sonora tem se mostrado como um dos fatores de perturbação mais importantes nos ambientes costeiros, somando aos impactos à conservação da espécie, já vulnerável quanto ao risco de extinção. Tendo como objetivo caracterizar e analisar o comportamento acústico do boto-cinza na região, esse trabalho considera a influência de variáveis sociais e ambientais naturais e antrópicas, além da sazonalidade. Para a aquisição dos registros sonoros foi utilizado um conjunto de hidrofone com alcance até 192 kHz, sendo as gravações realizadas na Ilha das Peças, entre 2012 e 2013. Foram registrados a composição e o número de indivíduos, as condições climáticas e a presença de embarcação. As gravações foram analisadas no software *Raven Pro 1.5* e estabelecidas seis categorias de assobios. Durante 21 expedições a campo foram gravadas 7 horas e 40 minutos, onde foram registrados 117 agrupamentos, somando 635 botos. Mais de 80% dos agrupamentos estavam em atividade de alimentação e cerca de 65% era composto por adultos e infantes. O tipo de assobio mais frequente foi o ascendente, assim como já registrado para outras regiões. A taxa de emissão de assobios por minutos foi mais abundante quando os animais estavam realizando atividades de alimentação e quando não havia a presença de embarcações. As condições ambientais analisadas não influenciaram a taxa de emissão, sugerindo que estas estão mais relacionadas às variações biológicas e antrópicas. A região do entorno da Ilha das Peças é intensamente utilizada por grupos de boto-cinza, região onde já foram evidenciados efeitos negativos das atividades antrópicas sobre o comportamento e forma de uso da área pela espécie. Dessa maneira, destaca-se a necessidade de avaliação contínua quanto às interferências das atividades antrópicas à conservação da espécie e a necessidade de um zoneamento da área e ordenamento das atividades náuticas visando a garantia da manutenção das atividades vitais desses animais.

Palavra chave: *Sotalia guianensis*; repertório sonoro; atividades antrópicas, interação com habitat.

ABSTRACT

Cetaceans can reflect ecological variables of the environment, being considered as sentinels of environmental quality. Sound communication is fundamental in the aquatic environment, and dolphins use acoustic signals to navigate, detect prey, and for social communication. These sounds demonstrated differences that can be caused by geographic, environmental, behavioral and cultural variations. *Sotalia guianensis* (Guiana dolphin) occurs from Central America to southern Brazil, and in Paraná they are sighted throughout the Paranaguá Estuarine Complex (CEP), an area bordered by Conservation Units. Ilha das Peças, located in the CEP, is used by groups of resident Guiana dolphins for feeding, reproduction, and parental care. This region is inhabited by traditional populations with small boats, however, there is a growing tourism industry using larger vessels, generating underwater noise. In addition to the already known impacts on species conservation, nowadays noise pollution has been shown to be one of the most important disturbance factors in these coastal environments, adding to the impacts on species conservation in Paraná, which is already vulnerable to the risk of extinction. With the objective of characterizing and analyzing the acoustic behavior of the Guiana dolphin in the region, this study considers the influence of social and natural environmental variables, as well as seasonality. For the acquisition of sound recordings, hydrophones with a range between 5 and 192 kHz was used, with recordings made in the beach zone of Ilha das Peças, between 2012 and 2013. The composition and number of individuals in the group, weather conditions, and the presence of vessels were recorded. The recordings were analyzed using *Raven Pro* 1.5 software, and six categories of whistles were established for repertoire description. During 21 field expeditions, 7 hours and 40 minutes were recorded, which 117 groups and 635 dolphins were registered. Over 80% of the groups were engaged in feeding activities, and approximately 65% were composed of adults and infants. The most frequent whistle type was the ascending, as previously recorded in other regions. The rate of whistle emission per minute was higher when the animals were engaged in feeding activities and when there were no vessels present. The analyzed environmental conditions did not influence the emission rate, suggesting that these are more related to biological and anthropogenic variations. The surroundings of Ilha das Peças are intensively used by groups of Guiana dolphins, where negative effects of anthropogenic activities on the behavior and use of the area by the species have already been evidenced. Thus, the need for continuous evaluation of the interference of anthropogenic activities on species conservation and the need for zoning of the area and management of nautical activities aiming to ensure the maintenance of these animals' vital activities are highlighted.

Keywords: *Sotalia guianensis*; sound repertoire; anthropogenic activities; habitat interaction.

LISTA DE FIGURAS

- Figura 1. Desembocadura Norte e parcial da Baía das Laranjeiras, destacando a região de entorno da Ilha das Peças, local onde o estudo foi realizado no litoral do Paraná. 16
- Figura 2. Hidrofone da *Cetacean Research Technology* modelo C55, amplificador e gravador digital Fostex FR2 utilizado e gravação de *S. guianensis* na Ilha das Peças..... 17
- Figura 3. Sonogramas dos seis tipos de assobios de *S. guianensis* identificados no entorno da Ilha das Peças e Desembocadura Norte, litoral do Paraná: A) ascendente, B) descendente, C) constante, D) ascendente-descendente, E) descendente-ascendente, F) múltiplo. 23
- Figura 4. Frequência absoluta dos seis tipos de assobios emitidos por *S. guianensis* no entorno da Ilha das Peças e Desembocadura Norte, litoral do Paraná, durante as gravações realizadas entre 2012 e 2013..... 24
- Figura 5. Regressão linear múltipla da frequência absoluta do total de assobios emitidos pelo número total de indivíduos de boto-cinza nos agrupamentos registrados no entorno da Ilha das Peças, litoral do Paraná. 25
- Figura 6. Tamanho dos agrupamentos de boto-cinza e frequência absoluta de assobios em relação à presença de embarcação no entorno da Ilha das Peças, litoral do Paraná. 26

LISTA DE TABELAS

- Tabela 1. Tamanho médio dos grupos de *S. guianensis* no entorno da Ilha das Peças, litoral do Paraná.21
- Tabela 2. Média das condições ambientais coletadas na Desembocadura Norte, litoral do Paraná, durante 2011 e 2013, considerando as estações pluviométricas.22
- Tabela 3. Taxa de emissão de assobios por *S. guianensis* em relação à composição dos agrupamentos registrados no entorno da Ilha das Peças, litoral do Paraná.....25
- Tabela 4. Estatística descritiva dos parâmetros acústicos para cada tipo de assobio gravado de agrupamentos de *S. guianensis*, incluindo valor mínimo, máximo, média e desvio padrão, no entorno da Ilha das Peças, litoral do Paraná. 27
- Tabela 5. Comparação de estudos realizados com assobios de populações de *S. guianensis* no Brasil e na Costa Rica.29

SUMÁRIO

RESUMO	6
LISTA DE FIGURAS	8
LISTA DE TABELAS	9
1. INTRODUÇÃO	11
2. OBJETIVOS	13
2.1. Objetivo geral:	13
2.2. Objetivos específicos:	14
3. MATERIAL E MÉTODO	15
3.1. Área de estudo	15
3.2. Amostragem.....	16
3.3. Caracterização abiótica.....	18
3.4. Análise sonora	19
3.5. Análise estatística dos dados	20
4. RESULTADOS	21
4.1. Caracterização dos agrupamentos e atividades.....	21
4.2. Caracterização física da área	22
4.3. Caracterização acústica dos boto-cinza	22
4.4. Variações sazonais na emissão dos assobios e relação com variáveis físicas naturais e antrópicas	26
4.5. Caracterização física e estrutural dos assobios	27
5. DISCUSSÃO	30

1. INTRODUÇÃO

Os odontocetos são animais de topo da cadeia trófica, têm ciclos de vida longos e baixas taxas reprodutivas (MOORE, 2008). Como são capazes de integrar e refletir a variação ecológica em amplas escalas de espaço e tempo, por possuírem uma grande diversidade ecológica e uma variabilidade comportamental dependente dos ecossistemas, esses mamíferos marinhos são considerados os principais sentinelas da mudança e qualidade dos ambientes oceânicos, costeiros e estuarinos (Plano de Ação de Mamíferos Aquáticos/IBAMA 2001; MOORE, 2008).

Para este grupo taxonômico, a comunicação através da acústica desempenha um papel fundamental no meio em que vivem, pois a energia sonora propaga-se até cinco vezes mais rapidamente no ambiente aquático do que no ar (BERTA *et al.*, 2006; NOWACEK *et al.*, 2007). Os pertencentes à família Delphinidae, tem ampla capacidade de emitir e receber sinais acústicos e se utilizam dessa ferramenta para se localizar no ambiente, detectar presas e desenvolver atividades sociais. As emissões sonoras são classificadas em duas categorias, os sons pulsados e os tonais (RICHARDSON *et al.*, 1995). Os sons pulsados, chamados de “clicks” ou estalidos, são pulsos de banda larga produzidos em sequência e utilizados na ecolocalização com função de navegação e forrageamento. Os assobios, utilizados em atividades sociais e reconhecimento individual, são os sons contínuos e muitas vezes mais frequentes em taxas de emissão (HERMAN & TAVOLGA, 1980), pertencentes a uma restrita faixa de frequência sonora e que podem apresentar harmônicos em sua estrutura (BERTA *et al.*, 2006).

O som é caracterizado por sua energia, frequência sonora, comprimento de onda, amplitude e duração. Para mysticetos (cetáceos com cerdas bucais), a produção de som é em sua maioria de baixa frequência, na faixa de 10 a 1000 Hz, no entanto, para os odontocetos (cetáceos com dentes), incluindo os delfinídeos, a produção de som é de alta frequência, de 1 a 200 kHz (HILDEBRAND *et al.*, 2006). Além das diferenças acústicas entre as subordens, também há diferenças entre espécies e até mesmo intraespecíficas, as quais podem ser causadas por diversos elementos, tais como variações geográficas, condições ambientais (temperatura, salinidade, turbidez, profundidade), fatores genéticos, comportamentais e até mesmo culturais (AZEVEDO

& VAN SLUYS, 2005; ROSSI-SANTOS & PODOS, 2006; MAY-COLLADO & WARTZOK, 2008; JANIK, 2009).

Sotalia guianensis (VAN BÉNÉDEN, 1864) é um delfínídeo de pequeno porte, popularmente conhecido como boto-cinza e que ocorre em baías, estuários e águas costeiras (BOROBIA *et al.*, 1991). Esta espécie está distribuída desde Honduras, na América Central (DA SILVA & BEST, 1996) até o estado de Santa Catarina, sul do Brasil (SIMÕES-LOPES, 1988). Para *S. guianensis*, os estudos sonoros se iniciaram no Brasil em ambiente natural, na região de Cananéia (SP), os quais visaram descrever e caracterizar a emissão sonora da espécie em relação aos comportamentos de caça (MONTEIRO-FILHO, 1991; MONTEIRO-FILHO & MONTEIRO, 2001). Após, outros trabalhos com o foco nos assobios foram desenvolvidos para a espécie ao longo de sua área de distribuição (AZEVEDO & SIMÃO, 2002; ERBER & SIMÃO, 2004; PIVARI & ROSSO, 2005; AZEVEDO & VAN SLUYS, 2005; MAY-COLLADO & WARTZOK, 2009; ROSSI-SANTOS & PODOS, 2006; HOLZ, 2008; DECONTO & MONTEIRO-FILHO, 2013; MAY-COLLADO, 2013).

No estado do Paraná, grupos de boto-cinza são observados nas baías e estuários da região e registrados ao longo de todo o ano no Complexo Estuarino de Paranaguá (CEP), entretanto, sua distribuição na região é heterogênea, havendo áreas com maior frequência de uso (FILLA & MONTEIRO-FILHO, 2009; DOMIT, 2010).

No CEP há diversas Unidades de Conservação associadas às ilhas costeiras, sendo umas delas a Ilha das Peças, parte da área do Parque Nacional do Superagui, Unidade de Conservação (decreto Federal de nº 97.688 em 25 de abril de 1989) e de frente à Ilha do Mel, parte da Estação Ecológica da Ilha do Mel, Unidade de Conservação Estadual (decreto Estadual nº 5.454 em 21 de setembro de 1982). A área de entorno destas ilhas é utilizada por grupos de boto-cinza residentes e visitantes ao longo de todo o ano para a execução de atividades como alimentação, reprodução e cuidado dos infantes (ROSAS & MONTEIRO-FILHO, 2002; DOMIT, 2010). A região é habitada por populações tradicionais que tem a pesca artesanal como principal atividade econômica (CORRÊA *et al.*, 1987), as quais em sua maioria possuem embarcações de menor porte e de motores de centro. Além disso, esta região tem um intenso aporte turístico, caracterizado pelo tráfego de embarcações de motores com maiores potências e que se deslocam em altas velocidades (SASAKI, 2006). Atividades náuticas causam ruídos sonoros e intensificam a poluição acústica

na área, a qual junto ao risco eminente de colisões, contaminação química, degradação ambiental e as capturas acidentais, são impactos que afetam a conservação da espécie no litoral do Paraná (ROSAS, 2000; KEINERT, 2006; SASAKI, 2006; DOMIT *et al.*, 2009; GAUDARD, 2011; DOMICIANO, 2012). Neste contexto, os botos-cinza são considerados como “vulneráveis” quanto ao risco de extinção regional (Livro da Fauna Ameaçada no Estado do Paraná/IAP, 2014).

Áreas como o CEP, utilizadas pelos botos-cinza para atividades vitais como a alimentação, reprodução e desenvolvimento de filhotes, devem ser consideradas como prioritárias para a conservação. Ambientes costeiros são modificados por ações humanas e desenvolvimento urbano, as quais têm sido intensificadas nos últimos anos, sendo as espécies que utilizam estes ambientes afetadas de formas negativas. Atividades antrópicas como instalações portuárias e tráfego intenso de embarcações que podem causar colisão e molestamento dos animais, a falta de zoneamento e ordenamento das atividades de exploração dos recursos naturais, ou mesmo a degradação dos ecossistemas litorâneos, ressaltam a importância de estudos que visem a avaliação e o monitoramento contínuo dos padrões ecológicos das espécies marinhas e a forma de respostas destas às atividades antrópicas, para direcionamento de ações efetivas de manejo destas atividades (MOORE, 1999; DOMIT *et al.*, 2008).

Os estudos com bioacústica dos cetáceos contribuem com o conhecimento quanto à caracterização dos sons produzidos pelos animais, a relação destes com o comportamento, além de ser um método efetivo para avaliação do impacto da poluição sonora antrópica e direcionamento do manejo de atividades impactantes em prol da conservação das espécies e de seus habitats. Desta forma, e considerando que no litoral do Paraná há um crescimento desordenado das áreas urbanas e de atividades industriais e turísticas, além da intensificação e expansão portuária, avaliar a população local de botos-cinza quanto a seus parâmetros comportamentais e acústicos é importante e necessário como base para a análise dos impactos na forma de uso da área pela espécie e na integridade dos processos bioecológicos deste habitat.

2. OBJETIVOS

2.1. Objetivo geral:

Analisar o comportamento sonoro da população regional de botos-cinza na área de entorno de unidades de conservação no litoral paranaense, considerando: (i) as características sociais dos agrupamentos (comportamento e estrutura social dos grupos); (ii) as condições ambientais físicas naturais e sazonais (turbidez, salinidade, temperatura, período do dia, estado de maré) e; (iii) a atividade antrópica (presença de embarcações); como fatores que influenciam qualitativamente ou quantitativamente as emissões sonoras dos animais.

2.2. Objetivos específicos:

- Caracterizar as estruturas físicas das emissões sonoras de botos-cinza na região;
- Qualificar os tipos sonoros;
- Quantificar os sons categorizados;
- Avaliar a taxa de emissão de assobios sazonalmente; e
- Analisar se há influência de parâmetros sociais e ambientais, sendo esses naturais ou antrópicos, nas características físicas e nas taxas de emissão de assobios.

3. MATERIAL E MÉTODO

3.1. Área de estudo

O estudo foi desenvolvido na Desembocadura Norte do Complexo Estuarino de Paranaguá (CEP), sendo o ponto-fixo de amostragem localizado na região da Ilha das Peças, a qual está localizada ao norte no litoral do Paraná, faz parte do Parque Nacional do Superagui e está de frente à Ilha do Mel (Figura 1). O CEP é composto por dois eixos: o eixo leste-oeste, que abriga a Baía de Paranaguá e Baía de Antonina, com 56 km de extensão; e o eixo norte-sul, composto pela Baía das Laranjeiras e Baía de Guaraqueçaba, com 30 km de extensão. Há a presença de um estuário bem desenvolvido com uma área superficial aproximada de 612 km² que apresenta duas desembocaduras para o oceano Atlântico, a sul e a norte da Ilha do Mel (LAMOUR, 2007). Essas áreas de desembocaduras são compostas por extensas praias arenosas e costões rochosos (ANGULO, 1992), onde ocorrem os maiores valores de velocidades de correntes e maré, e onde são registradas as maiores profundidades, variando entre cinco e 20 metros (MARONE *et al.*, 1997). O CEP é classificado como estuário parcialmente misturado do tipo B, com heterogeneidades laterais em relação à salinidade (KNOPPERS *et al.*, 1987).

Na desembocadura Norte, onde está situada a Ilha das Peças, a composição do sedimento é de areias finas a grossas e praticamente não ocorrem sedimentos finos (LAMOUR, 2004). A maré é do tipo semidiurna (duas marés cheias e duas marés vazantes em cada dia) com amplitude máxima de 2 metros e mínima de 0,5 metros. A temperatura da água varia entre 20°C no inverno e 30° no verão (KNOPPERS *et al.*, 1987).

Os parâmetros físico-químicos como a temperatura da água e a salinidade são considerados os principais parâmetros que influenciam a distribuição e a dinâmica ecológica de peixes (CORRÊA *et al.*, 1987). A zona estuarina e costeira do estado do Paraná apresenta grande riqueza de ecossistemas conservados, sendo assim utilizada como uma importante área de abrigo e reprodução para diferentes espécies da fauna terrestre e marinha (LANA *et al.*, 2001).

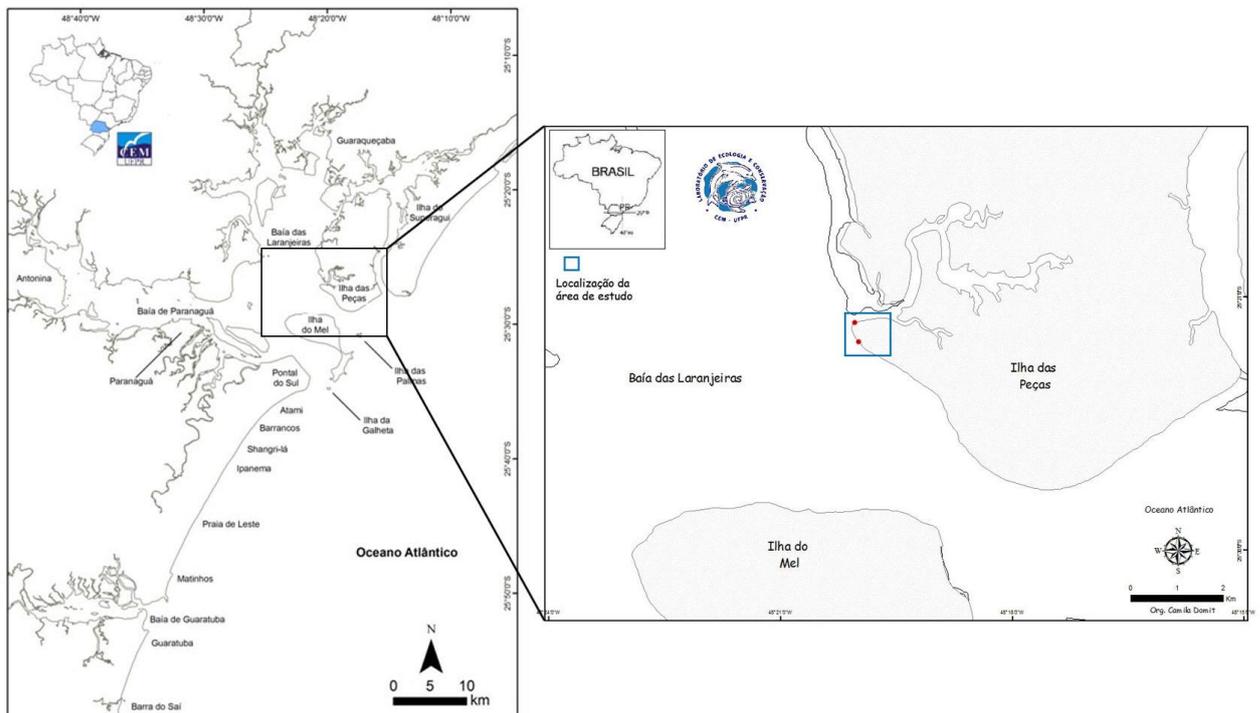


Figura 1. Desembocadura Norte e parcial da Baía das Laranjeiras, destacando a região de entorno da Ilha das Peças, local onde o estudo foi realizado no litoral do Paraná.

3.2. Amostragem

Entre janeiro de 2012 e março de 2013 foram realizadas as coletas em campo, tanto comportamental quanto as gravações acústicas, a partir de dois pontos-fixos pré-estabelecidos na zona praial na Ilha das Peças. O primeiro ponto ($25^{\circ}27'39''$ S e $48^{\circ}20'18''$ W) está localizado próximo ao trapiche da vila da comunidade local, com visão para a Baía das Laranjeiras e o canal do rio das Peças, e o segundo ponto ($25^{\circ}27'49''$ S e $48^{\circ}20'21''$ W) localizado na praia com visão para o canal da desembocadura Norte do Complexo Estuarino de Paranaguá (Figura 1).

Apesar da possibilidade de avistagens dos botos a longas distâncias, para as coletas foram registrados apenas os agrupamentos observados em um campo de visão de até 200 metros de distância da linha de praia, pois até esta distância é possível avaliar com precisão a estrutura do agrupamento, o comportamento e estimar a presença de embarcações. A cada agrupamento de botos-cinza avistado foram coletadas as informações de hora, local, tamanho do agrupamento, presença de infantes, atividade comportamental, presença de embarcações em atividade e estado

da maré. Para aquisição das informações quanto ao agrupamento, após uma varredura da área, foi escolhido o agrupamento que estava mais próximo do observador dentro do raio de 200 m de distância. As atividades comportamentais foram classificadas (cf. DOMIT, 2010) como alimentação (arrebanhamento, pesca aleatória, perseguição, rastreamento, mergulho, salto, batida de cauda, pesca cruzada e cercos em grupo) e deslocamento (sequência de movimento persistentes em uma direção, podendo ocorrer entre áreas distintas próximas).

Para a aquisição dos registros sonoros foi utilizado um hidrofone da *Cetacean Research Technology*, modelo C55 (resposta de frequência de 2 Hz a 96 kHz e sensibilidade máxima de -165 dB re: 1 V/ μ Pa), acoplado a um amplificador e um gravador digital Fostex FR2 (resposta de frequência de 5 Hz a 192 kHz, relação sinal-ruído de -165 dB), posicionado na água a aproximadamente um metro de profundidade.



Figura 2. Hidrofone modelo C55 e amplificador da *Cetacean Research Technology* e gravador digital Fostex FR2 utilizado e gravação de *S. guianensis* na Ilha das Peças.

As gravações foram registradas em arquivos de no máximo 3 minutos, com o intuito de evitar arquivos grandes e facilitar a análise. Com o auxílio de um fone de ouvido, foi possível acompanhar as emissões sonoras que eram gravadas.

Com relação ao agrupamento também foi registrado o número de embarcações em atividade na área e estimada a distância em relação ao agrupamento e a distância entre os botos e o hidrofone. A última distância foi

mensurada com o auxílio de um *rangefinder*, um estimador de distância por infravermelho, estabelecida a partir de pontos na água como bóias de sinalização ou embarcações ancoradas. Foram registrados os ruídos e as embarcações que estavam de passagem na área (o raio de amostragem destes ruídos pode ser superior a 1 km de distância do ponto-fixa de observação devido à capacidade de captação sonora do equipamento), as quais foram diferenciadas por motor turbinado (jet ski), motor de popa (iate, inflável, lancha, veleiro e voadeira) e motor de centro (baleeira, bateira e travessia) (c.f. KEINERT 2006).

3.3. Caracterização abiótica

O período do dia de cada coleta de dados foi separado em manhã, das 7h às 12h, e tarde, das 12h01 às 18h. As informações quanto às condições climáticas, como a intensidade do vento e a agitação do mar em escala *Beaufort*, foram tomadas a cada mudança dessas condições. Quando o estado de agitação do mar se encontrava acima de três (*Beaufort* 3), as amostragens eram suspensas devido à dificuldade de avistagem dos indivíduos e aos ruídos que são causados pelo vento na superfície da água e no cabo do hidrofone. O estado de maré também foi avaliado utilizando como base as informações da tábua de marés disponibilizadas pelo site do Centro de Pesquisas de Tempo e Estudos Climáticos (CPTEC), sendo considerados quatro estados de maré: enchente, cheia, vazante e seca. Para classificar maré cheia e seca foi utilizado o horário de estofa da tábua de maré, acrescida de 30 minutos anteriores e 30 minutos posteriores a esta. As informações sobre temperatura, turbidez e salinidade, foram coletadas ao longo do mesmo ano, mas não nas mesmas datas, sendo consideradas para a caracterização sazonal da área as médias mensais obtidas pela equipe do Projeto Biomar*. Para a análise sazonal, foram consideradas duas estações pluviométricas, pois entre todas as variáveis climáticas esta causa alterações na turbidez, salinidade e temperatura (variáveis físicas que podem influenciar a dissipação das ondas acústicas no meio). Sendo assim, dentro da estação seca foram considerados os meses de outubro a março e para a estação chuvosa, os meses de abril a setembro (c.f. JORGE, 2009).

3.4. Análise sonora

Os arquivos sonoros obtidos foram analisados de forma qualitativa e quantitativa a partir de sonogramas no *software* Raven Pro 64 1.5 (*Cornell Laboratory of Ornithology, New York*). A configuração dos sonogramas foi padronizada como FFT 512 e janela *Hamming*. Devido à complexidade de análise de todas as formas sonoras (principalmente de sons pulsados), apesar da identificação de todos os tipos de sons registrados, apenas as emissões de sons tonais (relacionados principalmente a relações sociais) observadas nos sonogramas foram classificadas e quantificadas, sendo esta, de acordo com suas estruturas físicas e estruturais.

Os assobios foram classificados em seis tipos, ascendente, descendente, regular, ascendente-descendente, descendente-ascendente e múltiplo (apresenta dois ou mais pontos de inflexão) e estes foram caracterizados e analisados quanto à frequência de ocorrência. Apenas os primeiros dois minutos de cada arquivo foram analisados, e foram contabilizados apenas assobios que possuíam o contorno inteiramente visível. Na tentativa de reduzir a chance de “sobre-representação” do assobio do mesmo indivíduo, o número máximo de assobios analisados por gravação foi definido como quatro vezes o número de indivíduos presentes no agrupamento (MAY-COLLADO & WARTZOK, 2008) ou, quando não havia assobios suficientes no tempo de gravação do grupo, eram analisados o número máximo possível.

Seguindo os padrões de parâmetros de assobios utilizados em outros estudos (ERBER & SIMÃO, 2004; AZEVEDO & VAN SLUYS, 2005; PIVARI & ROSSO 2005; HOLZ, 2008; MAY-COLLADO & WARTZOK, 2009), foram mensuradas a partir da frequência fundamental dos assobios: frequência inicial (kHz), frequência final (kHz), frequência mínima (kHz), frequência máxima (kHz), amplitude (MaxF – MinF), duração (segundos), pontos de inflexões, número de harmônicos e energia (dB). Ponto de inflexão é definido como uma mudança na inclinação do contorno do assobio, do positivo para o negativo ou vice-versa (PIVARI, 2004). Para as análises qualitativas, foram escolhidos assobios aleatoriamente, dando preferência para os que possuíam contornos mais nítidos e procurando abranger todos os tipos de assobios presentes. Sons que ficaram sobrepostos a ruídos de fundo ou possuíam baixa intensidade (energia dB) não foram analisados qualitativamente, pois a identificação das características físicas do som no espectrograma é dificultada.

3.5. Análise estatística dos dados

Os parâmetros da estatística descritiva (valor máximo, mínimo, média e desvio padrão) foram utilizados para caracterização da população de botos-cinza amostrada, tanto quanto ao tamanho do agrupamento (considerando a composição dos grupos) quanto para os resultados quantitativos dos sinais acústicos, e para as características físicas dos assobios (frequência inicial, frequência final, frequência mínima, frequência máxima, amplitude, duração e energia). As variáveis de frequência foram medidas em kHz e a duração em segundos. Ainda, a estatística descritiva também foi utilizada caracterizar o uso da área por embarcações.

Os dados obtidos (tamanho dos agrupamentos, número de infantes nos agrupamentos e número de assobios emitidos) foram avaliados quanto à normalidade e homocedasticidade utilizando para isso uma análise de Shapiro-Wilk e o teste de Levene. Para a comparação das variáveis independentes foi aplicado o teste não-paramétrico de Mann-Whitney (teste U) com nível de significância de $p < 0,05$. A taxa de emissão sonora por minuto foi calculada utilizando a fórmula: taxa de emissão = número de assobios/minuto analisado; e aplicado para análises comparativas quanto ao período do dia, estações pluviométricas, atividade comportamental, presença de infantes e de embarcações. Foram realizados testes de qui-quadrado (χ^2) para analisar a influência destas variáveis nas taxas de emissões sonoras registradas. A distribuição da quantidade de assobio com o número de indivíduos nos agrupamentos foi analisada utilizando regressão logística (ZAR, 1999).

4. RESULTADOS

4.1. Caracterização dos agrupamentos e atividades

Foram realizadas 21 expedições a campo entre janeiro de 2012 e março de 2013, totalizando 88 horas de esforço e 7 horas e 40 minutos de gravações. Neste período os sinais acústicos de 117 agrupamentos de boto-cinza foram gravados no entorno da Ilha das Peças, os quais somaram 635 botos (o que não reflete número de indivíduos, pois está incluso nesta soma possíveis recontagens). Entre 117 agrupamentos, 87,8% estavam realizando atividades de alimentação, enquanto apenas 12,82% estavam em deslocamento. O tamanho dos agrupamentos variou de um a 27 indivíduos ($5,42 \pm 3,55$), havendo diferença significativa no tamanho dos agrupamentos entre os períodos do dia, considerando manhã e tarde ($p=0,01$) e entre as estações pluviométricas, chuvosa e seca ($p=0,02$) (Tabela 1). Entretanto, não houve diferença no tamanho dos agrupamentos durante a execução das diferentes atividades comportamentais ($p=0,20$). Dentre os agrupamentos, 67,52% ($n=79$) tinham infantes na sua composição, os quais variaram de um a seis indivíduos ($1,23 \pm 1,19$). Houve relação do tamanho dos agrupamentos quanto à presença de infantes ($p<0,001$), sendo estes maiores quando infantes estavam presentes (Tabela 1).

Tabela 1. Tamanho médio dos grupos de *S. guianensis* no entorno da Ilha das Peças, litoral do Paraná.

		Número de agrupamentos (n)	Média	Desvio Padrão	Mínimo	Máximo
Atividade comportamental	Alimentação	102	5,55	3,62	1	27
	Deslocamento	15	4,53	3,04	1	11
Composição do grupo*	Com infante	79	6,29	3,54	2	27
	Sem infante	38	3,63	2,87	1	15
Período do dia*	Manhã	60	5,83	2,92	1	15
	Tarde	57	5,00	4,10	1	27
Estação pluviométrica*	Seca	60	4,60	2,79	1	15
	Chuvosa	57	6,29	4,05	1	27

*diferença significativa

4.2. Caracterização física da área

Para as condições ambientais analisadas, turbidez, temperatura e salinidade, foram calculadas as médias considerando as duas estações pluviométricas: seca e chuvosa (Tabela 2). As médias não apresentaram diferenças significativas para turbidez ($p=0,83$), temperatura ($p=0,26$) e salinidade ($p=0,37$).

Tabela 2. Média das condições ambientais coletadas na Desembocadura Norte, litoral do Paraná, durante 2011 e 2013, considerando as estações pluviométricas.

Estação pluviométrica	Turbidez (m)	Temperatura (°C)	Salinidade (ppb)
Seca	2,06±1,15 (0,9 –3,2)	22±2,64 (20-25)	30,33±1,52 (29-32)
Chuvosa	1,86±1,10 (0,8-3)	25,5±3,9 (21-28)	30

Embarcações em atividades foram observadas na área durante 31.52% dos períodos de gravações, totalizando 43 embarcações em atividades, sendo 26 com motor de popa (lanchas e voadeiras), 15 com motor de centro (embarcações pesqueiras artesanais) e duas de motor turbinado (jet sky).

4.3. Caracterização acústica dos boto-cinza

Através da análise visual dos sonogramas foram contabilizados 14755 assobios dentro de 3h 9min de gravações (117gravações*2min). Para as taxas de assobios por minuto estes variaram de 0 a 924 assobios, sendo a taxa média de emissão sonora de 63,05 assobios/minuto. Além dos assobios, também foram observados outros tipos de sons emitidos pelo boto-cinza, tais como clicks de ecolocalização e gritos. Apesar destas demais categorias não terem sido analisadas nesse trabalho foi possível avaliar que em 91,45% ($n=107$) das gravações havia a presença de sons pulsados.

Quanto aos assobios, foram identificadas todas as categorias descritas na literatura: ascendente, descendente, ascendente-descendente, descendente-ascendente, constante e múltiplo (Figura 3). Harmônicos foram registrados em 13,22% ($n=1952$) dos assobios, variando de 1 a 9 ($1,55 \pm 0,87$).

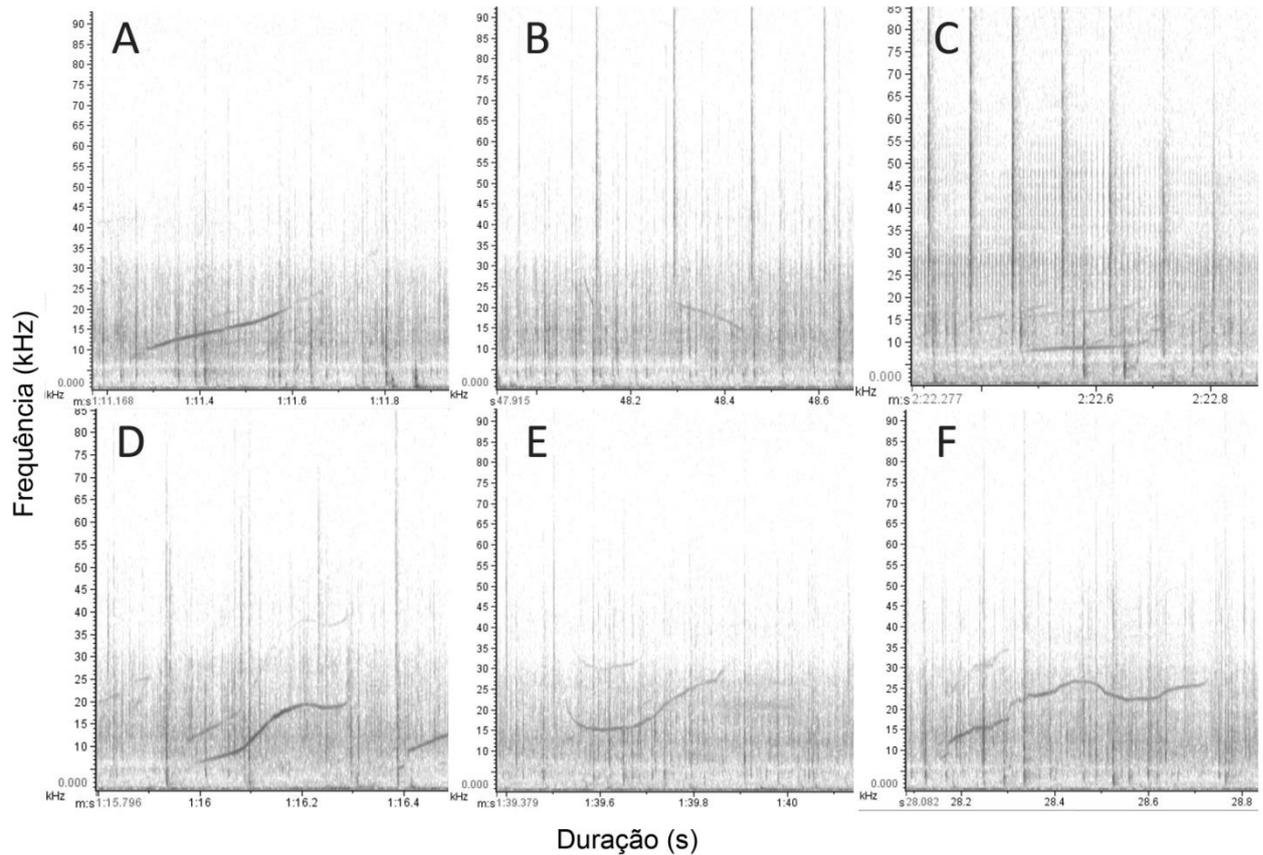


Figura 3. Sonogramas dos seis tipos de assobios de *S. guianensis* identificados no entorno da Ilha das Peças e Desembocadura Norte, litoral do Paraná: A) ascendente, B) descendente, C) constante, D) ascendente-descendente, E) descendente-ascendente, F) múltiplo.

A maioria dos assobios, 98,26%, esta nas categorias ascendente, descendente ou constante, os quais são os assobios que não possuem nenhum ponto de inflexão, sendo predominante o ascendente com 86,82% ($n=12811$). Os assobios múltiplos foram os de menor frequência (0,37%; $n=56$).

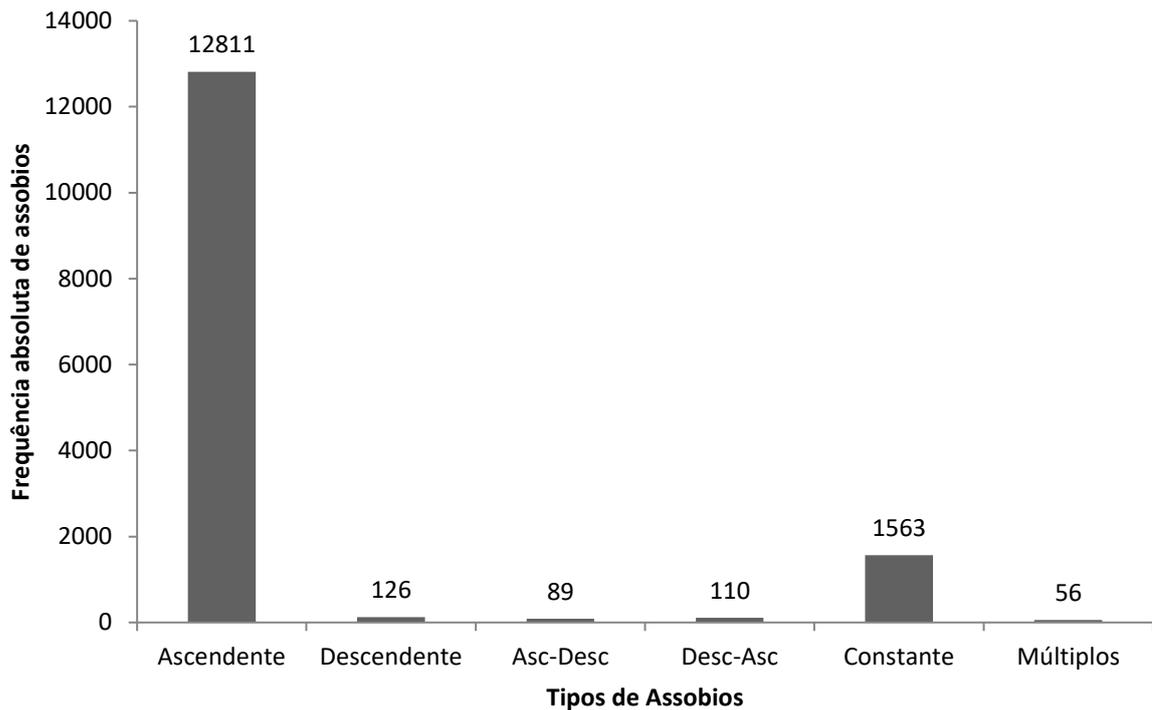


Figura 4. Frequência absoluta dos seis tipos de assobios emitidos por *S. guianensis* no entorno da Ilha das Peças e Desembocadura Norte, litoral do Paraná, durante as gravações realizadas entre 2012 e 2013.

Em relação às emissões sonoras durante as atividades comportamentais, a predominância dos tipos sonoros foi semelhante, sendo o ascendente mais frequentes tanto para alimentação (86,90%; n=803) quanto para deslocamento (84,48%; n=245). A maior taxa de emissão foi encontrada durante a atividade de alimentação, com 67,22 assobios/minuto, enquanto para a atividade de deslocamento a taxa foi 34,73 assobios/minuto, sendo esta diferença significativa ($p=0,001$).

Os assobios que predominaram em agrupamento onde infantes estavam presentes (n=79) foram os ascendentes (86,90%) seguidos pelos constantes (11,25%), o de menor frequência foi a categoria de assobios múltiplo (0,43%) e a taxa de emissão foi de 73,86 assobios/minuto. Quando não havia a presença de infantes no agrupamento (n=38) os assobios mais frequentes também foram os ascendentes (80,71%) seguidos pelos constantes (18,86%) e os menos frequentes foram os múltiplos (0,41%), porém a taxa de emissão foi de apenas 40,59 assobios/minuto. A diferença entre as taxas de assobios em grupos com ou sem infantes é significativa ($p=0,001$) (Tabela 3).

A quantidade de assobios, ponderada pelo esforço, foi significativamente diferente quanto à composição dos agrupamentos ($p=0,03$). Contudo, não foi verificada uma relação de causa e efeito entre o aumento do número de botos na área e o aumento no número total de assobios ($r^2= 0,003$; Figura 5).

Tabela 3. Taxa de emissão de assobios por *S. guianensis* em relação à composição dos agrupamentos registrados no entorno da Ilha das Peças, litoral do Paraná.

	Ascendente	Descendente	Ascendente- Descendente	Descendente- Ascendente	Constante	Múltiplo
Com infantes	63,95 (n=10105)	0,72 (n=114)	0,44 (n=70)	0,61 (n=97)	7,82 (n=1237)	0,29 (n=47)
Sem infantes	35,60 (n=2706)	0,15 (n=12)	0,25 (n=19)	0,17 (n=13)	4,28 (n=326)	0,11 (n=9)

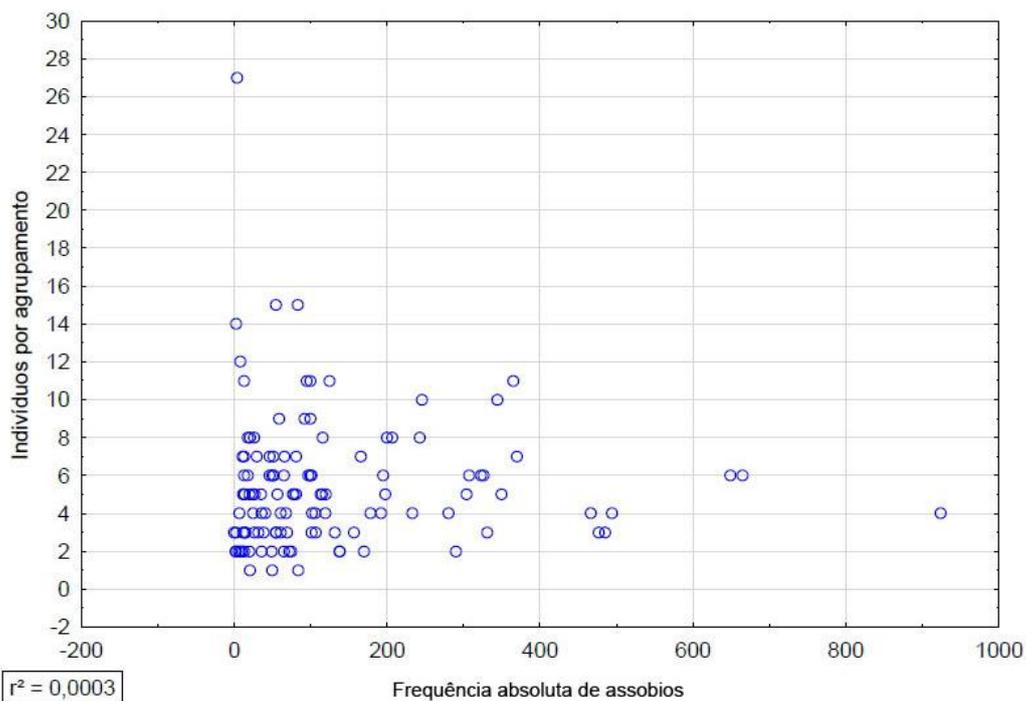


Figura 5. Regressão linear múltipla da frequência absoluta do total de assobios emitidos pelo número total de indivíduos de boto-cinza nos agrupamentos registrados no entorno da Ilha das Peças, litoral do Paraná.

4.4. Variações sazonais na emissão dos assobios e relação com variáveis físicas naturais e antrópicas

As taxas de assobios emitidos durante a manhã e tarde foram de 67,40 (n=8089) e 58,47 assobios/minuto (n=6666), respectivamente, e estas não foram significativamente diferentes ($p=0,42$). Na estação pluviométrica determinada como seca, a taxa de assobios foi de 81,99 (n=9839) e esta é significativamente maior do que a taxa de 43,12 assobios/minuto (n=4916) verificado para a estação chuvosa ($p=0,005$).

O tamanho dos agrupamentos variou de acordo com a presença de embarcações em movimento ($p=0,02$), sendo maior com embarcações de motor de popa, assim como foi verificado para a frequência absoluta de assobios com relação à presença de embarcações ($p=0,01$; Figura 6). A taxa de emissão sonora dos boto-cinza quanto às embarcações foi maior quando não havia a presença intensa de ruídos (mensurada neste estudo pela quantidade de embarcações em atividades na área), apresentando 80,67 assobios/minutos, enquanto quando havia a presença das embarcações essa taxa diminuiu para 32,73 assobios/minuto. As taxas de assobios emitidos pelos botos foram diferentes quanto à presença de embarcações em atividades ($p<0,001$).

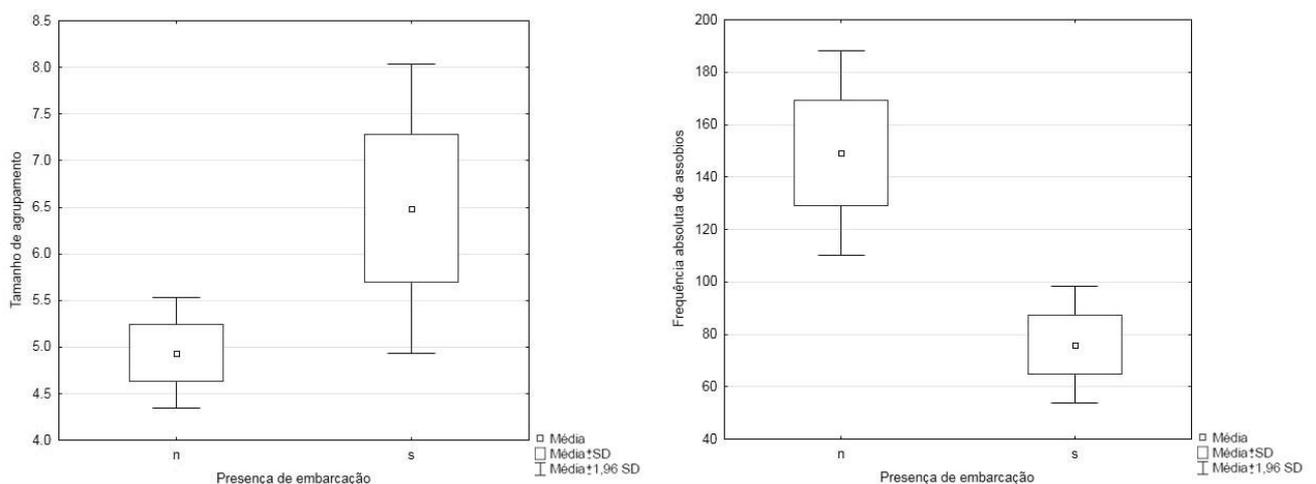


Figura 6. Tamanho dos agrupamentos de boto-cinza e frequência absoluta de assobios em relação à presença de embarcação no entorno da Ilha das Peças, litoral do Paraná.

4.5. Caracterização física e estrutural dos assobios

Entre os 14755 assobios contabilizados, 1395 foram analisados qualitativamente e estes ocuparam a faixa de frequência sonora entre 1,17 e 48,35 kHz, sendo ambos os valores pertencentes à classe ascendente. A média de amplitude de frequência foi de 13,12 kHz (± 7085), variando de 0,93 kHz (assobio constante) a 45,535 kHz (assobio ascendente). Os assobios que apresentaram os maiores valores médios de amplitude foi o tipo ascendente-descendente (15,46 kHz), seguido do ascendente (13,78 kHz) (Tabela 4).

A duração média dos assobios foi de 0,26 segundos ($\pm 0,1249$), variando entre 0,30 e 0,71 segundos. O valor mínimo de energia foi encontrado no tipo constante, com 75,5 dB, porém o maior valor foi observado no tipo ascendente, com 162,4 dB (126,09) (Tabela 4).

Tabela 4. Estatística descritiva dos parâmetros acústicos para cada tipo de assobio gravado de agrupamentos de *S. guianensis*, incluindo valor mínimo, máximo, média e desvio padrão, no entorno da Ilha das Peças, litoral do Paraná.

		Ascendente	Descendente	Ascendente- Descendente	Descendente- Ascendente	Constante	Múltiplos
Frequência inicial	Mín	1,173	12,133	1,671	13,440	2,594	4,788
	Máx	39,665	34,503	22,063	17,066	37,789	18,713
	Média	8,882	23,670	8,959	15,751	14,181	10,102
	SD	4374,169	8571,748	7166,417	1272,359	5961,235	7525,349
Frequência final	Mín	10,092	13,340	2,394	14,843	4,009	16,665
	Máx	48,352	26,992	26,054	2,226	38,963	26,977
	Média	22,666	20,054	15,823	18,295	16,548	21,809
	SD	6522,311	5461,122	6482,987	2715,163	5736,814	5156,141
Frequência mínima	Mín	1,173	13,340	1,671	5,911	2,594	4,788
	Máx	39,667	26,992	22,063	11,280	37,789	18,713
	Média	8,879	19,570	8,250	8,846	14,181	10,102
	SD	4374,218	5811,4956	6522,478	1798,1059	5961,2354	7525,3491
Frequência máxima	Mín	10,092	12,133	14,187	16,360	4,009	16,665
	Máx	48,352	34,503	34,842	22,226	38,963	26,977
	Média	22,654	24,154	23,856	18,737	16,548	21,809
	SD	6519,082	8055,4997	5649,1189	2173,1605	5736,8142	5156,141
Duração	Mín	0.03	0.039	0.15	0.234	0.047	0.303
	Máx	0.714	0.159	0.434	0.48	0.714	0.434
	Média	0.2661	0.0864	0.3032	0.3433	0.2191	0.382

(s)	SD	0.1253	0.0476	0.0929	0.105	0.1066	0.0695
Amplitude	Mín	3.031	3.390	5.731	5.745	0.938	8.263
	Máx	45.535	17.838	30.213	16.315	0.544	16.997
(kHz)	Média	13.784	8.720	15.463	9.826	2.366	11.706
	SD	6782.469	5469.583	7750.266	3913.711	870.0173	4651.157
Energia	Mín	80.4	79.3	87.6	90	75.5	98.6
	Max	162.4	124.7	141	135.6	141.6	148.6
(dB)	Media	126.4832	111.2	125.2077	126	121.0566	125.3333
	SD	15.3238	20.0963	17.273	16.0274	12.4079	25.2991

Para avaliação do padrão acústico registrado para os botos-cinza que ocorrem na região de entorno da Ilha das Peças foi elaborado um quadro de comparação com os parâmetros observados para a espécie em diversas outras regiões (Quadro1). Os resultados obtidos no presente estudo apresentam valores de frequência inicial média para os assobios dentro da amplitude média verificada em outras regiões, no entanto, a duração dos assobios está entre uma das menores já registradas.

Quadro1. Parâmetros descritivos quanto ao padrão dos assobios registrados em estudos realizados com populações de *S. guianensis* ao longo da costa brasileira e da América Central.

Estudo	Local	Número de Assobios analisados	Duração (mín-máx) (s)	Frequência inicial (mín-máx) (kHz)	Frequência final (mín-máx) (kHz)	Categorias	Tempo de gravação
Azevedo & Simão (2002)	RJ, Brasil	5086	0.01-0.85	0.9-17.9	0.5-18	6	687
Erber & Simão (2004)	RJ, Brasil	3350	0.009-2.28	1.17-17.5	3.20-16.83	124	175
Pivari & Rosso (2005)	SP, Brasil	1294	0.03-0.62	1.0-16.00	2.0-17.90	4	1020
Azevedo & van Sluys (2005)	RJ, Brasil	696	0.04-1.06	1.34-21.93	9.23-23.75	6	-
Kulevicz (2005)	SC, Brasil	632	0.007-1.83	0.73-18.94	0.048-18.99	9	270
Holz (2008)*	SC, Brasil	1188	0.009-1.89	2.1-46.8	2.4-52.9	12	210
May-Collado & Wartzock (2009)*	Costa Rica	405	0.01-1.03	1.13-47.36	1.52-47.36	-	-
Deconto & Monteiro-Filho (2013)*	PR e SP, Brasil	3630	0.01-2.61	1.89-45.37	3.99-46.85	7	156
Este estudo (2014)*	PR, Brasil	1395	0.03-0.71	1.17-39.66	2.39-48.35	6	234

* Estudos que utilizaram equipamentos com a mesma capacidade sonora (60 kHz).

5. DISCUSSÃO

Os agrupamentos de boto-cinza foram observados utilizando o entorno da Ilha das Peças e região do Parque Nacional do Superagui e Estação Ecológica da Ilha do Mel ao longo de todos os meses amostrados e incluindo todo o período do dia (manhã e tarde). Foram observados animais realizando duas atividades comportamentais, o deslocamento e a alimentação, sendo a última registrada como atividade principal de mais de 80% dos agrupamentos. A predominância deste comportamento executado pelos botos-cinza na região vem sendo registrada por estudos realizados na área desde 1997 (BONIN, 1997; FILLA, 2004; DOMIT, 2006; MOURA, 2014) e indica o local como de grande importância ecológica para atividades vitais da espécie. Nesta área os botos-cinza são avistados realizando diversas estratégias de alimentação, utilizando as áreas próximas das margens, o fluxo das marés e a desembocadura dos rios (DOMIT, 2010). A zona praiada da Ilha das Peças apresenta declividade abrupta que se liga a um canal profundo, com variações no perfil de salinidade, pois recebe contribuição de água oceânica e oriundas da desembocadura do rio das Peças e de todo o Complexo Estuarino de Paranaguá, desta forma a área deve agregar peixes em diferentes áreas e ao longo de todo o dia e ainda facilitar a captura das presas pelos botos (DOMIT, 2006; MONTEIRO-FILHO, 2008).

A companhia de infantes influencia tanto nos comportamentos quanto nas estratégias comportamentais desenvolvidas pelos indivíduos, pois além de buscar o alimento, os adultos precisam proteger os filhotes (MONTEIRO-FILHO *et al.*, 2008; DOMIT, 2010; TARDIN *et al.*, 2013). Na área analisada, os agrupamentos registrados apresentaram alta frequência quanto à presença de infantes, destacando assim a importância da região como área protegida, com disponibilidade de recursos alimentares para os botos e importância para cuidado e desenvolvimento dos infantes (FILLA, 2004; DOMIT, 2010).

O repertório dos cetáceos é bem complexo e pode ser dividido em diversas categorias, podendo os sons emitidos serem contínuos ou conterem quebras (RICHARDSON *et al.*, 1995). No repertório do boto-cinza do Paraná foram encontrados sons pulsados e tonais, porém o tipo sonoro registrado com maior

frequência foi o assobio, o qual apresenta variações, contornos contínuos e pontos de inflexões. Atingindo mais de 85% da amostragem, o tipo de assobio mais frequente emitido pelo boto-cinza foi o ascendente. Outros estudos também verificaram uma grande porcentagem de assobios ascendentes presentes no repertório sonoro de delfínídeos em diversos contextos (BAZÚA-DURÁN & AU, 2002; ERBER & SIMÃO, 2004; ANSMANN *et al.*, 2007; HOLZ, 2008; DECONTO & MONTEIRO-FILHO, 2013; ROMERO-MUJALLI *et al.*, 2014). Os assobios ascendentes já foram sugeridos como o contorno primário utilizado para a identificação individual nos assobios assinaturas (MCCOWAN & REISS, 2001) e também são descritos como predominantes na emissão sonora de infantes (HARLEY, 2008). A região de entorno da Ilha das Peças é identificada como a de maior densidade populacional de botos-cinza ao longo do CEP (FILLA & MONTEIRO-FILHO, 2009) e, caso esta espécie emita assobios assinaturas, é possível que a alta frequência deste tipo de assobio na região seja consequência desta densidade.

O tipo de assobio não apresentou diferença conforme a atividade comportamental, porém, a taxa de emissão sonora foi quase duas vezes maior quando os animais estavam se alimentando do que quando em deslocamento. Variações nos tipos de assobios e na taxa de emissão já foram observadas anteriormente e associadas com a atividade comportamental, podendo a alta taxa de emissão registrada se dar devido ao recrutamento de novos indivíduos para as estratégias de pesca ou relacionada à comunicação entre mães e filhotes (ACEVEDO-GUTIÉRREZ & STIENESSE, 2004; PIVARI & ROSSO, 2005), o que ressalta a importância do uso da comunicação sonora na manutenção de atividades vitais como a alimentação e interações sociais.

As taxas de assobio também variaram quanto à composição dos agrupamentos e a comunicação foi mais intensa quando filhotes estavam presentes. Comportamentos de cuidado parental como escolta, revezamento e creche são registrados para a região (DOMIT, 2010) e durante estes comportamentos a necessidade de comunicação entre os indivíduos também aumenta (MONTEIRO-FILHO, 2008).

A diversidade encontrada nos parâmetros dos assobios já foi sugerida também estar associada às diferentes condições ambientais, como a temperatura, salinidade

e turbidez, sendo essa variação ocasionada pela propagação sonora em ambientes diferentes (RENDELL *et al.* 1999; ROSSI-SANTOS & PODOS, 2006; DECONTO & MONTEIRO-FILHO, 2013). Esta variação foi descrita para *Stenella frontalis* que ocorrem em áreas costeiras e oceânicas do Atlântico Norte, onde foram indicados a profundidade, a temperatura e os níveis de ruídos do meio como os responsáveis pela alteração da propagação sonora (BARON *et al.*, 2008). Algumas populações podem adaptar seu comportamento acústico ao seu habitat e esta condição foi registrada para *Tursiops aduncus*, os quais emitem sons de frequências inferiores em áreas com ruído ambiente elevado (MORIKSAKA *et al.*, 2005). Além deste, outros estudos reportaram assobios de frequências superiores em áreas com maior presença de ruído (LESAGE *et al.*, 1999, RENDELL *et al.*, 1999).

Os parâmetros ambientais analisados nesse estudo, entre 2012 e 2013, não apresentaram diferença quanto aos valores de salinidade, temperatura e turbidez da água, podendo as características físicas do ambiente serem consideradas semelhantes para uma análise de macroescala durante este período. A característica homogênea do habitat verificada sugere que, para este período e área, outras variáveis podem influenciar de maneira direta o comportamento acústico dos botos-cinza, tais como variações biológicas (comportamento, estrutura e composição de grupo) geográficas ou mesmo as antrópicas (presença de embarcações e ruídos subaquáticos).

Considerando as variações geográficas, a qual pode incorporar a diversidade genética e o processo de adaptação dos animais às condições físicas de cada área, a comparação entre parâmetros físicos e estruturais dos assobios evidencia diferenças nestes parâmetros ao longo da distribuição da espécie. A duração encontrada no presente estudo é semelhante com os registrados para os botos-cinza na região de Cananéia, sul de São Paulo (PIVARI & ROSSO, 2005), a qual apresenta condições físico-químicas estuarinas semelhantes. A faixa de frequência registrada também está próxima ao observado para os botos gravados na região da Baía de Guaraqueçaba (PR), na Baía da Babitonga (SC) e aos registrados para a região da Costa Rica (HOLZ, 2008; DECONTO & MONTEIRO-FILHO, 2013; MAY-COLLADO & WARTZOK, 2009), sendo todas estas baías protegidas, margeadas por manguezais, canais naturais com grandes profundidades e intensa utilização por embarcações de lazer. Essa diferença entre áreas de estudo já foi levantada para explicar a variação

dos assobios de *S. guianensis*, uma vez que as regiões mais ao sul no Brasil possuem baías protegidas e as regiões mais ao norte apresentam áreas costeiras abertas (ROSSI-SANTOS & PODOS, 2006). Assim como para as populações de *Stenella frontalis* de áreas costeiras e oceânicas do Atlântico Norte, onde os assobios diferiram quanto às frequências, durações e inflexões (BARON *et al.*, 2008).

No entanto, algumas variações podem estar relacionadas ao equipamento, método de coleta sonora ou mesmo aos parâmetros escolhidos para análise acústica. Um bom exemplo se refere ao número de categorias dos assobios, o qual apresentou grande variação entre estudos ao longo da distribuição da espécie, pois alguns autores consideram como pontos de inflexão qualquer modulação de frequência presente no assobio (ERBER & SIMÃO, 2004). Entretanto, nesse estudo, assim como em outros mais recentes (DECONTO & MONTEIRO-FILHO, 2013), foi considerado como ponto de inflexão apenas quando a inclinação do assobio muda do positivo para o negativo, ou vice-versa, por isso os resultados evidenciam menor número de inflexões e maior semelhança com outros estudos recentes.

Ainda, durante muitos anos os assobios de *S. guianensis* foram descritos até a faixa de 23.7 kHz (AZEVEDO & VAN SLUYS, 2005), porém, trabalhos mais recentes veem reportando altas frequências sonoras nos assobios de boto-cinza, chegando até 52.9 kHz na Baía da Babitonga (SC) (HOLZ, 2008). A variação deste parâmetro também pode estar relacionada à diferença da faixa de resposta de frequência do hidrofone e do gravador utilizado, pois as taxas de amostragem de gravação variaram entre as regiões. Dessa maneira, gravações que utilizaram equipamentos com capacidade sonora inferiores não tiveram oportunidade de obtenção dos dados de alta frequência. No entanto, o estudo realizado em Guaraqueçaba (PR) utilizando de subamostragens com frequências de 18 a 24 kHz, demonstrou que os assobios registrados no litoral sul de São Paulo e norte do Paraná continuaram sendo superiores aos de outras regiões do Brasil, o que reforça a hipótese de que não há uma variação latitudinal nos assobios de *S. guianensis* (DECONTO & MONTEIRO-FILHO, 2013).

Quanto à interferência de ruído, a taxa de emissão sonora dos botos-cinza no entorno da Ilha das Peças variou de acordo com a presença de embarcações, reduzindo cerca de 40% a emissão de assobios quando havia embarcações em

movimento na região. Estudos com *T. truncatus* também indicaram variações nos assobios em ambientes que possuíam ruído sonoro intenso (MORISAKA *et al.*, 2005; MAY-COLLADO & WARTZOK, 2008). Os ruídos produzidos por embarcações vêm se tornando a principal fonte de emissão sonora antrópica nas regiões costeiras, causando efeitos negativos sobre o meio ambiente (TYACK, 2008), e afetando toda a coluna de água (BITTENCOURT *et al.*, 2014). Outra consequência desses ruídos é o mascaramento dos sinais emitidos pelos animais, diminuindo a capacidade dos indivíduos de detectar sons relevantes (LESAGE *et al.*, 1999; RENDELL *et al.*, 1999; HILDEBRAND, 2004).

S. guianensis pode alterar tanto a forma de utilizar o ambiente quanto a área de uso na presença de embarcações, dependendo do tipo de motor, da velocidade e da distância entre eles (FILLA, 2008; GAUDARD, 2008; 2011). Neste trabalho foi possível notar que além do comportamento e do uso da área, o boto-cinza também pode alterar a sua comunicação, reduzindo a taxa de emissão de assobios frente a embarcações. As embarcações de lazer que possuem motor de popa, como lanchas e voadeiras, foram as que causaram maior modificação nos tamanhos dos agrupamentos de botos na região, descrito como interferência negativa (GAUDARD, 2011). No entanto, apesar de haver interferências devido ao tráfego de embarcações, a espécie é registrada em locais onde são afetadas por impactos antrópicos, tais como a Baía da Babitonga (SC) (CREMER *et al.*, 2009), Baía da Guanabara (RJ) (AZEVEDO *et al.*, 2007) e algumas áreas do CEP (KEINERT, 2006; SASAKI, 2006; GAUDARD, 2008), o que indica que o boto-cinza pode apresentar um nível de tolerância à perturbação antrópica (GAUDARD, 2011). A permanência desses animais em regiões afetadas por impactos antrópicos podem não apenas resultar na alteração das atividades comportamentais, como também causar alterações biológicas em médio e longo prazo e refletir na saúde dos organismos (RICHARDSON *et al.*, 1995; DOMICIANO *et al.*, *no prelo*).

Considerando todos os resultados obtidos, é evidente que para o litoral do Paraná é necessário o desenvolvimento de estudos que propõem o manejo e ordenamentos dessas atividades, principalmente por ser esta área de entorno de duas Unidades de Conservação. O monitoramento dos botos-cinza deve ser realizado de forma contínua, analisando tanto os parâmetros comportamentais de superfície e acústico dos golfinhos quanto as atividades náuticas, e desta forma avaliar os

potenciais impactos e determinar ações de ordenamento que possam minimizar as interações prejudiciais e contribuir com a conservação da espécie (LEMON *et al.*, 2006). É importante destacar que a caracterização sonora dos botos-cinza e a avaliação das variáveis de influência são ações prioritárias estabelecidas pelo Ministério do Meio Ambiente para a conservação da espécie (PAN/ICMBIO, 2011).

CONCLUSÃO

S. guianensis está presente na região do entorno da Ilha das Peças, Paraná, ao longo do ano todo;

Grupos com infantes utilizam a região para deslocamento, alimentação e cuidado da prole durante todo o período do dia;

O principal meio de comunicação da espécie é através da acústica, emitindo sinais tonais e pulsados, sendo os assobios o tipo sonoro mais frequente emitido pela espécie no Paraná;

O repertório sonoro do boto-cinza predominam os assobios ascendentes, assim como encontrado para populações de outras regiões;

A taxa de emissão dos assobios quando os botos-cinza estão realizando atividade de alimentação chega a ser duas vezes maior do que quando em atividade de deslocamento, seja devido ao recrutamento de outros indivíduos, ou por comunicação entre mães e filhotes;

A taxa de emissão também mostrou diferença significativa quando havia presença de embarcações, reduzindo até 40% sua emissão sonora;

A diversidade de emissão sonora foi sugerida estar relacionada às condições ambientais para outras espécies, tais como profundidade, temperatura e turbidez da água, porém, nesse estudo as condições ambientais não apresentaram diferenças significativas, sugerindo as variações biológicas (atividade comportamental e composição do agrupamento) e antrópicas (presença de embarcações) como variáveis de maior influencia nas diferenças observadas no Paraná;

Na região da Ilha das Peças, apesar de ser parte da zona de amortecimento de Unidades de Conservação e ser intensamente utilizada por boto-cinza, foram evidenciados efeitos negativos das atividades antrópicas sobre a espécie. Nesse contexto, o trabalho destaca a importância do zoneamento desta área, de forma a ordenar as atividades e garantir a manutenção das atividades vitais e o uso desta região pelo boto-cinza, espécie sentinela do ambiente e considerada como vulnerável quanto ao risco de extinção.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- ACEVEDO-GUTIÉRREZ, A. & STIENESSEN, S. C. Bottlenose dolphins (*Tursiops truncatus*) increase number of whistles when feeding. *Aquatic Mammals*. 2004.
- ANGULO R. J. Geologia da planície costeira do Estado do Paraná. Tese de Doutorado. Instituto de Geociências, Universidade de São Paulo. 1992.
- ANSMANN, I. C.; GOOLD, J. C.; EVANS, P. G. H.; SIMMONDS, M.; KEITH, S. G. Variation in the whistle characteristics of short-beaked common dolphins, *Delphinus delphis*, at two locations around the British Isles. *Journal of the Acoustic Society of America*. 2007.
- AZEVEDO, A.F.; SIMÃO, S.M. Whistles produced by marine Tucuxi Dolphins (*Sotalia fluviatilis*) in Guanabara Bay, southeastern Brazil. *Aquatic Mammals*. 2002.
- AZEVEDO, A. F.; VAN SLUYS, M. Whistles of the tucuxi dolphin (*Sotalia fluviatilis*) in Brazil: comparisons among populations. *Journal of the Acoustic Society of America*. 2005.
- AZEVEDO, A. F.; VIANA, S. C.; OLIVEIRA, A. M.; VAN SLUYS, M. Habitat use by marine tucuxis (*Sotalia guianensis*) (Cetacea: Delphinidae) in Guanabara bay, Southeastern Brazil. *Journal of Marine Biological Association*. 2007.
- BARON, S. C.; MARTINEZ, A.; GARRISON, L. P.; KEITH, E. O. Differences in acoustic signals from delphinids in the western North Atlantic and northern Gulf of Mexico; *Marine Mammal Science*. 2008.
- BAZÚA-DURÁN, C.; AU, W. W. Hawaiian spinner dolphin whistles. *Journal of the Acoustical Society of America*. 2002.
- BITTENCOURT, L.; CARVALHO, R. R.; LAILSON-BRITO, J.; AZEVEDO, A. F. Underwater noise pollution in a coastal tropical environment. *Marine Pollution Bulletin*; 2014.
- BERTA, A.; SUMICH, J. L.; KOVACS, K. M. *Marine Mammals*. Evolutionary Biology. 2ª ed. 2006.

- BONIN, C. A. Estimativa de densidade populacional do golfinho *Sotalia fluviatilis guianensis* (Cetacea, Delphinidae), na baía de Guaraqueçaba, litoral do Estado do Paraná. Monografia de graduação. Universidade Federal do Paraná. 1997.
- BOROBIA, M.; SICILIANO, S.; LODI, L.; HOEK, W. Distribution of the South American dolphin *Sotalia fluviatilis*. Canadian Journal of Zoology. 1991.
- CORRÊA, M. F. M.; ABSHER, T. M.; BARLETTA, M.; DUTKA-GIANELLI, J. A. R.; BONATI, G. M. G. Produtividade Pesqueira para a região da APA de Guaraqueçaba, PR, BR. IPARDES/IBAMA. 1987.
- 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). Revista Brasileira de Zociências. 2009.
- DA SILVA, V. M. F.; BEST, R. C. Mammalian species: *Sotalia fluviatilis*. The American Society of Mammalogists. Mammalian Species. 1996.
- 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 the Acoustical Society of America. 2013.
- DOMICIANO, I. G., BRACARENSE, A. P. F. L., DOMIT, C., MARCONDES, M. C. C. Enfermidades e impactos antrópicos em cetáceos no Brasil. Clínica Veterinária São Paulo, 2012.
- DOMIT, C. Comportamento de pesca do boto-cinza, *Sotalia guianensis* (van Bénédén 1864). Dissertação de Mestrado. Universidade Federal do Paraná. 2006.
- DOMIT, C.; SASAKI, G. P.; LOPEZ, E. B.; ROSA, L.; GUEBERT, F. M.; MONTEIRO-FILHO, E. L. A. Monitoramento de mamíferos e tartarugas marinhas no litoral do Estado do Paraná: Integração para a conservação costeira. XXVIII Congresso Brasileiro de Zoologia. 2008.
- DOMIT, C. Ecologia comportamental do boto-cinza, *Sotalia guianensis* (van Bénédén, 1864), no Complexo Estuarino de Paranaguá, estado do Paraná, Brasil. Tese de Doutorado. Universidade Federal do Paraná. 2010.

ERBER, C.; SIMÃO, S. M. Analysis of whistles produced by the Tucuxi Dolphin *Sotalia fluviatilis* from Sepetiba Bay, Brazil. *Anais da Academia Brasileira de Ciências*. 2004

FILLA, G. F. Estimativa da densidade populacional e estrutura de agrupamento do boto-cinza, *Sotalia guianensis* (CETACEA: DELPHINIDAE), na Baía de Guaratuba e na porção norte do Complexo Estuarino da Baía de Paranaguá, PR. Dissertação de Mestrado em Zoologia. Universidade Federal do Paraná. 2004.

FILLA, G. F. Monitoramento das interações entre o boto-cinza, *Sotalia guianensis* (van Bénédén, 1864), e atividades de turismo no Complexo Estuarino-Lagunar de Cananéia, litoral sul do Estado de São Paulo. Tese de doutorado. Universidade Federal do Paraná. 2008.

FILLA, G. F.; MONTEIRO-FILHO, E. L. A. Group structure of *Sotalia guianensis* in the bays on the coast of Parana State, south of Brazil. *Journal of the Marine Biological*. 2009.

GAUDARD, A. Ecologia comportamental das interações entre infantes de boto-cinza, *Sotalia guianensis* (vân Bénédén, 1864) e embarcações no litoral paranaense. Monografia de graduação. Universidade Federal de Uberlândia. 2008.

GAUDARD, A. Ecologia comportamental de interações entre boto-cinza, *Sotalia guianensis* (van Béneden, 1864) (Cetacea: Delphinidae), e embarcações no litoral Paranaense. Dissertação de mestrado. Universidade Federal de Uberlândia. 2011.

HARLEY, H. E. Whistle discrimination and categorization by the Atlantic bottlenose dolphin (*Tursiops truncatus*): A review of the signature whistle framework and a perceptual test. *Behavioural Processes*. 2008.

HERMAN, L. M.; TAVOLGA, W. N. The communication system of Cetaceans. *Cetacean Behavior: Mechanisms and Functions*. 1980.

HILDEBRAND, J. Impacts of anthropogenic sound on cetaceans. *International Whaling Commission*. 2004.

HOLZ, A.C., Caracterização de assobios de *Sotalia guianensis* (Cetacea: Delphinidae). Monografia, Bacharelado em Ciências Biológicas. Universidade de Joinville. 2008.

IBAMA - Mamíferos aquáticos do Brasil: plano de ação, versão II. 2a Ed. Brasília: Ibama. 2001.

JANIK, V. M. Acoustic Communication in Delphinids. Advances in the Study of Behavior. 2009.

JORGE, F. V. Fachada Atlântica do Brasil: dinâmica e tendências climáticas regionais no contexto das mudanças globais. Dissertação de mestrado, Universidade Federal do Paraná. 2009.

KEINERT, A. C. Análise dos ruídos produzidos por embarcações sobre uma população de boto-cinza, *Sotalia guianensis* (Cetacea: Delphinidae), no Estado do Paraná. Monografia. Universidade Federal do Paraná, 2006.

KNOPPERS, B.; BRANDINI, F. P.; THAMM, C, A. Ecological studies in the Bay of Paranaguá. II Some of physical and chemical characteristics. 1987.

KULEVICZ, T. L. Caracterização de assobios de *Sotalia guianensis* (Cetacea: Delphinidae) na Baía da Babitonga em São Francisco do Sul – SC. Trabalho de conclusão de curso. Universidade da Região de Joinville. 2005.

LAMOUR, M. R.; SOARES, A. R.; CARRILHO, J. C. Mapas de parâmetros texturais de sedimentos de fundo do Complexo Estuarino de Paranaguá, PR. Boletim Paranaense de Geociências. 2004.

LAMOUR, M. R. Morfodinâmica sedimentar da desembocadura do complexo estuarino de Paranaguá – PR. Tese de Doutorado. Universidade Federal do Paraná. 2007.

LANA, P. C.; MARONE, E.; LOPES, R. M.; MACHADO, E. C. The subtropical estuarine complex of Paranaguá Bay, Brazil. Coastal Marine Ecosystem of Latin America. 2001.

LEMON, M.; LYNCH, T. P.; CATO, D. H.; HARCOURT, R. G. Response of travelling bottlenose dolphins (*Tursiops aduncus*) to experimental approaches by a powerboat in Jervis Bay, New South Wales, Australia. *Biological Conservation*. 2006.

LESAGE, V.; BARRETTE, C.; KINGSLEY, M. C. S.; SJARE, B. The effect of vessel noise on the vocal behavior of belugas in the St. Lawrence River Estuary, Canada. *Marine Mammal Science*. 1999.

MARONE, E.; MANTOVANELLI, A.; NOERNBERG, M. A.; KLINGENFUSS, M. S.; LAUTERT, L. F. C.; PRATA JUNIOR, V. P. Caracterização física do complexo estuarino da Baía de Paranaguá. Relatório consolidado do convênio APPA/CEM. 1997.

MAY-COLLADO, L. J.; WARTZOCK, D. A comparison of bottlenose dolphin whistle in the Atlantic Ocean: Factors promoting whistle variation. *Journal of Mammalogy*. 2008

MAY-COLLADO, L. J.; WARTZOCK, 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*. 2009

MAY-COLLADO, L. J. Guyana dolphins (*Sotalia guianensis*) from Costa Rica emit whistles that vary with surface behaviors. *Journal of the Acoustical Society of America*. 2013

MCCOWAN, B.; REISS, D. The fallacy of 'signature whistles' in bottlenose dolphins: a comparative perspective of 'signature information' in animal vocalizations. *Animal Behaviour*. 2001.

MONTEIRO-FILHO, E. L. A. Comportamento de caça e repertório sonoro do golfinho *Sotalia brasiliensis* (Cetacea: Delphinidae) na região de Cananéia, Estado de São Paulo. Tese de Doutorado. Universidade Estadual de Campinas. 1991.

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*. 2001.

MONTEIRO-FILHO, E. L. A. Comportamento de Pesca. Biologia, Ecologia e Conservação do Boto-cinza. Instituto de Pesquisas Cananéia. 2008.

MOORE, P. G., Fisheries exploitation and marine habitat conservation: a strategy for rational coexistence. Aquatic Conservation. 1999.

MOORE, S. E. Marine mammals as ecosystem sentinels. Journal of Mammalogy. 2008.

MORISAKA, T.; SHINOHARA, M.; NAKAHARA, F.; AKAMATSU, T. Effects of ambient noise on the whistles of Indo-Pacific bottlenose dolphin populations. Journal of Mammalogy. 2005.

MOURA, S. P. G. Quem? Quando? Onde? Padrão de residência e fidelidade do boto-cinza (*Sotalia guianensis*) no entorno de unidades de conservação no litoral do Paraná, Brasil. Monografia de Especialização em Conservação. Pontifícia Universidade Católica do Paraná. 2014.

NOWACEK, D. P.; THORNE, L. H.; JOHNSTON, D. W.; TTACK, P. L. Responses of cetaceans to anthropogenic noise. Mammal Society, Mammal Review, 2007.

PIVARI, D.; ROSSO, S. Whistles of small groups of *Sotalia fluviatilis* during foraging behavior in southeastern Brazil. Journal of the Acoustic Society of America. 2005.

RENDELL, L. E.; MATTHEWS, J. N.; GILL, A.; GORDON, J. C. D.; MACDONALD, D. W. Quantitative analysis of tonal calls from five odontocete species, examining interspecific and intraspecific variation. Journal of Zoology. 1999.

RICHARDSOJ, W. J.; GREENE JR., C. R.; MALME, C. I.; THOMSON, D. H. Marine mammals and noise. Academic Press, 1995.

ROMERO-MUJALLI, D.; TÁRANO, Z.; COBARRUBIA, S.; BARRETO, G. Caracterización de silbidos de *Tursiops truncatus* (Cetacea: Delphinidae) y su asociación con el comportamiento en superficie. Revista Argentina de Ciencias del Comportamiento. 2014.

ROSAS, F.C.W. Interações com a pesca, mortalidade, idade, reprodução e crescimento de *Sotalia guianensis* e *Pontoporia blainvillei* (Cetacea: Delphinidae e

Pontoporiidae) no litoral sul do Estado de São Paulo e litoral do Estado do Paraná, Brasil. Tese de doutorado. Universidade Federal do Paraná. 2000.

ROSAS, F. C. W.; MONTEIRO-FILHO, E. L. A. Reproduction of the estuarine dolphin (*Sotalia guianensis*) on the coast of Paraná, southern Brazil. *Journal of Mammalogy*. 2002.

ROSSI-SANTOS, M. R.; PODOS, J. Latitudinal variation in whistle structure of the estuarine dolphin *Sotalia guianensis*. *Behavior*, 2006.

SASAKI, G. Interações entre embarcações e boto-cinza *Sotalia guianensis* (Cetacea, Delphinidae) na região da Ilha das Peças, Complexo Estuarino de Paranaguá, Estado do Paraná. Monografia. Universidade Federal do Paraná. 2006.

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*. 1988.

TARDIN, R. H. O.; ESPÉCIE, M. A.; LODI, L.; SIMÃO, S. M. Parental care behavior in the Guiana dolphin, *Sotalia guianensis* (Cetacea: Delphinidae), in Ilha Grande Bay, southeastern Brazil. *Zoologia*. 2013.

TYACK, P.L. Implications for marine mammals of large-scale changes in the marine acoustic environment. *Journal of Mammalogy*. 2008.

ZAR, J. H. *Biostatistical Analysis*. 4th edition. Prentice Hill. 1999.