

**UNIVERSIDADE ESTADUAL PAULISTA
CAMPUS EXPERIMENTAL DO LITORAL PAULISTA
UNIDADE DE SÃO VICENTE**

**O IMPACTO DA ATIVIDADE DE EMBARCAÇÕES SOBRE O REPERTÓRIO
ACÚSTICO DE BOTOS-CINZA (*Sotalia guianensis*) NA REGIÃO DE
CANANÉIA, ESTADO DE SÃO PAULO.**

Fabiane Sayuri Iwai

**São Vicente -SP
2007**

**UNIVERSIDADE ESTADUAL PAULISTA
CAMPUS DO LITORAL PAULISTA
UNIDADE DE SÃO VICENTE**

**O IMPACTO DA ATIVIDADE DE EMBARCAÇÕES SOBRE O REPERTÓRIO
ACÚSTICO DE BOTOS-CINZA (*Sotalia guianensis*) NA REGIÃO DE
CANANÉIA, ESTADO DE SÃO PAULO.**

Fabiane Sayuri Iwai

Orientador: Prof. Dr. Mario Manoel Rollo Junior.

Trabalho de Conclusão de Curso apresentado ao Campus do Litoral Paulista - UNESP, como parte dos requisitos para a obtenção do título de Bacharel em Ciências Biológicas., modalidade (indicar: Biologia Marinha ou Gerenciamento Costeiro)

**São Vicente -SP
2007**

Iwai, Fabiane Sayuri.

O Impacto da atividade de embarcações sobre o repertório acústico de botos-cinza (*Sotalia guianensis*) na região de Cananéia, Estado de São Paulo/
Fabiane Sayuri Iwai – São Vicente, 2007, 41 p.

Trabalho de conclusão (Bacharelado - Ciências Biológicas) -
Universidade Estadual Paulista, Campus Experimental do Litoral Paulista.

Orientador: Mario Manoel Rollo Junior.

1. Cetáceos 2. Boto-cinza

CDD 599.5

Palavras-chaves: botos-cinza, bioacústica, assobios, ruídos subaquáticos, tráfego de embarcações e impactos acústicos.

AGRADECIMENTOS

Ao professor Mario Rollo pela orientação e pela amizade;

Às amigas de todas as horas, inclusive durante o TCC, Júlia e Tati Bolha, pelas fichas de campo e pela companhia. Nunca vou esquecer das saídas para Cananéia; Apesar das muitas confusões, vou sentir saudades;

Ao pessoal que bondosamente nos acompanhou nas viagens a Cananéia, Bruno, Monte, Rodrigo e Natasha, que salvaram nosso trabalho com suas improvisações no campo e com muita paciência para observar golfinhos e barcos por horas e horas, e que também acabaram sofrendo uns acidentezinhos de percurso;

Aos pescadores Pedro, Camargo e Santino pelo transporte de barco e pela hospitalidade;

Aos amigos da faculdade, principalmente, Mayumi, Tuf e Andrea, que junto com a Ju e a Tati, me apoiaram, me fizeram rir, me animaram, me aconselharam e sempre arranjavam um tempinho pra jogar fora no quiosque, no laboratório ou na padaria da esquina, e mesmo os que mesmo não me agüentaram constantemente, mas que marcaram minha passagem pela facul, Fabiana, Eglee, Gaúcho e Zé, agradeço pelos momentos bons na faculdade que lembrarei sempre, pois são vocês, meus amigos, que tornaram a faculdade algo muito mais legal;

Aos professores que contribuíram e continuam contribuindo, alguns menos e outro muito, para minha formação e que também são pessoas maravilhosas;

Agradecimentos especiais ao Bru, meu companheiro de todas as horas, que me ajudou de todas as formas durante todo o trabalho, tornando meu trabalho e minha vida muito mais agradável; e

Finalmente, aos meus pais e família, que sempre me apoiaram, ou pelo menos tentaram, do jeitinho deles e que são minhas principais motivações e meus exemplos de vida.

Índice

RESUMO.....	6
ABSTRACT.....	7
INTRODUÇÃO.....	8
OBJETIVOS.....	12
MATERIAIS E MÉTODOS.....	13
CARACTERIZAÇÃO DO LOCAL.....	13
COLETA DE DADOS.....	14
ANÁLISE ACÚSTICAS.....	16
ANÁLISES ESTATÍSTICAS.....	17
RESULTADOS.....	18
DISCUSSÃO.....	27
REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS.....	35

RESUMO

O ruído gerado dentro da água do mar por atividades antropogênicas é fonte de impacto para os cetáceos, bem como para outros organismos aquáticos, que dependem de sinais acústicos para execução de atividades como navegação, alimentação e socialização. Os botos-cinza (*Sotalia guianensis*) por serem espécies costeiras são suscetíveis a interações com tráfego de embarcações que podem resultar em colisões, injúrias causadas por aparatos de pesca e impacto acústico. Os impactos gerados por ruídos variam de perda da sensibilidade auditiva e lesões em tecidos a mudanças no comportamento e aumento de estresse. O repertório acústico de alguns cetáceos vem sendo utilizado como meio de avaliação da pressão causada pelo homem nestes ambientes. Com o objetivo de caracterizar o impacto acústico causado sobre indivíduos de uma população de botos-cinza da região estuarina de Cananéia, sul do Estado de SP, foram coletadas amostras sonoras em associação a observações visuais em situações de presença e ausência de embarcações, havendo posterior processamentos dos sinais em computador. Embora não tenham sido encontradas alterações significativas na taxa ou estrutura das vocalizações dos botos quando expostos à ruídos de embarcações, o distúrbio causado por embarcações não pode ser descartado pois pode ter ocorrido um processo de habituação e tolerância dos botos aos ruídos das embarcações e o tráfego de embarcações também oferece outros tipos de riscos aos animais.

Palavras-chave: bioacústica, impacto acústico, tráfego de embarcações, ruídos subaquáticos, assobios, boto-cinza.

ABSTRACT

Anthropogenic noise is an important source of impact for cetaceans as well as other aquatic organism that rely on acoustic signals to navigate, forage and socialize. The estuarine dolphin (*Sotalia guianensis*) is a coastal species very susceptible to interactions with boat activities, wich could result in collisions, body injuries caused by fishing apparatus and acoustic impairment. Those impacts vary from audition sensibility problems and tissue lesions to behavioral changes and stress increase. The acoustic repertoire of some cetaceans species is being studied to evaluate this kind of anthropogenic pressure. I aimed to characterize the acoustic impact of boats on the behavior of an estuarine dolphin population from Cananéia, São Paulo state. I haven't found significant changes in the structure of dolphin vocalization when they were exposed to boat noise. However, noise disturbance cannot be discarded as a source of impact because the dolphins could possibly be habituated and more tolerant to acoustic effects.

Key words: bioacoustic, acoustic impact, boat traffic, underwater noise, whistles, estuarine dolphin.

INTRODUÇÃO

Em regiões costeiras existem diversas fontes de impactos diretos e indiretos a animais marinhos. A intensificação dessas atividades pode conduzir a um elevado grau de degradação do ambiente marinho. A preocupação com os efeitos das atividades antropogênicas se tornou mais evidente a partir do surgimento de problemas que afetam diretamente o homem, como escassez de estoque pesqueiro e problemas de saúde pública (ABESSA, 2006, notas de aula).

Alguns dos prejuízos aos ambientes marinhos decorrentes das atividades humanas são mais perceptíveis, pois são mais visíveis, tais como morte de animais, destruição de ecossistemas e poluição atmosférica; outros são menos evidentes, tais como a contaminação da água e de animais, redução da biodiversidade e ruído gerado pelas atividades humanas. Estes ruídos, tanto dentro do ambiente aquático como no meio aéreo, foram recentemente reconhecidos como uma forma de impacto à fauna dos ambientes marinhos (NRC, 2003; WDCS, 2003).

As principais atividades geradoras de ruído no ambiente subaquático podem ser não-intencionais, como o tráfego de embarcações (NOWACEK *et al.*, 2007; HILDEBRAND, 2004), ou intencionais, como a prospecção sísmica (HILDEBRAND, *op. cit.*; NOWACEK *et al.*, 2007); temos ainda os experimentos físico-oceanográficos como, por exemplo, o ATOC (Acoustic Thermometry of the Ocean Climate), que é um método de sensoriamento remoto dos fundos marinhos e das propriedades da coluna d'água (AU *et al.*, 1997; NOWACEK *et al.*, 2007) e também os ADD (Acoustic Deterrent Devices) e AHD (Acoustic Harassment Devices), que são dispositivos que emitem sons com a finalidade de afastar determinados organismos marinhos, como mamíferos marinhos, de sistemas de aquicultura ou de pesca com o objetivo de reduzir mortes decorrentes dos aparatos utilizados por essas atividades (HILDEBRAND, *op. cit.*).

Um grande número de animais aquáticos utiliza sinais acústicos para várias atividades como comunicação e navegação, entre eles os cetáceos

(NRC, 2003). Isso ocorre porque a propagação do som na água é mais eficiente quando comparada a outros sentidos como a visão, já que a visibilidade no ambiente aquático é limitada ou ausente devido às suas características de atenuação e propagação da radiação luminosa (HETZEL & LODI, 1993; NRC, 2003). Desta forma, o som pode ser vantajoso principalmente em ambientes de água turva, razão pela qual alguns mamíferos aquáticos utilizam emissões sonoras para se orientar, e que chamamos de ecolocalização (PIVARI & ROSSO, 2005).

A maior parte dos cetáceos produz dois tipos de emissões: sons pulsados, ou estalidos, que são sons de curta duração e com amplo espectro de frequência, emitidos tanto na ecolocalização como durante a comunicação durante a atividade de forrageio (CALDWELL & CALDWELL, 1968; EVANS, 1973; JAQUET *et al.*, 2001; MORISAKA & CONNOR, 2007); sons tonais conhecidos como assobios, que possuem duração mais longa e são emitidos possivelmente apenas para comunicação em contextos sociais (CALDWELL & CALDWELL, 1968; MONTEIRO-FILHO & MONTEIRO, 2001; ROSSI-SANTOS & PODOS, 2006). Ainda existem poucos estudos que abordem a emissão dos sons pulsados de ecolocalização (p. ex. EVANS, 1973; JAQUET *et al.*, 2001; AU & HERZING, 2002); geralmente os estudos têm se concentrado sobre os assobios (p. ex. AZEVEDO & VAN SLUYS, 2005; CAMARGO *et al.*, 2006).

Assobios e estalidos podem ser emitidos simultaneamente, sugerindo que existam diferentes mecanismos de produção de som (LILLY & MILLER, 1961 *apud.* MORISAKA & CONNOR, 2007). Nos cetáceos, acredita-se que os sons sejam produzidos através dos condutos respiratórios (HETZEL & LODI, 1993). Assim, apesar desses sons não serem produzidos por cordas vocais como nos outros mamíferos, eles são referidos igualmente como vocalizações. A maior parte dos sons encontra-se dentro do espectro audível pelos seres humanos, mas alguns sons produzidos pelas baleias fin (*Balaenoptera physalus*) podem se encontrar na faixa do infrassom e os estalidos de algumas espécies de golfinhos podem se estender muito acima de 20kHz (RICHARDON *et al.*, 1995).

Existem muitos estudos que abordam as alterações de comportamentos de mamíferos marinhos na presença de embarcações (LESAGE *et al.*, 1999; VAN PARIJS & CORKERON, 2001; FOOTE *et al.*, 2004; LEMON *et al.*, 2005; SANTOS-JR. *et al.*, 2006; VALLE & MELO, 2006). Todavia, alguns desses estudos não abordam especificamente o efeito do ruído produzido por barcos, sendo baseados em observações visuais de comportamento (VALLE & MELO, 2006). Além disso, a maior parte dos estudos aborda apenas efeitos de curto prazo e resposta imediata (RICHARDSON *et al.*, 1995; MCCAULEY, 2000; NCR, 2003). Em outros estudos, em que foram abordados os efeitos acústicos das embarcações sobre cetáceos, foram feitas comparações entre as vocalizações observadas antes, durante e depois da exposição ao barco (LESAGE *et al.*, 1999; VAN PARIJS & CORKERON, 2001; FOOTE *et al.*, 2004; LEMON *et al.*, 2005; SANTOS-JR. *et al.*, 2006), e apenas um deles foi focado especificamente na avaliação do ruído dos barcos (AU & GREEN, 1999).

Na presença de potenciais impactos, os cetáceos, como qualquer outro animal, podem se adaptar a ele, criando alternativas para contorná-lo, ou passam a abandonar o hábitat degradado (RICHARDSON *et al.*, 1995). Foram registradas, para diversas espécies de cetáceos, diferentes tipos de respostas, desde comportamentos de esquiva e alteração dos sinais acústicos, e até mesmo ausência de resposta específica. Essas respostas podem variar mesmo dentro de uma mesma espécie, sendo essa diferença atribuída a características da população e do local (HILDEBRAND, 2004; NRC, 2003; MORISAKA *et al.*, 2005; BAIN *et al.*, 2006).

Alguns estudos relataram adaptações como mudança no repertório acústico, repetições de emissão sonora e ajuste da frequência do chamado para minimizar o mascaramento (PAIGE *et al.*, 2006). Resultados obtidos de estudo com baleias cachalote apresentaram ausência de resposta, em que o sinal de cada clã de baleias não se alterou ao longo dos anos sob influência de ruídos de embarcações (RENDELL & WHITEHEAD, 2003). Em alguns casos pode haver diminuição no comportamento de superfície como no caso de golfinhos-nariz-de-garrafa (*Tursiops truncatus*) (JANIK & THOMPSON, 1996; SANTOS-JR. *et al.*, 2006), podendo resultar na alteração do padrão respiratório

dos animais; em algumas espécies de cetáceos pode ocorrer a sincronização respiratória dos indivíduos do grupo, que é reconhecida como uma estratégia anti-predatória (HASTIE *et al.*, 2003). Algumas baleias cinzenteas (*Eschrichtius robustus*) podem apresentar mudanças de curso, velocidade ou padrão de respiração quando seguidas por barcos de turismo para avistamento de baleias; às vezes, elas são atraídas pelo barulho dos barcos com motor em baixa rotação (MOORE & CLARK, 2002).

A degradação do hábitat por ruídos, em associação com outros fatores, pode também causar impactos sobre populações de peixes, por exemplo, que servem de alimento para cetáceos. Como consequência, podem haver então, alterações na utilização de um determinado hábitat devido à redistribuição das presas (McIWEN, 2006).

O boto-cinza (*Sotalia guianensis*) é uma das menores espécies de delfínídeos, estando presentes na costa leste da América do Sul e parte da América Central (HETZEL & LODI, 1993; SILVA & BEST, 1996; GEISE *et al.*, 1999), geralmente em águas turvas (HETZEL & LODI, 1993), sendo seu limite sul atribuído à diminuição na temperatura da água (SILVA & BEST, 1996). Devido à sua abundância em regiões próximas à costa os botos-cinza são suscetíveis a impactos decorrentes do tráfego de embarcações, sendo também alvos de barcos de turismo para avistamento de cetáceos, ocorrendo muitas vezes perseguição por esses tipos de embarcações. Ainda existem poucas informações sobre essa espécie, sendo elas apenas sobre áreas restritas (IBAMA, 2001).

Por ter um tráfego de embarcações relativamente pequeno quando comparado à outras regiões costeiras do estado de São Paulo e por ainda possuir uma população ainda significativa de botos-cinza, a região de Cananéia constitui um bom local para o desenvolvimento de estudos bioacústicos. O presente trabalho pretende identificar a existência de impactos acústicos sobre a espécie *S. guianensis* e caracterizar suas respostas face a esses impactos. Na região de Cananéia já foram realizados diversos estudos sobre os botos-cinza, entre eles um estudo sobre a resposta acústica dos botos durante a atividade de pesca na presença de embarcações (REZENDE, 2000).

OBJETIVOS

Geral:

-Caracterizar o impacto acústico resultante do tráfego de embarcações sobre uma população de *Sotalia guianensis* na região de Cananéia, SP;

Específicos:

-Avaliar a resposta dos botos-cinza aos ruídos de embarcações;

-Comparar as reações da espécie a diferentes classes/tipos de embarcações.

MATERIAIS E MÉTODOS

Caracterização do local

A região onde os estudos foram realizados localiza-se no município de Cananéia, sul do estado de São Paulo (25°03'134"S e 47°54'803" W). As observações foram feitas no Canal de Trapandé, que se encontra entre as Ilhas Comprida e do Cardoso, a partir de um ponto fixo na costa situado na Ponta da Trincheira (Figura 1).

O regime de marés da região é semidiurno com amplitude média de 0,82m; as águas do sistema são turvas, principalmente nos meses de verão, o que é relacionado à quantidade de fitoplâncton e à matéria orgânica proveniente dos rios após precipitações (SCHAEFFER-NOVELLI *et al.*, 2000).

Os botos-cinza são encontrados na região durante o ano todo, geralmente em pequenos grupos, não apresentando variações sazonais em sua frequência (GEISE *et al.*, 1999), assim como ocorre em outras localidades (LODI, 2003). A Baía de Trapandé apresenta uma elevada densidade de animais, provavelmente por representar um refúgio de águas rasas contra predadores e uma importante área para alimentação (GEISE *et al.*, 1999).

A região de Cananéia tem um tráfego de embarcações relativamente pequena em comparação a outros locais do litoral do Estado de São Paulo. Grande parte das embarcações que transitam pela região são de pesca. As principais modalidades de pesca desenvolvidas em Cananéia são: rede de espera, arrasto, corrico, tarrafa, vara, jerival e lanço (RAMIRES *et al.*, 2002). A pesca artesanal é uma importante atividade desenvolvida na região, embora não seja mais a única atividade desenvolvida pela população local. Muitos desenvolvem outras atividades ligadas ao turismo como: bares, restaurantes, pousadas e aluguel de barcos para pesca e turismo (RAMIRES *et al.*, 2002).

Apesar das atividades antropogênicas existentes na região, ainda há uma grande população de botos-cinza utilizando seus habitats, o que não significa que sua presença e ruídos não sejam prejudiciais a eles, pois se observou que os indivíduos evitam as embarcações durante suas atividades (REZENDE, 2000).



Figura 1 - Mapa da área estudada com representação dos quadrantes utilizados para a localização dos grupos de golfinhos e embarcações. O ponto A representa a localização da plataforma móvel para observações.

Coleta de dados

As coletas foram feitas em dois períodos, um no mês de janeiro, dos dias 20 ao 24, e outro no mês de março, entre os dias 20 a 21. As observações iniciavam-se pela manhã entre 9 e 10 horas e eram finalizadas pela tarde entre 16 e 17 horas, sendo interrompidas durante chuva ou névoa intensa devido às dificuldades em se conduzirem observações visuais ou então pela simples impossibilidade de deslocamento até o local que era feito por uma baleeira (embarcação de madeira com motor de centro não-cabinada).

Durante as coletas foi feito o registro das embarcações que passaram pela área de estudo, e para cada uma delas foram anotadas características como tipo (bateira, traineira, baleeira, escuna ou lancha) e classe de atividade (passeio, pesca ou transporte), distância estimada da plataforma de

observação (feita com o auxílio de um telêmetro laser), localização setorial da embarcação dentro da área estudada e duração da exposição ao som das embarcações. Foram feitas também observações sobre a presença de grupos de golfinhos tais como o tamanho e a composição de grupo, tipo de atividade, localização, distância estimada do ponto de observação (pela estimativa do telêmetro) e tempo de permanência dentro dos limites da área estabelecida. Foi considerado como um grupo a agregação de golfinhos que estivesse realizando o mesmo tipo de atividade ou deslocamento na mesma direção. Para facilitar a localização dos grupos de golfinhos e das fontes de ruído analisados foram utilizados quadrantes (setores) imaginários de acordo com o ilustrado na Figura 1.

As amostras sonoras foram adquiridas por um hidrofone High Tech Inc., modelo HTI-94-SSQ (sensibilidade -150 dB, resposta de frequência 2 Hz a 30 kHz) e conectado a um gravador digital de dois canais padrão Compactflash M-Audio MicroTrack[®] 24/96 (resposta de frequência 20 Hz a 20 kHz ± 0.5 dB). O hidrofone foi montado no interior de uma estrutura de tubos de PVC para sustentação do hidrofone e seus cabos e que manteve o hidrofone sempre submerso entre 0,5 e 1m abaixo da linha d'água, dependendo do nível da maré, e lastreado para evitar grande oscilação pela ação das correntes (Figura 2). As gravações foram feitas em sessões de 30 minutos.

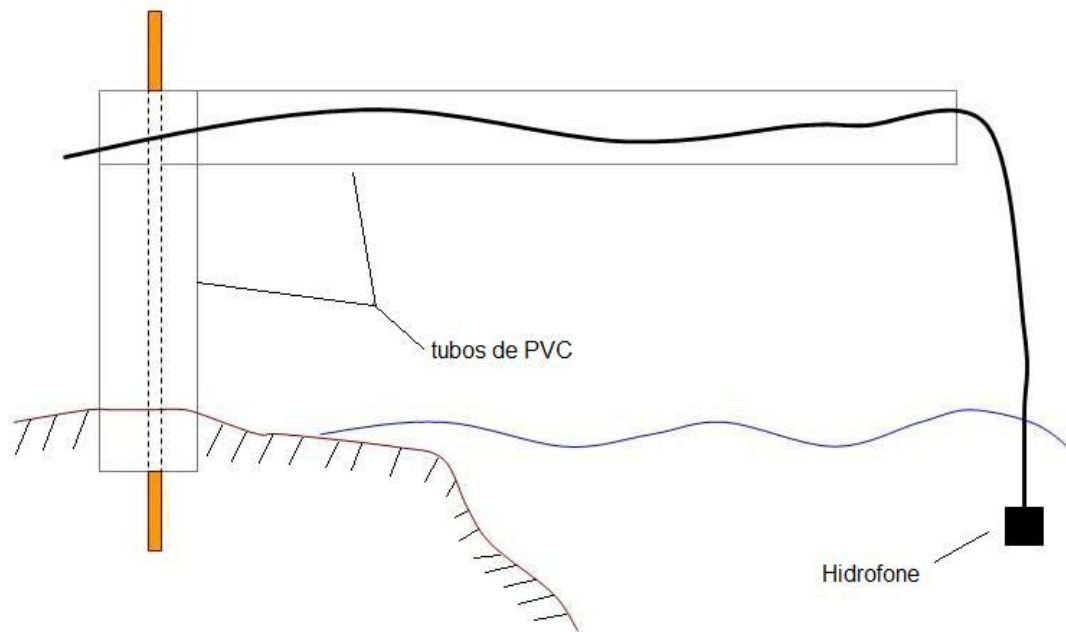


Figura 2 – Esquema da estrutura de sustentação do hidrofone.

Análise acústicas

Do conjunto total dos dados obtidos ($n=188$) foi feita uma seleção aleatória de 1/3 para as análises. A seleção aleatória foi necessária para que as análises pudessem ser realizadas em tempo adequado, sendo realizada com o auxílio da função aleatória do software Microsoft Office Excel 2003. Foram analisados o período de exposição direta dos golfinhos ao ruído e um minuto anterior e um minuto posterior a ele.

Para a realização das análises, as amostras acústicas foram transferidas para um computador através de conexão USB, no formato digital wav (*Waveform audio format*), e posteriormente convertidas para o formato aif (*Audio Interchange File Format*) e subdivididas no programa Sound Studio versão 3.0.5 (Felt Tip Software) para facilitar o manuseio das amostras nas análises. As análises acústicas foram realizadas no programa Raven versão 1.2.1. (Bioacoustics Research Program, Cornell Lab of Ornithology). As amostras selecionadas foram analisadas na forma de espectogramas gerados com tamanho de FFT (Fast Fourier Transforms) de 512 pontos (largura de banda de 22.5 Hz), um overlap de 50% e utilizando janela Hamming, onde as

emissões sonoras foram selecionadas; dessa seleção foi possível obter informações como intensidade, frequências máximas e mínimas e duração. Durante as análises foram selecionados assobios, grasnidos e gargarejos (*sensu* MONTEIRO-FILHO & MONTEIRO, 2001). As emissões de estalidos não foram consideradas, pois além de serem continuamente representadas, elas se sobrepunham frequentemente, não sendo possível identificar quantos indivíduos estavam emitindo sons em um dado momento (Figura 3).

Análises estatísticas

Para a verificação do efeito do ruído sobre o comportamento acústico dos botos foi aplicado o teste estatístico não-paramétrico de Kruskal-Wallis, para verificar se ocorriam alterações na taxa ou padrão de vocalização dos botos. Nessa análise foram utilizados apenas os assobios por constituírem a classe de som mais representada nas amostras. O nível de significância (α) utilizado foi de 0,01. As análises foram feitas no programa de distribuição livre “R” versão 2.5.0 (R DEVELOPMENT CORE TEAM, 2007).

Para obter a taxa de vocalizações, o número de assobios foi dividido pelo período analisado e pelo número de indivíduos observados na área durante a amostragem para corrigir o efeito do tamanho de grupo (VAN PARIJS & CORKERON, 2006).

Os testes foram aplicados sobre todo o conjunto de dados da seleção aleatória e também para as sessões em que foi observado apenas um barco. O número de botos registrados visualmente também foi sujeito ao mesmo teste estatístico. Não foi aplicado nenhum teste estatístico para comparar o efeito causado por diferentes tipos de embarcações devido à ocorrência de diferentes tipos de embarcações simultaneamente.

Para verificar a presença de mudanças na estrutura da vocalização dos botos foram calculadas as médias das variáveis acústicas dos assobios – frequência média, espectro de frequência, intensidade e duração – para cada período de exposição (antes, durante e depois) em cada uma das amostras. A partir desses valores foi aplicado o teste estatístico Kruskal-Wallis.

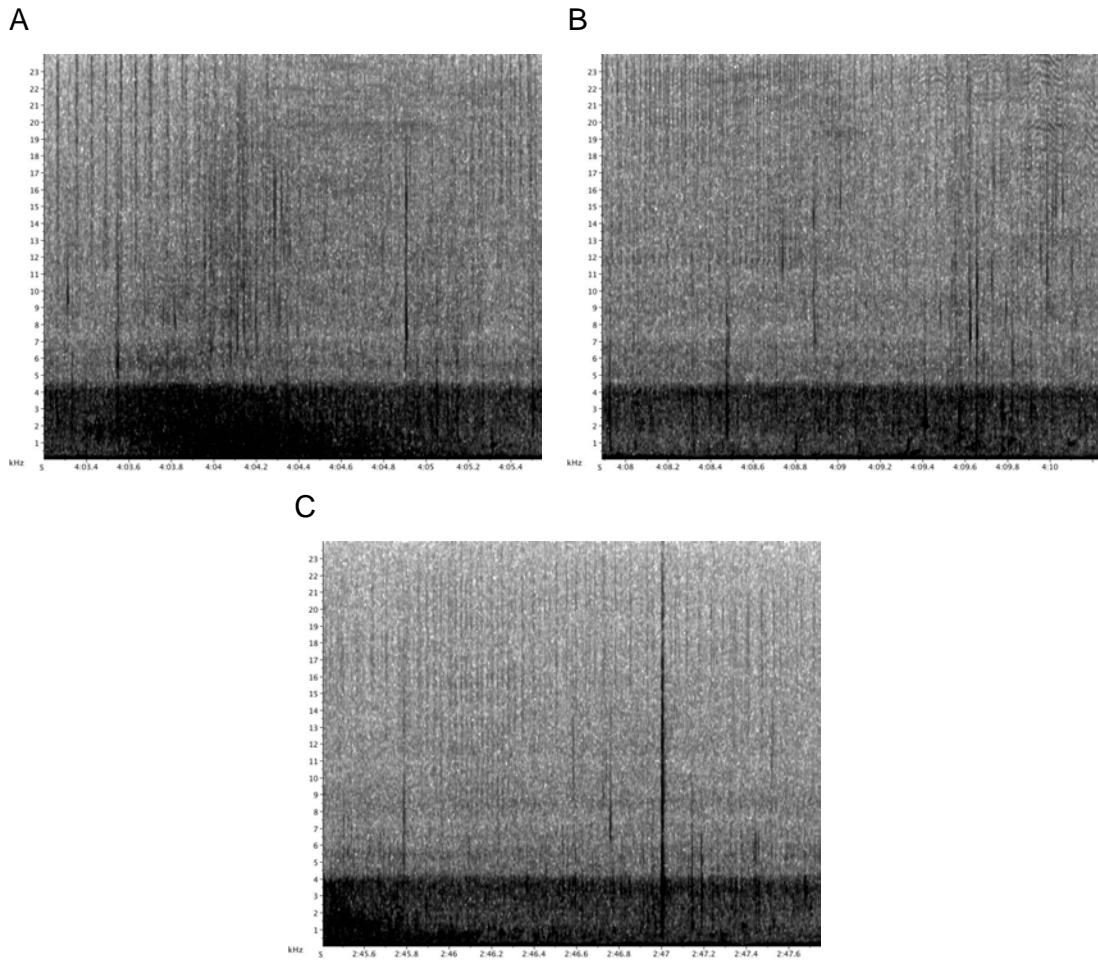


Figura 3 – espectrogramas apresentando trens de pulso intensos na presença de ruído de embarcações, no espectrograma B observa-se também a presença de grasnidos junto aos estalidos; C. trens de pulso menos intensos na presença do ruído de embarcação.

RESULTADOS

No período de estudo foram registradas 188 embarcações; destas, 52 foram selecionadas aleatoriamente. Das 18,3 h de áudio digital coletadas ao longo de 6 dias foram analisadas para o estudo um total de quatro horas. Algumas embarcações tiveram que ser desconsideradas das análises pela ausência de dados sobre o horário de entrada ou saída da embarcação na área de estudo.

Diferentes tipos de embarcações, tais como bateiras, baleeiras, escunas, um iate, lanchas, traineiras e voadeiras freqüentaram a área durante o período estudado. A quantidade registrada de cada uma das classes de embarcações é representada na Figura 4; onze embarcações não foram identificadas devido à sua distância do ponto de observação. Na seleção aleatória não foi mantida a mesma proporção de classes de embarcações observadas no registro real (Tabela 1). A maior parte das embarcações observadas desenvolvem atividades pesqueiras. Uma grande parte das embarcações não teve sua atividade identificada, sendo provavelmente pequenos barcos de pesca artesanal, que são eventualmente utilizados também para transporte (Figura 5).

Dentro das quatro horas de análise foi contabilizado um total de 4611 vocalizações, que foram classificadas em assobio, grasnido e gargarejo (Figura 6). Em algumas amostras foi observada a repetição de um mesmo padrão de assobio seguidamente (Figura 7).

Na Tabela 2 são apresentados os valores máximos e mínimos das freqüências e intensidades observados entre todas as classes de sinais. A Tabela 3 apresenta os valores máximos e mínimos observados para os assobios. Podemos observar que a maior parte das vocalizações está compreendida na banda de 20Hz e 20kHz (Figura 8).

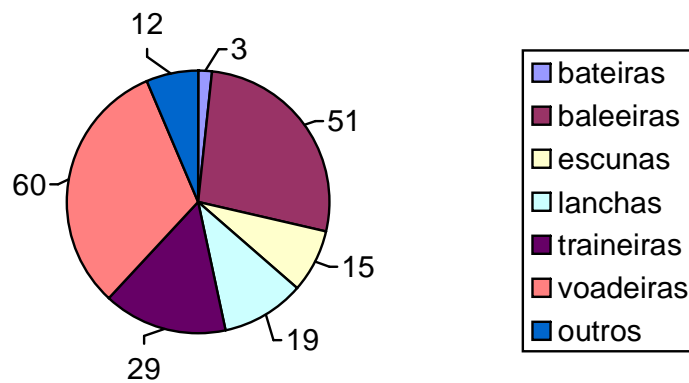


Figura 4 – Frequência de cada classe de embarcação no período de amostragem (em %).

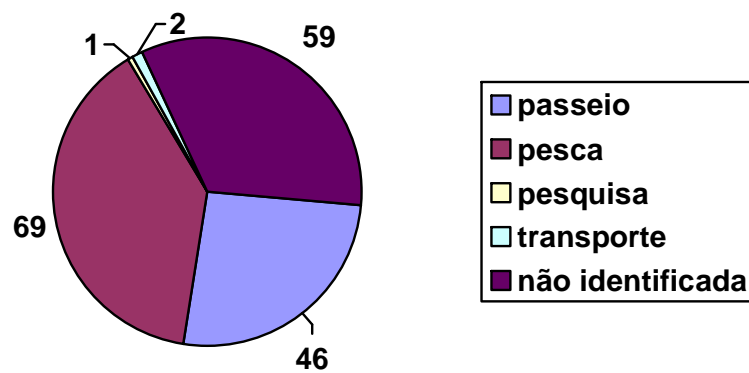


Figura 5 – O gráfico apresenta as atividades de cada embarcação observada (em %).

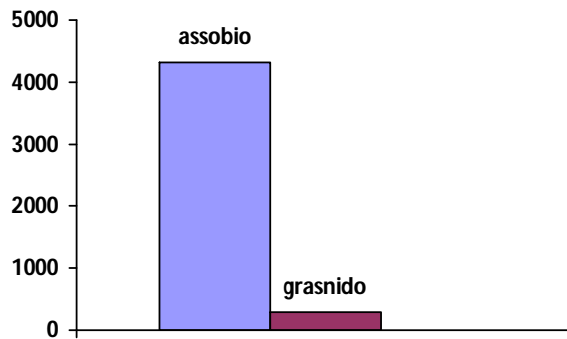


Figura 6 – Número de assobios e grasnidos observados nas análises.

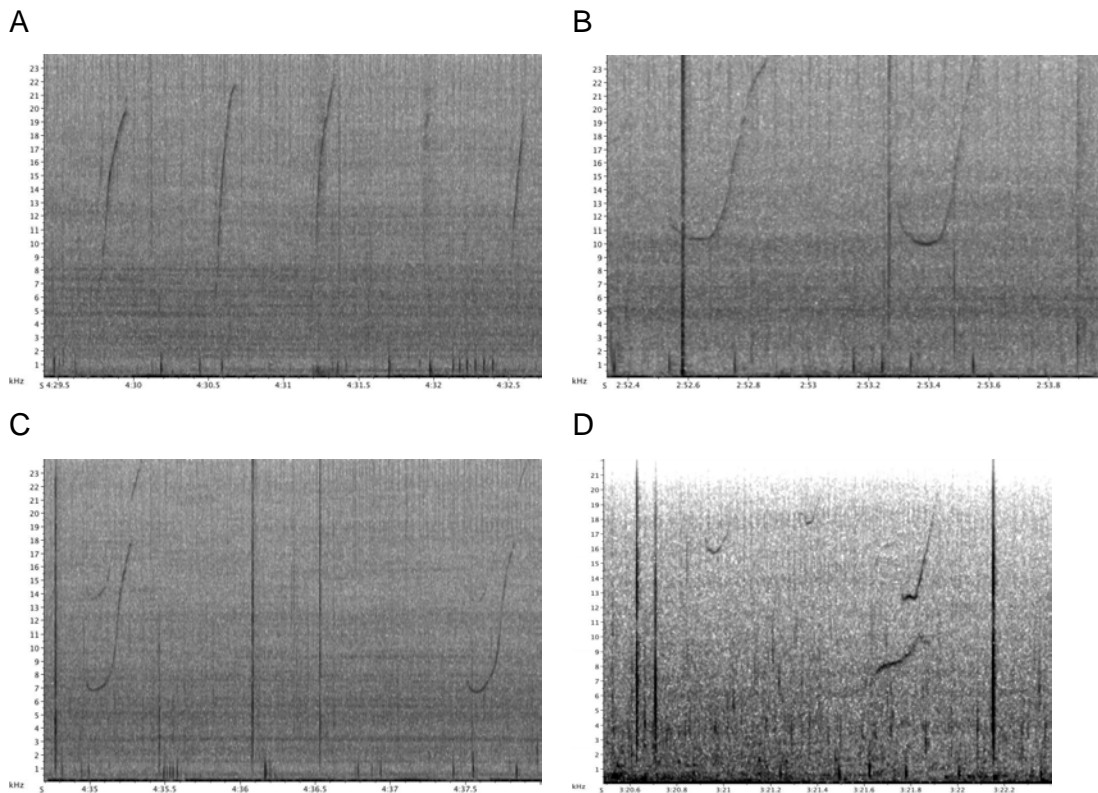


Figura 7 – Padrão de vocalização de produção de assobios. Em A é representado a emissão sucessiva de assobios ascendentes; em B e C são ilustrados assobios predominantemente ascendentes, com pequeno fragmento descendente no início; e finalmente em D estão representados assobios com grande modulação de freqüência.

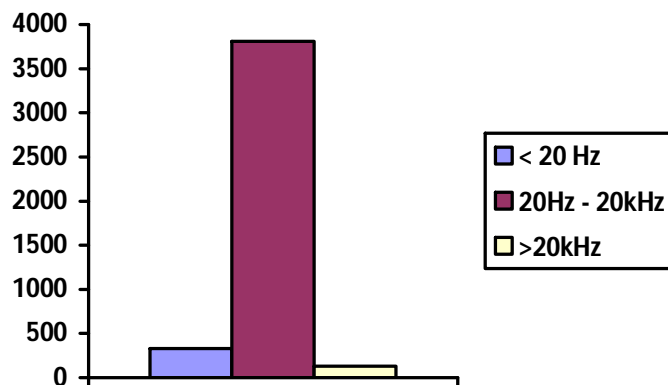


Figura 8 – Frequências observadas para os assobios.

Tabela 1 – Número de embarcações observadas e analisadas no trabalho.

Tipo de embarcação	Observadas (%)	Analisadas (%)
Bateira	2 (1)	1 (1,9)
Baleeira	51 (27,1)	18 (34,6)
Escuna	14 (7,5)	1 (1,9)
Lancha	19 (10,1)	5 (9,6)
Traineira	29 (15,4)	2 (3,8)
Voadeira	58 (30,8)	20 (38,5)
Outros	15 (8)	4 (7,7)
TOTAL	188	52

Tabela 2 – Valores máximos e mínimos para maior frequência, menor frequência e intensidade observados nas análises.

	Menor valor observado	Maior Valor Observado

Maior Freqüência (Hz)	471	226785
Menor Freqüência (Hz)	23872	239628
Intensidade (dB)	-983	-318

Tabela 3 – Valores máximos e mínimos dos parâmetros analisados da classe de som assobio.

	Menor valor observado	Maior Valor Observado
Maior Freqüência (Hz)	2229.3	9631.0
Menor Freqüência (Hz)	408	98784
Intensidade (dB)	-983	-318

Foi observada uma média de 10 embarcações por hora na área estudada, sendo que em alguns momentos havia a presença de mais de uma embarcação ao mesmo tempo (Tabela 4). As embarcações emitem ruídos de baixa freqüência (Figura 9), assim como os ruídos ambientais causados pelas ondas (Figura 10). Não foi registrada a presença de nenhum outro organismo com atividade acústica tão freqüente como a dos botos-cinza; ocasionalmente, foram observados sons relacionados provavelmente a cardumes durante as atividades de pesca (Figura 11).

Tabela 4– Número de embarcações em cada sessão analisada.

Número de embarcações	Sessões
1	17
2	24
3	10
4	1
TOTAL	52

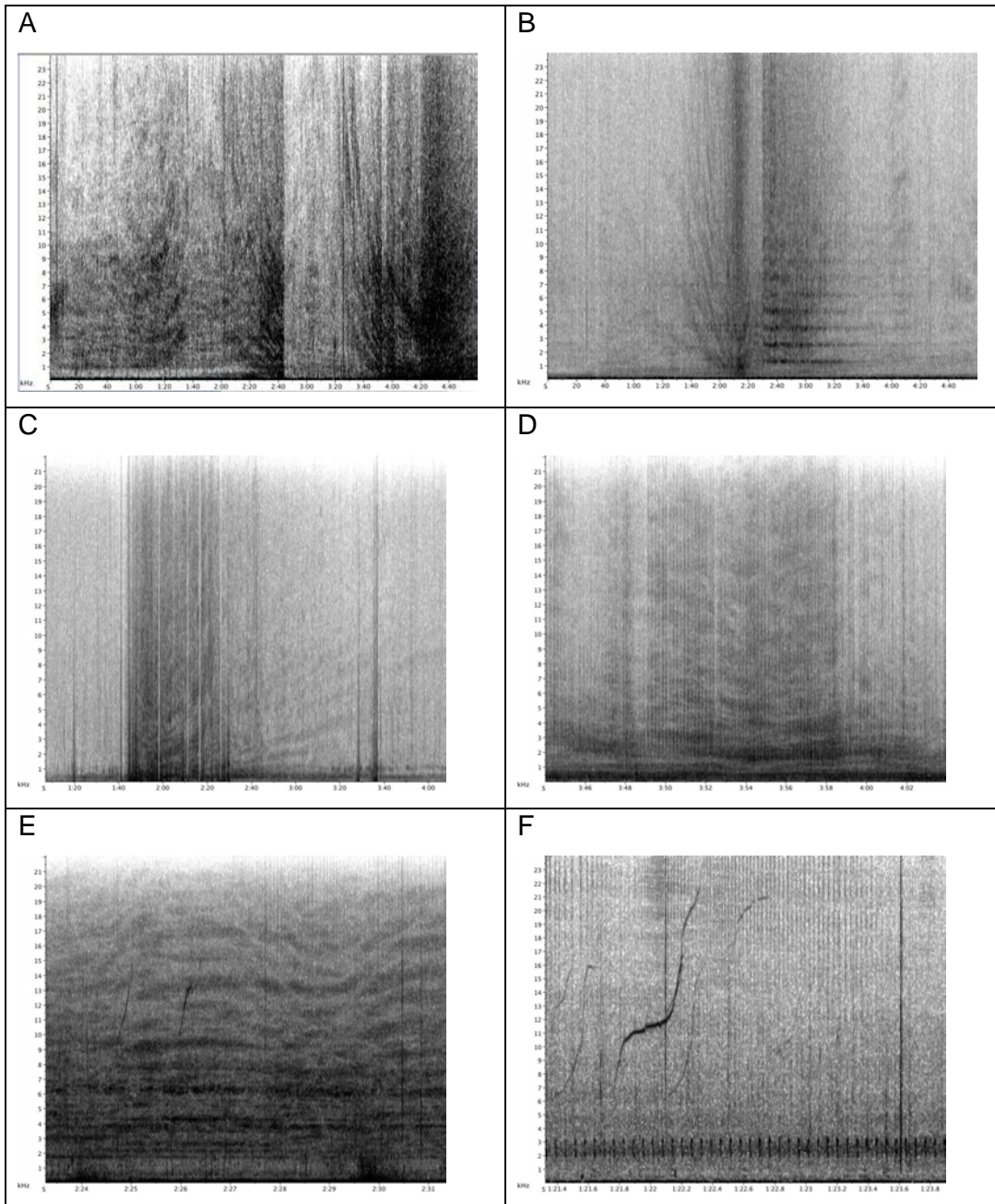


Figura 9 – Espectrogramas destacando ruído provocado pelo tráfego de embarcações. O espectrograma A apresenta o ruído produzido por duas traineiras e uma lancha; B mostra o ruído produzido por uma escuna localizada a mais de 300m de distância do hidrofone; C apresenta o ruído de uma baleeira; D mostra o ruído da mesma traineira aumentado, sendo seu ruído mais intenso na banda de baixa frequência apesar de se estender até frequências mais altas; E mostra o ruído de uma voadeira sobrepondo-se a

assobios de boto; e F mostra assobios intensos e estalidos em meio ao som pulsado de uma embarcação.

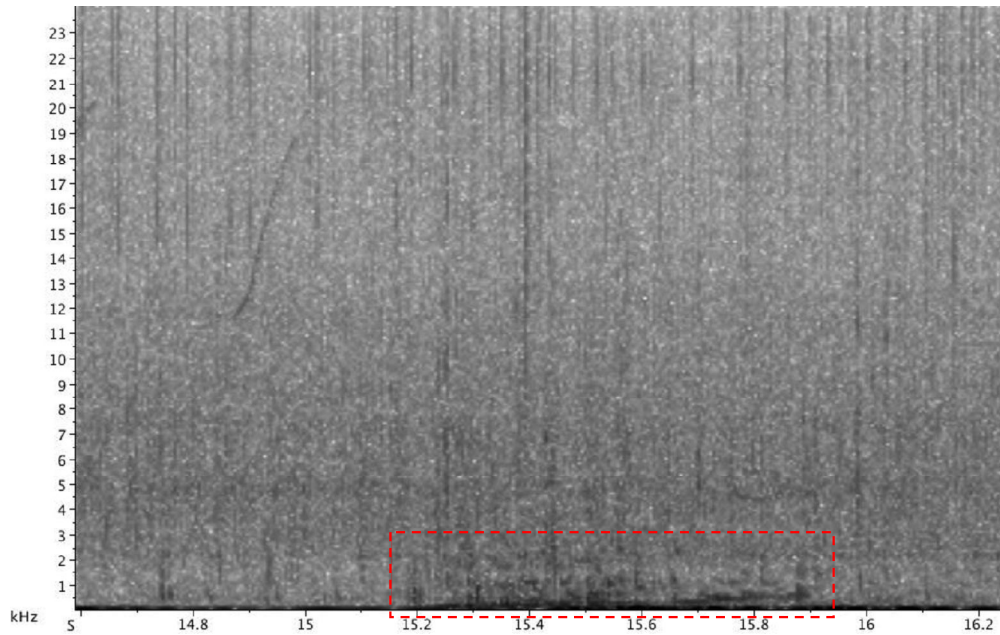


Figura 10 - Exemplo de ruído ambiental gerado pelo movimento da água (destacado em um retângulo pontilhado).

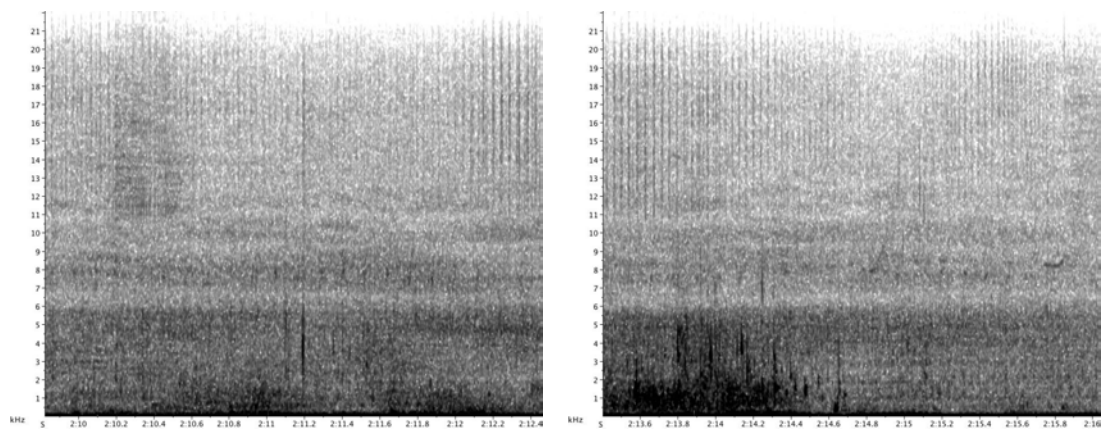


Figura 11 – Em ambos espectrogramas é possível observar trens de pulso produzidos pelos botos e entre as frequências de 6 e 9 kHz é possível observar

a presença de pequenos assobios provavelmente devido a presença de cardumes de peixes.

A taxa ou o padrão de vocalização dos animais não se alterou durante ou após a exposição a ruídos de embarcações ($\alpha=0,001$). A taxa de emissão de assobios ($\chi^2= 4.2626$, $p= 0.1187$) ou a estrutura dos assobios, frequência média ($\chi^2= 3.0218$, $p= 0.2207$), espectro de frequência ($\chi^2= 0.6908$, $p= 0.708$), duração ($\chi^2= 1.0758$, $p= 0.584$) ou intensidade ($\chi^2= 3.0898$, $p= 0.2133$) não variou significativamente. A partir das observações visuais também não foi possível confirmar nenhum tipo de modificação no tamanho dos grupos ao longo dos períodos de exposição definidos ($\chi^2= 2.481$, $p= 0.2892$). A taxa de emissão de grasnidos também não sofreu variações significativas ($\chi^2= 0.0934$, $p= 0.9544$).

O teste foi também aplicado utilizando-se apenas as sessões com presença de apenas um barco e também não houve mudança em nenhum dos parâmetros investigados (taxa de assobios $\chi^2= 0.0316$, $p= 0.9843$; frequência média $\chi^2= 0.245$, $p= 0.8847$; espectro de frequência $\chi^2= 0.945$, $p= 0.6234$; duração $\chi^2= 0.455$, $p= 0.7965$; intensidade $\chi^2= 0.3768$, $p= 0.8283$; taxa de grasnidos $\chi^2= 1.4189$, $p= 0.4919$; tamanho de grupo $\chi^2= 1.9585$, $p= 0.3756$).

DISCUSSÃO

Não há dúvidas sobre a existência do impacto acústico proveniente das atividades antropogênicas sobre a fauna, mas ainda não se sabe ao certo qual consequência deles sobre as populações atingidas (PERRY, 1998; ERBE, 2002). No presente estudo foi utilizado um método de avaliação da resposta de botos-cinza a impactos acústicos gerados pelo tráfego de embarcações presentes na Baía de Trapandé através da análise de seu comportamento acústico.

A presença de impactos no ambiente marinho causa influência inclusive sobre as atividades antropogênicas desenvolvidas nesse ambiente. Em uma pesquisa feita por RAMIRES *et al.* (2000) os pescadores do litoral sul, incluindo Cananéia, relataram que a qualidade e a quantidade do pescado diminuiu, sendo esse fato atribuído à poluição dos rios, a super-exploração dos recursos pesqueiros e a degradação dos ambientes aquáticos da região pelas empresas de retirada de areia dos rios.

A partir do método de verificação de resposta aos impactos acústicos aplicado na presente população de botos de Cananéia não foi possível confirmar nenhum tipo de alteração do comportamento acústico dos botos-cinza causado pela produção de ruído das embarcações. Contudo, a ausência de resposta não representa necessariamente a ausência de pressão causada pelo tráfego de embarcações, pois existem outras fontes não-acústicas de impacto na atividade das embarcações como vazamento de óleo, colisões e interação com aparatos de pesca (MOORE & CLARK, 2000). A longo prazo, existem três processos que podem ocorrer em relação aos impactos ambientais; os animais podem adquirir tolerância ao impacto, se habituar a eles ou aumentar sua sensibilidade a eles (RICHARDSON *et al.*, 1995; ERBE, 2002). No caso em questão é possível que tenha ocorrido a habituação e/ou tolerância aos ruídos gerados pelas atividades pesqueiras, turísticas e de transporte no ambiente estuarino de Cananéia, fazendo com que os botos não apresentem nenhuma resposta específica a essas atividades.

Os testes estatísticos foram aplicados sobre todas as amostras selecionadas aleatoriamente, mas o tráfego de embarcações encontrado no período de coleta das amostras foi muito grande (10 barcos/hora), havendo a exposição dos grupos a mais de uma embarcação simultaneamente em muitas ocasiões, sendo então os períodos de exposição (antes, durante e depois) das diferentes embarcações sobrepostos. Mesmo que se optasse pela análise de todo envelope de ruído como uma única fonte de som, as embarcações não permaneciam pelo mesmo tempo na área de estudo. Para verificar se a ausência de resposta se deve a esse fato, o teste foi aplicado sobre o conjunto de amostras em que havia a presença de apenas uma embarcação, mas o resultado obtido foi o mesmo.

Foi observada durante a análise acústica a repetição de assobios com mesmo padrão de modulação de frequência em um mesmo período, podendo indicar a presença de um indivíduo emitindo o seu assobio assinatura. Os assobios além de serem utilizados para comunicação servem também no reconhecimento de indivíduos (CALDWELL *et al.*, 1990 *apud*. ROSSI-SANTOS & PODOS, 2006). Esse elemento já vem sendo estudado em muitos grupos de cetáceos, mas ainda não foi confirmado para *S. guianensis*. Considerando o assobio assinatura, há mais um agravante no impacto acústico sobre os botos. A presença de ruídos intensos no ambiente pode afetar a coesão do grupo, principalmente entre filhotes e a mãe. REZENDE (2000) e VAN PARIJS & CORKERON (2001) detectaram um aumento da taxa de vocalizações nos períodos posteriores a passagem de embarcações, provavelmente devido à necessidade de restabelecimento da coesão do grupo, principalmente entre mães e filhotes, já que em grupos com presença de filhotes houve maior aumento na taxa de assobios (VAN PARIJS & CORKERON, 2001).

Em algumas regiões como a Lagoa Guerrero Negro, Baja Califórnia/México, houve o abandono do hábitat por cetáceos, reocupado quando o tráfego de embarcações foi reduzido (BREJANT *et al.*, 1984 *apud*. MOORE & CLARK, 2002). No estudo de FOOTE *et al.* (2004) também foi registrado um declínio da população de orcas desde 1996, provavelmente causado pelo tráfego de embarcações. A continuidade da utilização da área e a

ausência de resposta da população da região de Cananéia evidencia a importância ecológica do habitat para essa espécie.

Quando comparados com os resultados de REZENDE (2000), também obtidos a partir de uma população de botos-cinza de Cananéia, podemos observar que atualmente os botos apresentam assobios com frequências maiores e de maior intensidade, o que é uma evidência de que os botos tenham alterado seu repertório acústico a longo prazo, apresentando portanto, mudanças definitivas nos sinais acústicos, enquanto no presente trabalho foram investigadas apenas respostas imediatas. Um trabalho realizado com o boto-cinza na Baía de Sepetiba (ERBER & SIMÃO, 2004) registrou assobios de alta frequência e de longa duração; um trabalho realizado em rios da América Latina e do Sul com populações mistas de *S. guianensis* e *Inia geofrensis* apresentou vocalizações tanto de baixa como de alta frequência, sendo as de alta frequência atribuídas aos indivíduos de *S. guianensis* (DING *et al.*, 2003); em um estudo de SAUERLAND & DEHNHARDT (1997) o audiograma obtido sugere que a banda de audição mais sensível do boto-cinza seja entre 64 e 105 kHz, sendo compreensível que sua vocalização seja predominantemente de alta frequência, mas deve se ter cautela ao comparar dados de populações de diferentes regiões, pois existem variações no repertório acústico de região para região (ROSSI-SANTOS & PODOS, 2006; ERBER & SIMÃO, 2004).

A alteração da taxa de vocalizações foi observada no estudo de REZENDE (2000) e em estudos utilizando outras espécies de cetáceos como baleias-cinza (DAHLHEIN, 1987 *apud.* MOORE & CLARK, 2002) e o golfinho-corcunda do Pacífico (*Sousa chinensis*) (VAN PARIJS & CORKERON, 2001). As alterações no tipo, taxa e frequência dos chamados emitidos pode ocorrer, provavelmente, com a finalidade de aumentar sua detectabilidade (LESAGE *et al.*, 1993 *apud.* RICHARDSON *et al.*, 1995; PERRY, 1998).

Os mamíferos marinhos são capazes de modular seu repertório acústico de acordo com as variáveis ambientais e antropogênicas, como a utilização do habitat por outras espécies e ruídos ambientais (MORISAKA *et al.*, 2005) e presença de tráfego de embarcações. Na região estudada, as embarcações emitem sons de baixa frequência que variam entre 2 e 10 kHz, podendo causar

mascamamento dos sons ou transmissão parcial de suas mensagens, dessa forma, os botos-cinza podem ter alterado seu repertório definitivamente para que a passagem dos barcos não impedisse sua comunicação mesmo que temporária.

Em alguns odontocetos, incluindo toninhas da família Phocoenidae, golfinhos do gênero *Cephalorhynchus*, cachalotes anões (*Kogia breviceps*) e as toninhas ou franciscanas da família Pontoporiidae, a evolução do repertório acústico fez com que houvesse ausência de assobios e em seu lugar, estalidos de alta frequência, fracos e com banda de frequência estreita. MORISAKA & CONNOR (2007) explicam essa evolução através da hipótese “acoustic crypsis”, na qual o desenvolvimento desse sistema de comunicação ocorre provavelmente pelo risco de predação por orcas, no qual são utilizados sons pobremente ou não captados pelo sistema auditivo das orcas (< 2 e > 100 kHz). Alguns autores acreditam na possibilidade dos animais apresentarem comportamento de esquiva ou mudança do comportamento, acústico e não-acústico, por associarem barcos a predadores (BUCKSTAFF, 2004), mas outros não consideram que ocorra essa associação já que os animais se aproximam de barcos com motor desligado ou em baixa rotação (SCHEVILL, 1968 *apud*. PERRY, 1998; DO VALE & MELO, 2006), reforçando que a causa da esquiva seja o ruído das embarcações.

A melhor explicação para as alterações das frequências utilizadas causadas pelo ruído de embarcações é a hipótese do nicho (em inglês, *Niche Hypotesis*), na qual as mudanças no repertório ocorrem em resposta à acústica do ambiente para assegurar que a informação nele contida seja transmitida. No estudo de MORISAKA (2005), os golfinhos nariz-de-garrafa do Indo-Pacífico (*Tursiops aduncus*) em ambientes mais ruidosos apresentavam vocalizações com baixa frequência e pouca modulação; já em ambientes sem muito barulho, as frequências observadas são menos restritas e com maior modulação.

Durante a análise de impactos através da vocalização dos animais devem ser levados em conta alguns fatores como tipo de atividade desenvolvida no momento, composição do grupo e características da fonte do

ruído, como tipo de embarcação, velocidade de deslocamento, distância, direção do deslocamento e tempo de exposição.

Em alguns estudos foram observadas diferenças significativas apenas em determinadas atividades como o deslocamento (SANTOS-JR *et al.*, 2006) e socialização (CONSTANTINE, 1999), e o forrageio foi identificado como atividade menos suscetível a interrupções (CONSTANTINE & BAKER, 1997). Os resultados do trabalho de REZENDE (2000) foram obtidos a partir de observações feitas durante atividades de alimentação. No estudo não foi feita comparação entre diferentes atividades dos grupos de botos, pois as atividades não foram identificadas em mais da metade dos grupos observados. Apesar dos estalidos não terem sido utilizados nas análises, foi observado que os estalidos se mantinham mesmo quando o ruído das embarcações era intenso e não havia emissão de nenhum outro sinal acústico, isso pode ser explicado pela função de forrageio dos estalidos (VAN PARIJS & CORKERON, 2001). Geralmente os cetáceos costumam retomar a atividade interrompida pela passagem de uma embarcação como observado em um estudo com baleia cinza (*Eschrichtius robustus*) (MOORE & CLARK, 2002).

É observado que a frequência e intensidade do distúrbio dependem também do número e velocidade das embarcações, e da atividade e idade dos animais (BLANE, 1990; BLANE & JAAKSON, 1994 *apud.* RICHARDSON *et al.*, 1995), além da localidade já que é observado que em regiões de águas rasas a resposta dos animais é maior devido às características de propagação e atenuação do som (BUCKSTAFF, 2004).

Algumas organizações como a NMFS (National Marine Fisheries Service) estabelecem diretrizes para operadores de barco, como manter distâncias de pelo menos 90 metros dos animais, evitarem mudanças repentinas de velocidade e direção, não separar mães e filhotes e não cruzar ou restringir os movimentos dos animais (MOORE & CLARK, 2002). As belugas não fogem de grandes embarcações que se deslocam com velocidade constante em uma direção única, mas fogem de pequenas embarcações que se deslocam aleatoriamente e rapidamente (RICHARDSON *et al.*, 1995).

AU & GREEN (1999) realizaram um estudo no qual foram feitas gravações de barcos de avistamento de baleias corcundas (*Megaptera novalangliae*) a uma distância de 90 metros para verificar qual era o impacto do ruído das embarcações. Foi verificado então que a essa distância as baleias corcundas podem detectar os ruídos dos barcos, mas que ele é pouco intenso e não poderia causar danos auditivos aos animais, mas não foram consideradas respostas comportamentais à presença dos barcos e seus ruídos. Como cada espécie reage de um modo em determinados locais, é importante a execução de estudos que investiguem respostas de acordo com a distância entre as embarcações e os animais (BAIN *et al.*, 2006) para definir adequadamente diretrizes de manejo para cada local, já que existem variações na vocalização dos animais entre diferentes espécies e até mesmo entre indivíduos de uma mesma população (AZEVEDO & VAN SLUYS, 2004; CAMARGO *et al.*, 2006; ROSSI-SANTOS & PODOS, 2006).

É necessário também o estabelecimento de diretrizes para pesquisa de cetáceos, pois a aproximação e perseguição dos pesquisadores através de barcos podem causar impactos, devendo haver um limite de aproximação máxima. Em alguns casos a aproximação pode ser menor como em estudos bioacústicos, havendo a alternativa de gravação em ponto fixo também, mas nos casos de coleta de material para biópsia deve ser escolhida uma estratégia que não cause sensibilização dos animais, já que é observado em alguns casos a esquiva dos animais a barcos de pesquisa que já realizaram aproximação do animal para coleta de material anteriormente.

As pesquisas bioacústicas para avaliação de impactos de embarcações sobre cetáceos podem prover melhores dados, pois muitos estudos avaliam seu impacto a partir de registros de encalhe, que não representam uma parcela muito representativa da população de uma determinada espécie de cetáceo, ou de observações visuais do comportamento de superfície dos animais, que podem trazer dificuldades por se tratar de espécies que podem passar boa parte do tempo submersos (VAN PARIJS & CORKERON, 2001). A bioacústica também é utilizada como ferramenta para outros estudos como estimativas de

população (VAN PARIJS *et al.*, 2002) e localização (FREITAG & TYACK, 1992).

Contudo, as pesquisas bioacústicas desenvolvidas em ambientes abertos podem ser dificultadas por alguns fatores. Não há controle sobre o número de indivíduos ou quais deles estão vocalizando em dado momento (FREITAG & TYACK, 1992), orientação relativa dos animais ao hidrofone, e outras características como sexo ou idade (RICHARDSON *et al.*, 1995). A realização de estudos bioacústicos em cativeiro não solucionam esse obstáculo, pois em cativeiro o comportamento e repertório acústico do animal pode não ser o mesmo mantido em seu hábitat natural (RICHARDSON *et al.*, 1995). É imprescindível em estudos bioacústicos a disponibilização da sensibilidade do equipamento utilizado para a aquisição das amostras, já que para a comparação entre os resultados de diferentes estudos pode ocorrer limitações.

O delineamento dessa pesquisa foi feito com base em outros estudos já desenvolvidos (REZENDE, 2000; VAN PARIJS & CORKERON, 2001), sendo um deles realizado em outra localidade, mas deveriam ser feitos ajustes às características da população estudada e do tráfego de embarcações do local para melhores resultados. As observações visuais poderiam ser acompanhadas de gravações por câmera, que poderiam ser acessadas quando necessário durante a análise das amostras. Para melhor investigação da presença de resposta acústica os períodos de análises anteriores e posteriores à exposição às embarcações poderiam ser superiores a um minuto.

Tanto o tráfego de barcos (1 barco/h) como a frequência de grupos de indivíduos é menor no trabalho de VAN PARIJS & CORKERON (2001) do que no estudo em questão (10 barcos/hora). Resultados diferentes para regiões com tráfego mais intenso de embarcações já eram esperados. Além da dificuldade do monitoramento do elevado número de botos e embarcações, em determinadas horas do dia, devido ao efeito de entrada da maré, o hidrofone captava sons de golfinhos e barcos fora da área de estudo delimitada.

Como já discutido anteriormente, ocorrem alterações nas vocalizações entre diferentes espécies, populações e até mesmo entre indivíduos, então

talvez o acompanhamento da reação de cada indivíduo fosse mais apropriado para a investigação da presença de alterações dos parâmetros acústicos da vocalização de cetáceos, o que não seria possível de se realizar numa população de densidade tão grande quanto a população de botos-cinza de Cananéia.

Vários autores enfatizam a necessidade de se realizar estudos que avaliem efeitos a longo prazo dos ruídos antropogênicos no ambiente marinho (NRC, 2003) e que avaliem os efeitos desse impactos sobre os indivíduos na população como um todo (NRC, 2003; NOWACEK *et al.*, 2007). Pois, como podemos concluir a partir desse trabalho a investigação de impactos ambientais apenas a curto prazo pode levar a conclusões errôneas, sendo necessário o acompanhamento temporal da situação estudada. Através da avaliação utilizando-se apenas os dados obtidos nesse estudo concluiríamos a inexistência de impacto acústico causado pelas embarcações presentes no local, mas com a comparação com resultados de um estudo anterior (REZENDE, 2000) da mesma região foi possível levantar a hipótese de alteração definitiva do repertório acústico ao longo do tempo. É prioridade então o desenvolvimento de estudos acústicos de longo-prazo (HILDEBRAND, 2004).

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- AU, W. W. L. & GREEN, M. Acoustic interaction of humpback whales and whale-watching boats. **Marine Environmental Research**, 49, 469±481, 2000.
- AU, W. W. L. & HERZING, D. L. Echolocation signals of wild Atlantic spotted dolphin (*Stenella frontalis*). **J. Acoust. Soc. Am.**, 113 (1), p. 598-604, 2003.
- AU, W. W. L. The Dolphin Sonar: Excellent Capabilities In Spite of Some Mediocre Properties. Eds. Porter, M.B.; Siderius M. e Kuperman W., AIP, NY, pp. 247-259, 2004.
- AU, W. W. L.; NACHTIGALL, P. E. & PAWLOSKI, J. L. Acoustic effects of the ATOC signal (75 Hz, 195 dB) on dolphins and whales. **J. Acoust. Soc. Am.**, 101 (5), p. 2973-2977, 1997.
- AZEVEDO, A. F. & VAN SLUYS, M. Whistles of tucuxi dolphins (*Sotalia fluviatilis*) in Brazil: Comparisons among populations. **J. Acoust. Soc. Am.** v. 117 (3), p. 1456–1464, 2005.
- BAIN, D. E.; SMITH, J.; WILLIAMS, R. & LUSSEAU, D. Effects of Vessels on Behavior of Southern Resident Killer Whales (*Orcinus* Spp.). **NMFS Contract Report nº**. AB133F03SE0959 and AB133F04CN0040, 2006.
- BUCKSTAFF, K. C. Effects of Watercraft Noise on the Acoustic Behavior of Bottlenose Dolphins, *Tursiops truncatus*, in Sarasota Bay, Florida. **Marine Mammal Science**, 20(4):709-725, 2004.
- CAMARGO, F. S.; ROLLO, M. M., JR.; GIAMPAOLI, V. & BELLINI, C. Whistle variability in South Atlantic spinner dolphins from the Fernando de

- Noronha Archipelago off Brazil. **J. Acoust. Soc. Am.** 120 (6), pp. 4071-4079, 2006.
- CALDWELL, M. C.; CALDWELL, D. K. Vocalization of Naive Dolphins in Small Groups. **Science**, New Series, v. 159, n. 3819, pp. 1121-1123, 1968.
- CONSTANTINE, R. Effects of tourism on marine mammals in New Zealand. Wellington, N.Z. Science for Conservation: 106. Department of Conservation, Wellington, New Zealand. 60 pp. 1999.
- DING, W.; WÜRSIG, B & LEATHERWOOD, S. Whistles of boto, *Inia geoffrensis*, and tucuxi, *Sotalia fluviatilis*. **J. Acoust. Soc. Am.**, 109 (1), p. 407-411, 2001.
- ERBE, C. Underwater noise of whale-watching boats and potential effects on killer whales (*Orcinus orca*), based on acoustic impact model. **Marine Mammal Science**, 18 (2): 394-418, 2002.
- 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**, 76(2): 381-385, 2004.
- EVANS, W. E. Echolocation by marine delphinids and one species of fresh-water dolphin. **The Journal of the Acoustical Society of America**, p. 191-199, 1973.
- FOOTE A. D.; OSBORNE, R. W.; HOELZEL, A. R. Whale-call response to masking boat noise. **Nature**, v. 428, 2004.
- FREITAG, L. E. & TYACK, P. L. Passive acoustic localization of the Atlantic bottlenose dolphin using whistles and echolocation clicks. **J. Acoust. Soc. Am.**, v. 93, n. 4, p. 2197-2205, 1993.

- GEISE, L.; GOMES, N.; CERQUEIRA, R. Behaviour, Habitat Use and Population Size of *Sotalia fluviatilis* (Gervais, 1853) (Cetacea, Delphinidae) in the Cananéia Estuary Region, São Paulo, Brazil. **Rev. Brasil. Biol.**, 59 (2): 183-194, 1999.
- HASTIE, G. D.; WILSON, B.; TUFFT, L.; THOMPSON, P. M. Bottlenose Dolphins Increase Breathing Synchrony in Response to Boat Traffic. **Marine Mammal Science**, 19(1):74-84, 2003.
- HETZEL, B. & LODI, L. **Baleias, botos e golfinhos** – Guia de identificação para o Brasil. Editora Nova Fronteira, 1993. 279 pp.
- HILDEBRAND, J. Impacts of Anthropogenic Sound on Cetaceans. Paper submitted to the International Whaling Commission Scientific Committee (2004) (SC/56/E13).
- IBAMA. **Mamíferos Aquáticos do Brasil** – Plano de ação, versão II. Instituto Brasileiro do Meio Ambiente e dos Recursos Naturais Renováveis, segunda edição, 2001. 102 pp.
- JANIK, V. M., & THOMPSON, P. M. Changes in surfacing patterns of bottlenose dolphins in response to boat traffic. **Marine Mammal Science** 12:597-602, 1996.
- JAQUET, N.; DAWSON, S.; & DOUGLAS, L. Vocal behavior of male sperm whales: Why do they click? **J. Acoust. Soc. Am.** 109 (5), pp. 2254-2259, 2001.
- LEMON, M.; LYNCHA, T. P.; CATOC, D. H.; HARCOURTA, R. G. Response of travelling bottlenose dolphins (*Tursiops aduncus*) to experimental

approaches by a powerboat in Jervis Bay, New South Wales, Australia. **Biological Conservation**, 127, p. 363-372, 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**, 15(1), p. 65-84, 1999.

LODI, L. Tamanho e Composição de Grupo dos Botos-Cinza, *Sotalia guianensis* (Van Bénéden, 1864) (Cetacea, Delphinidae), na Baía de Paraty, Rio de Janeiro, Brasil. **Atlântica, Rio Grande**, 25(2), p. 135-146, 2003.

McCAULEY, R. D.; FEWTRELL, J.; DUNCAN, A. J.; JENNER, C.; JENNER, M.; PENROSE, J. D.; PRINCE, R. I. T.; ADHITYA, A.; MURDOCH, J.; McCABE, K. **Marine Seismic Surveys: Analysis And Propagation Of Air-Gun Signals; And Effects Of Air-Gun Exposure On Humpback Whales, Sea Turtles, Fishes And Squid**. Project CMST 163, Report R99-15 from Centre for Marine Science and Technology, Curtin University of Technology, Perth, Western Australia, Australia, 2000, 198 pp.

McIWEM, J. A. D. Likely sensitivity of bottlenose dolphins to pile-driving noise. **Water and Environment Journal**, p. 48–54, 2006.

MONTEIRO-FILHO, E. L. A. & K. D. K. A. MONTEIRO. Low-frequency sounds emitted by *Sotalia fluviatilis guianensis* (Cetacea: Delphinidae) in an estuarine region in southeastern Brazil. **Canadian Journal of Zoology** 79: 59-66, 2001.

- MOORE, S. E.; CLARK, J. T. Potential impact of offshore human activities on gray whales (*Eschrichtius robustus*). **J. Cetacean Res. Manage**, 4(1):19–25, 2002.
- MORISAKA, T. & CONNOR, R. C. Predation by killer whales (*Orcinus orca*) and the evolution of whistle loss and narrow-band high frequency clicks in odontocetes. **Journal Compilation 2007 European Society for Evolutionary Biology**, p. 1439–1458, 2007.
- MORISAKA, T.; SHINOHARA, M.; NAKAHARA, F. & AKAMATSU, T. Effects of Ambient Noise on the Whistles of Indo-Pacific Bottlenose Dolphin Populations. **Journal of Mammalogy**, 86(3), p. 541–546, 2005.
- NRC (NATIONAL RESEARCH COUNCIL). Ocean Noise and Marine Mammals. National Academies, Washington, D.C., 2003.
- NOWACEK, D. P.; THORNE, L. H; JOHNSTON, D. W. & TYACK, P. L. Responses of cetaceans to anthropogenic noise. **Mammal Rev.**, v. 37, n. 2, p. 81–115, 2007.
- PERRY, C. A Review of the Impact of Anthropogenic Noise on Cetaceans. 50th Meeting of the International Whaling Commission, 1998.
- PIVARI, D. & ROSSO, S. Whistles of small groups of *Sotalia fluviatilis* during foraging behavior in southeastern Brazil. **J. Acoust. Soc. Am.**, 118(4), p. 2725-273, 2005.
- R DEVELOPMENT CORE TEAM (2007). R: A language and environment for statistical computing. R Foundation for Statistical Computing, Vienna, Austria. ISBN 3-900051-07-0, URL <http://www.R-project.org>.

- RAMIRES, M.; BARRELLA, W.; CLAUZET, M. A pesca artesanal no Vale do Ribeira e Litoral Sul do estado de São Paulo-Brasil. Resumo no I Encontro Associação Nacional de Pós-Graduação e Pesquisa em Ambiente e Sociedade, Indaiatuba – SP, 2002.
- RENDELL, L. E.; WHITEHEAD, H. Vocal Clans in Sperm Whales (*Physeter macrocephalus*). **Proceedings: Biological Sciences**, v. 270, n. 1512, pp. 225-231, 2003.
- REZENDE, F. **Bioacústica e alterações acústico comportamentais de *Sotalia fluviatilis guianensis* (Cetaceae, Delphinidae) frente a atividade de embarcações na Baía de Trapandé, Cananéia, SP.** Dissertação de Mestrado – Programa de Pós Graduação em Ecologia e Recursos Naturais. Centro de Ciências Biológicas e da Saúde. UFSCar. 82p.
- RICHARDSON, W. J.; GREENE C. R. J.; MALME C. I.; THOMSON D. H. **Marine Mammals and Noise.** New York: Academic Press, 1995.
- ROSSI-SANTOS, M. R.; PODOS, J. Latitudinal variation in whistle structure of the estuarine dolphin *Sotalia guianensis*. **Behaviour** 143, 347-364, 2005.
- SANTOS-JR, E.; PANSARD, K. C.; YAMAMOTO, M. E.; CHELLAPPA, S. Comportamento do boto-cinza, *Sotalia guianensis* (Van Bénédén) (Cetacea, Delphinidae) na presença de barcos de turismo na Praia de Pipa, Rio Grande do Norte, Brasil. **Revista Brasileira de Zoologia** 23 (3): 661-666, setembro, 2006.
- SAUERLAND, M. & DEHNHARDT, G. Underwater audiogram of a tucuxi (*Sotalia fluviatilis guianensis*). **Acoustical Society of America**, 103 (2), p. 1199- 1204, 1998.

- SCHAEFFER-NOVELLI, Y.; MESQUITA, H. S. L.; CINTRÓN-MOLERO, G. The Cananéia Lagoon Estuarine System, São Paulo, Brazil. **Estuaries**, v. 13, n. 2, pp. 193-203, 1990.
- SILVA, V. M. F & BEST, R. C. *Sotalia fluviatilis*. **Mammalian Species**, n. 527, *Sotalia fluviatilis*, p. 1-7, 1996.
- VALLE, A. L. & MELO F. C. C. Alterações comportamentais do golfinho *Sotalia guianensis* (Gervais, 1953) provocadas por embarcações. **Biotemas**, 19 (1), 2006.
- VAN PARIJS, S. M.; Boat traffic affects the acoustic behaviour of Pacific humpback dolphins, *Sousa chinensis*. **J. Mar. Biol. Ass. U. K.**, 81, p. 533-538, 2001.
- VAN PARIJS, S. M.; CORKERON, P. J. Evidence for Signature Whistle Production by a Pacific Humpback Dolphin, *Sousa chinensis*. **Marine Mammal Science**, 17(4):944-949, 2001.
- VAN PARIJS, S. M.; SMITH, J.; CORKERON, P. J. Using Calls to Estimate the Abundance of Inshore Dolphins: A Case Study with Pacific Humpback Dolphins *Sousa chinensis*. **The Journal of Applied Ecology**, v. 39, n. 5, p. 853-864, 2002.
- WDCS. SIMMONDS, M.; DOLMAN, S. & WEILGART, L. (eds). **Oceans of Noise 2004**. A Whale and Dolphin Conservation Society Science Report, 2003, 168p.