

ANNA CAROLINA KEINERT

**ANÁLISE DOS RUIDOS PRODUZIDOS POR EMBARCACÕES SOBRE UMA
POPULAÇÃO DE BOTO CINZA, *Sotalia guianensis* (Cetacea: Delphinidae), NO
ESTADO DO PARANÁ**

Monografia de bacharelado apresentada à disciplina
de Estágio em Zoologia do curso de Ciências
Biológicas da Universidade Federal do Paraná.

Orientador: Prof. Dr. Emygdio Leite de Araujo
Monteiro-Filho.

CURITIBA

2006

AGRADECIMENTOS

Aos meus pais, Sidon e Lourdes, por serem sempre a minha base para tudo, pelos conselhos, apoio incondicional, apoio financeiro, pela dedicação, por serem o meu refúgio nos momentos de aflição e o colo nas horas de tristeza, pela paciência, compreensão, e pelo amor incondicional, infelizmente não há palavras suficientes para descrever o amor e a gratidão que tenho por essas pessoas que me levaram a ser e a conquistar tudo o que sou hoje.

Ao meu irmão, Keko, pelo apoio, incentivo, compreensão, amizade e amor sempre disponíveis.

Ao Prof. Emydgio por ter me dado a oportunidade de realizar um sonho presente antes de iniciar a faculdade, pela confiança, amizade, e principalmente pelo tempo e atenção dedicados com conselhos, orientações e lições de vida. Professores sempre passam pela nossa vida, mestres sempre deixam a sua marca e o seu exemplo em nossas lembranças e corações.

Às colegas de estágio, Camila e Lisa, pelos conselhos, pela ajuda e pelo exemplo dado, e aos colegas Ângela e Manu pelas conversas sempre divertidas na sala do professor.

Às colegas de turma e de campo, Dani e Glaucia, por me ajudarem montando equipamento no campo, pela companhia nas horas de chuva, pelas conversas, pelas horas compartilhadas de stress, tristezas e alegrias que me fizeram aprender um pouco mais sobre convivência e amizade, momentos que sempre vão ficar guardados com carinho.

Aos colegas de turma pelas horas maravilhosas de convivência nesses quatro anos, pelas risadas, pelas brigas, pelas festas, pela união, e apesar de não nos vermos mais todos os dias sempre vou carregar comigo lembranças de todos que nunca se apagarão.

Às minhas colegas e amigas super poderosas, Eli e Gabi, pelo carinho, pelas confidências, pelo ombro amigo, pelos conselhos, pelos momentos que passamos juntas, por sempre estarem dispostas a me socorrer e por serem sempre assim, louquinhas que eu amo!!!!!!!

À Denise, minha amiga meiguinha por sempre estar disposta a conversar nos momentos difíceis, alegres e de bobeira.

À Dona Ernesta e Seu Marcos, por sempre me acolherem com muito carinho em sua casa, como se eu fosse sua filha e pelo apoio durante todo esse tempo.

Aos meus amigos, Fran e Akira, pela companhia nas horas difíceis e nas horas de festa, por sempre estarem presentes na minha vida e por serem como uma família para mim.

Ao Seu Carlinhos e Dona Elenilda da Ilha das Peças, por nos receberem em sua pousada sempre com muito carinho e atenção.

Ao Hugo e sua família, por nos receberem em sua casa sempre de bom humor e com carinho, apesar de serem acordados cedo no sábado, e por nos receberem calorosamente quando voltávamos cansadas da Ilha.

Ao Instituto de Pesquisas Cananéia, por permitirem que eu “entrasse” nesse mundo maravilhoso do boto-cinza e pelo incentivo a pesquisa através do empréstimo de equipamento e apoio literário.

À Universidade Federal do Paraná, por possibilitar uma formação consciente e de alta qualidade, e por incentivar a realização de pesquisa através de seus professores e alunos retornando à comunidade o investimento que é realizado.

Índice

Resumo	iv
1. Introdução	1
2. Material e métodos	4
2.1 Área de estudo	4
2.2 Boto-cinza (<i>Sotalia guianensis</i>)	5
2.3 Procedimentos	7
3. Resultados	8
3.1 Ruídos produzidos por embarcações	8
3.2 Sons emitidos pelo boto-cinza	16
3.3 Relação entre os ruídos das embarcações e sons emitidos por <i>Sotalia guianensis</i>	16
4. Discussão	22
Referências Bibliográficas	31

Resumo

Cetáceos utilizam energia acústica na exploração do ambiente subaquático para navegar, detectar presas, indicar posição, território, posição social, fugir de obstáculos e predadores. Deste modo, atividades que produzam ruídos podem ocasionar diferentes tipos de impactos nas populações como morte, diminuição da fertilidade, mudança do repertório vocal e abandono de área. Na região da Ilha das Peças, localizada dentro do complexo estuarino da Baía de Paranaguá no Estado do Paraná, o tráfego de embarcações não é controlado. Essa região é habitada por uma população de boto-cinza, *Sotalia guianensis*, espécie que se distribui ao longo da costa atlântica da América do Sul e Central, habitando desde estuários e baías protegidas até áreas estritamente costeiras. O objetivo deste trabalho é analisar o impacto dos ruídos dos diferentes motores de embarcações na emissão de sons pelo boto-cinza, na região da Ilha das Peças. Os ruídos analisados foram produzidos por diferentes tipos de embarcações classificadas em bote inflável, voadeira, bateira, baleeira, escuna, lancha, veleiro, jet sky e iate, que apresentavam diferentes tipos de motores. Sendo que embarcações com motores de poupa apresentaram maior número de interferência negativa na emissão de sons pelo boto-cinza, fazendo com que o mesmo altere a faixa de frequência (Hz) ou a intensidade do som (dB) produzido. Além disso, também foi observado que o ruído produzido por essas embarcações pode estar causando uma sobreposição com o espectro de comunicação utilizado por *Sotalia guianensis*. Para as embarcações com motores em baixa rotação não foi observada interferência negativa na emissão de sons pelo boto-cinza. O aumento do movimento de embarcações de turismo, de forma desorganizada e não regulamentada, principalmente em finais de semana e feriados pode estar ameaçando de forma antropogênica a população.

Palavras chave: *Sotalia guianensis*, impacto, embarcações, Ilha das Peças.

1. Introdução

Como todos os animais, cetáceos necessitam localizar comida, navegar, e achar parceiros. Quando os Pachecetos, grupo ancestral de Cetacea, passaram a habitar o oceano, essas funções deveriam ser cumpridas na água, um escuro e denso ambiente quando comparado ao ambiente terrestre. Sendo assim, o som tornou-se um meio fundamental sensorial e de comunicação para cetáceos (Ketten, 1992).

O método mais efetivo para um animal explorar o ambiente subaquático para os propósitos de navegação, detecção de presas, fuga de obstáculos e predadores, é por energia acústica. Além disso, mamíferos marinhos também emitem sons para indicar posição, identificação, território e posição social. Outros tipos de energia como eletromagnetismo, energia térmica, e luz são severamente atenuadas na água. Deste modo, o uso de ecolocalização (vibrações moleculares que viajam na velocidade do som) e acústica passiva, são ideais para os cetáceos (Au, 1993; Richardson *et al.* 1995).

A acústica pode ser definida como geração, transmissão, e recepção de energia na forma de ondas de vibração. O fenômeno acústico mais familiar está associado com a sensação do som, ou seja, o número de vibrações de uma onda medida em ciclos por segundo, sendo denominada de frequência (Hz). Além da faixa sônica (audível por humanos), ocorrem também frequências ultrasônicas acima de 20.000 Hz e frequências infrasônicas abaixo de 20Hz (Kinsler *et al.*, 1982). Outra medida usada para definir a energia acústica é o sistema logaritmo de decibel (dB), tradicionalmente usado para descrever a intensidade e pressão das ondas acústicas, ou seja, a quantia de energia por segundo (força) que cruza uma unidade de área. Sendo assim, a emissão de sons subaquáticos pode ser medida através de hidrofones, que são usualmente transdutores que convertem pressão sonora em voltagens elétricas proporcionais (Brekhovskikh *et al.*, 1990).

Neste trabalho as emissões sonoras do boto-cinza serão analisadas com base na pesquisa de Monteiro-Filho e Monteiro (2001) que demonstrou quatro tipos sonoros, baseados nas características físicas e nos sons audíveis, sendo diferenciados em assobios, gritos, estalidos (utilizados na ecolocalização) e gargarejos.

Os cetáceos têm alta dependência dos sons para comunicação e orientação, sendo que atividades que provocam ruídos, como o tráfego de embarcações, podem causar impactos como alterações comportamentais de diversos tipos, mudança do repertório vocal até o abandono de áreas. O impacto é consequência de uma ou mais atividades humanas que produzem algum efeito como morte, diminuição da fertilidade ou reações comportamentais sobre a população animal (Weddekin *et al.*, 2005).

Weddekin *et al.* (2005) determinou que a poluição sonora está em terceiro lugar na matriz de ordenamento dos impactos sobre o boto-cinza na Baía Norte – SC, segundo critérios de magnitude e reversibilidade, mas não avaliou os parâmetros físicos das emissões sonoras.

No Brasil, apenas Rezende (2000) e Gonçalves (2003) trabalharam com parâmetros de interferência dos ruídos de embarcações nas emissões sonoras de *Sotalia guianensis*. No trabalho de Rezende (2000) foram encontrados valores de frequência dos ruídos de embarcações variando entre 0,001 e 22kHz, valores que estão dentro da faixa audível de *Sotalia guianensis* seguindo os sinais acústicos encontrados por Monteiro-Filho (1991) e Toscano (1996) com frequências entre 0,001 e 24kHz para a mesma espécie.

Rezende (2000) demonstrou que o ruído produzido por embarcações é semelhante ao espectro de comunicação de *Sotalia guianensis*, possivelmente ocorrendo sobreposição e, conseqüentemente, prejudicando tanto a comunicação entre indivíduos, quanto a captura de alimentos. Demonstrou também que além de se

esquivarem fisicamente os botos também se esquivam acusticamente em relação às embarcações como, por exemplo, diminuindo a taxa de emissão de sinais.

Todas as energias registradas no trabalho de Gonçalves (2003) para ruídos produzidos por embarcações ocorreram no intervalo das energias emitidas pela espécie em questão, corroborando com os resultados obtidos por Rezende (2000). Além disso, o trabalho de Gonçalves (2003) sugere que *Sotalia guianensis* pode se adaptar à interferência negativa em curto prazo utilizando o mecanismo de nicho acústico, quando na presença de embarcações.

Assim como no estuário de Cananéia, no litoral do Estado de São Paulo (Rezende, 2000; Gonçalves, 2003), e na região costeira do Estado de Santa Catarina (Weddekin *et al.*, 2005), a população de boto-cinza encontrada na Ilha das Peças pode estar sofrendo ameaça antropogênica pelo aumento do movimento de embarcações de turismo que visitam a região, de forma desorganizada e não regulamentada, principalmente em finais de semana e feriados. Além da poluição sonora, a espécie pode estar exposta à perda de habitat, capturas acidentais e encontros intencionais por embarcações de turismo e lazer (Gonçalves, 2003).

Deste modo, se faz necessária avaliação da possível interferência dos ruídos produzidos por embarcações na emissão sonora da população de *Sotalia guianensis*, presente na região da Ilhas das Peças. Possibilitando abertura para novos trabalhos relacionados com a possível pressão antropogênica que atinge a espécie, além de futuros projetos que visem conservar a mesma na região.

Este trabalho tem como objetivo demonstrar os valores produzidos pela emissão de sons por *Sotalia guianensis* e pelas embarcações para frequência (kHz) e energia (dB), analisando a possível interferência da emissão de ruídos pelas embarcações na emissão de sons pelo boto-cinza.

A Baía de Paranaguá apresenta com frequência ilhas rasas e planas, inundáveis na preamar, e baixios siltico-argilosos, comuns em zonas de convergências de correntes de maré. A região é extensamente bordejada por manguezais penetrando o continente a montante dos rios e gamboas que recortam as margens internas da baía e provenientes das serras, baixadas litorâneas e rios de maré. Na região intermareal das ilhas, baixios e gamboas ocorrem marismas que acompanham os manguezais (Lana, 1986 *apud* Filla, 2004). Pode ser classificada como estuário por apresentar típica circulação de água, realizada predominantemente pelo fluxo e refluxo das marés, originando grandes contrastes de salinidade entre a baixamar e preamar pela interação de água doce com salgada (Bigarella, 1978).

2.2 Boto-cinza (*Sotalia guianensis*)

O boto-cinza (Figuras 2a e 2b), nome popular destinado à espécie *Sotalia guianensis*, está distribuído ao longo da costa atlântica da América do Sul e Central, habitando desde estuários e baías protegidas até áreas estritamente costeiras (Borobia *et al.*, 1991 *apud* Weddekin, 2005).

O gênero *Sotalia* pertence à família Delphinidae, presente na Subordem Odontoceti (animais com dentes) da Ordem Cetacea (Evans, 1987), e apresenta duas espécies reconhecidas pelo trabalho de Monteiro-Filho *et al.* (2002) através de análise morfológica geométrica tridimensional, sendo uma encontrada na Região Amazônica, *S. fluviatilis*, e a outra em ambiente marinho, *S. guianensis*.

O mesmo apresenta coloração dorsal acinzentada que se estende à região periocular e nadadeiras peitorais, com coloração rosada a esbranquiçada na região ventral e na extremidade distal, com ocorrência de variações ontogenéticas (Randi *et al.*, prelo). O comprimento do corpo pode variar de 170 a 175cm para machos

adultos, e de 164 a 169cm para fêmeas adultas, o ciclo reprodutivo tem média de dois anos e o tempo de gestação ocorre entre 11,6 a 11,7 meses (Rosas, 2000).

Apresentam dieta principal de peixes, crustáceos e cefalópodes (Leatherwood & Reeves, 1983; Oliveira, 2003) representando o topo da cadeia alimentar na região da Ilha das Peças.



**Figura 2a: Vista lateral de um boto-cinza (*Sotalia guianensis*) adulto.
(Foto: Fernando Rosas.)**



**Figura 2b: Exemplos de boto cinza na Ilha das Peças.
(Foto: Glaucia Sasaki de Paula.)**

2.3 Procedimentos

As coletas foram realizadas uma a duas vezes por mês, durante um período de três a quatro dias, em dois pontos fixos. O primeiro ponto consistiu no trapiche localizado na praia e o segundo na ponta da praia da Ilha das Peças. Para as coletas, foi utilizado hidrofone (modelo 1000 rb, Sea Systems Corporation, Gulfport, Miss., U.S.A.) que era colocado na água em profundidade aproximadamente entre 1m e 1,10m, de duas a quatro horas por dia, em períodos alternados (figura 3a). O mesmo era conectado a gravador RQ – L31 (Figura 3b) com capacidade de 8 kHz, contendo fita cassete com velocidade de 19cm/s e duração de 60min, sendo conectado com fone de ouvido, possibilitando o monitoramento do que estava sendo gravado.



Figura 3a: Coleta na ponta da praia na Ilha das Peças. (Foto: Glauca S. de Paula.)



Figura 3b: Hidrofone conectado a gravador. (Foto: Anna Carolina Keinert.)

No cabo do hidrofone era colocada uma bóia, possibilitando a realização de anotações em caderno de campo e manuseio do gravador durante a realização das gravações, para obtenção de data, horário, e dados sobre as embarcações e os botos. Deste modo, foram realizadas gravações com duração de uma hora para cada dia de coleta, totalizando 14 horas de gravação no período de cinco meses. Logo após as coletas, foi realizada a seleção de trechos com duração de 5s a 10s para cada fita gravada, de sons emitidos apenas por botos, ruídos produzidos apenas por embarcações e sons emitidos por botos juntamente com ruídos produzidos por

embarcações. Posteriormente as gravações foram levadas ao laboratório na Universidade Federal do Paraná, onde foram feitos sonogramas para análise dos parâmetros de frequência (Hz) e energia (dB) no programa de computador Canary 1.2 (Cornell Bioacoustics Workstation) em computador Macintosh. Foram avaliados os parâmetros físicos para os ruídos produzidos pelas embarcações, para a emissão de sons emitida pelos botos e a possível relação entre ambos em onze das quatorze horas de fitas gravadas.

3. Resultados

3.1 Ruídos produzidos por embarcações

Durante as gravações foi possível registrar os ruídos de diferentes tipos de embarcações com diferentes tipos de motores e potências, classificadas em nove tipos (Tabela 1 e Figura 4).

Tipo de Embarcação	Tipo de Motor
Bateira	centro
Baleeira	centro
Escuna	centro
Bote Inflável	popa
Voadeira	popa
Lancha	popa
Veleiro	popa
Iate	popa
Jet Sky	popa

Tabela 1: Classificação dos nove diferentes tipos de embarcações registradas nas gravações para região da Ilha das Peças, Estado do Paraná, e seus respectivos tipos de motor.

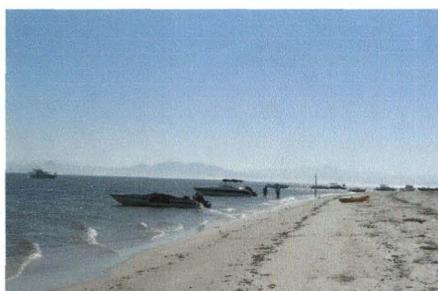


Figura 4a: Embarcações com motor de popa na Ilha das Peças. (Foto: Glauca S. de Paula.)



Figura 4b: Embarcações com motor de centro na Ilha das peças. (Foto: Glauca S. de Paula.)

Através das gravações realizadas também foi possível avaliar o número de embarcações que passavam durante as horas de coleta. Como pode ser observado na Figura 5, o número de lanchas e voadeiras foi o mais significativo no mês de março, para dois dias de coleta.



Figura 5: Número de embarcações cujos ruídos produzidos pelos motores foram gravados para região da Ilha das Peças nos dias 25 e 26 de março de 2005, respectivamente sexta e sábado.

O número de lanchas foi semelhante no mês de abril, havendo um aumento do número de botes e bateiras juntamente com a presença de um veleiro e um iate (Figura 6).



Figura 6: Número de embarcações cujos ruídos produzidos pelos motores foram gravados para região da Ilha das Peças nos dias 21, 22, 23 e 24 de abril de 2005, respectivamente quinta, sexta, sábado e domingo.

No mês de maio houve um aumento considerável do número de lanchas, bateiras e baleeiras. Além disso, é possível notar um aumento do número de iates presentes na região da Ilha das Peças (Figura 7).



Figura 7: Número de embarcações cujos ruídos produzidos pelos motores foram gravados para região da Ilha das Peças nos dias 26, 27 e 28 de maio de 2005, respectivamente quinta, sexta e sábado.

No mês de julho foram gravadas 29 baleeiras, havendo uma diminuição no número de lanchas, bateiras e iates (Figura 8).



Figura 8: Número de embarcações cujos ruídos produzidos pelos motores foram gravados para região da Ilha das Peças nos dias 4, 6, 29, 30 e 31 de julho de 2005, respectivamente segunda, quarta, sexta, sábado e domingo.

O mês de agosto apresentou o menor número de lanchas de todos os meses de coleta, assim como o número de botes infláveis. A embarcação mais gravada no mês foi do tipo baleeira (Figura 9).



Figura 9: Número de embarcações cujos ruídos produzidos pelos motores foram gravados para região da Ilha das Peças nos dias 21, 22 e 23 de agosto de 2005, respectivamente domingo, segunda e terça.

O movimento de lanchas foi maior nos meses de março, abril e maio, sendo que nos meses de julho e agosto o movimento de baleeiras foi o que prevaleceu. A embarcação do tipo bote inflável também apresentou maior número nos três primeiros meses, assim como a voadeira que teve um decréscimo do seu número nos dois últimos meses. Os meses de maio e agosto apresentaram os maiores valores para movimento de bateira, sendo o menor movimento observado no mês de julho (Figura 10).

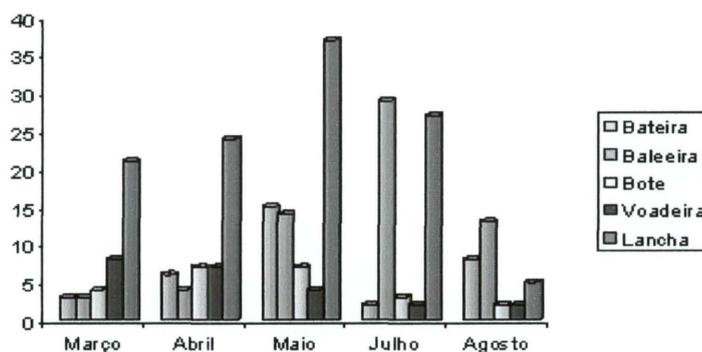


Figura 10: Movimento das embarcações do tipo bateira, baleeira, bote, voadeira e lancha durante os cinco meses de coleta na região da Ilha das Peças, Estado do Paraná.

As embarcações do tipo veleiro, iate, jet sky e escuna tiveram menor movimentação durante os cinco meses de coleta (Figura 11). No mês de agosto não houve nenhuma dessas quatro embarcações.

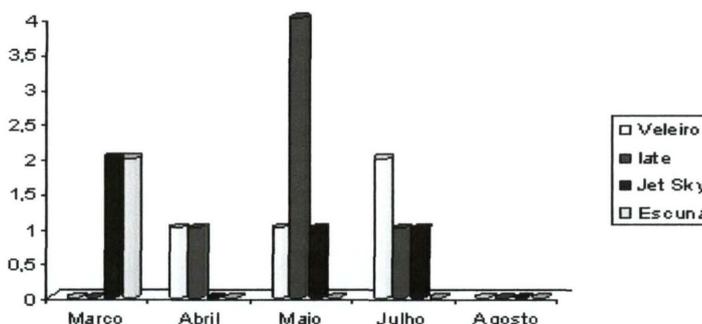


Figura 11: Movimento das embarcações do tipo veleiro, iate, jet sky e escuna durante os cinco meses de coleta na região da Ilha das Peças, Estado do Paraná.

A potência dos motores dos diferentes tipos de embarcação com motor de popa variou de 22Hp a 290 Hp, sendo as maiores potências encontradas principalmente em motores de lanchas e iates. Durante a fase de coleta chegou a ser observado lanchas e iates com dois motores de alta potência.

Para as embarcações com motor de centro não foi possível verificar a potência, contudo, no laboratório foi possível obter, através de sonograma, os valores de frequência (kHz) e intensidade (dB) produzidos por essas embarcações (Tabela 2).

Tabela 2: Valores mínimos e máximos para as frequências e intensidades médias com suas amplitudes, para os ruídos produzidos por embarcações com motor de centro, gravados na região da Ilha das Peças, litoral do Estado do Paraná.

Embarcação	Média de frequência mínima (kHz)	Média de frequência máxima (kHz)	Média de intensidade mínima (dB)	Média de intensidade máxima (dB)	Valor mínimo de frequência e intensidade	Valor máximo de frequência e intensidade
Baleeira	2,22	4,56	-68	-50	1,94kHz -69dB	5,94kHz -46dB
Bateira	0,80	3,31	-68	-44,2	0,55kHz -69dB	3,46kHz -41dB
Escuna	0,62	5,39	-64	-38	0,62kHz -64dB	5,39kHz -38dB

A intensidade (dB) registrada para os motores dos diferentes tipos de embarcação apresentou média de intensidade máxima de $-49,57\text{dB}$ e média de intensidade mínima de $-65,51\text{dB}$, independente do tipo de embarcação. A intensidade dos ruídos pode ser notada através da cor no sonograma, pois quanto mais escura a faixa maior é a intensidade produzida pelo ruído, sendo proporcional com a velocidade da embarcação e com a distância da embarcação, ou seja, quanto maior a velocidade, maior será a intensidade do ruído e mais escura será a faixa observada no sonograma e, quanto maior a distância menor a intensidade do ruído e mais clara será a faixa.

Ao contrário da intensidade(dB), os intervalos de frequência(kHz) diferiram quanto ao tipo de embarcação. As embarcações do tipo bateira (Figura 12) e baleeira

apresentaram na maioria das vezes intervalo de frequência entre 1kHz e 4kHz. A embarcação do tipo escuna (Figura 13) apresentou maiores valores para frequências mínimas e máximas, assim como para as intensidades mínima e máxima (Tabela 2).

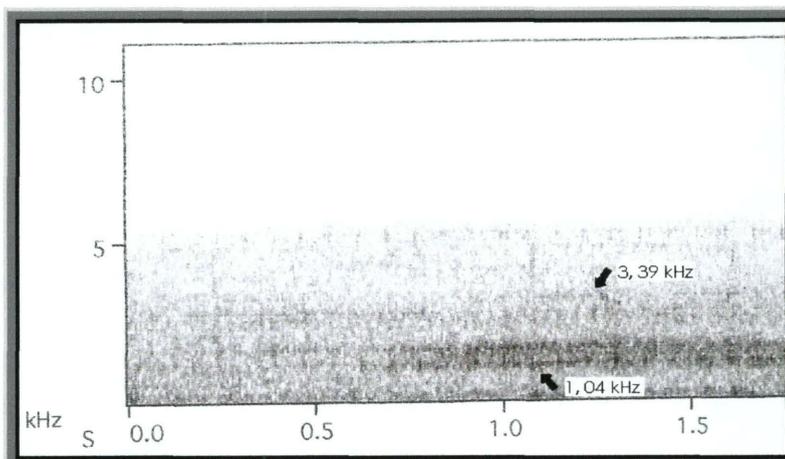


Figura 12: Ruído produzido por bateira, apresentando frequência mínima de 1,04 kHz e máxima de 3,39 kHz. A intensidade mínima foi de -65dB e a máxima de -41dB.

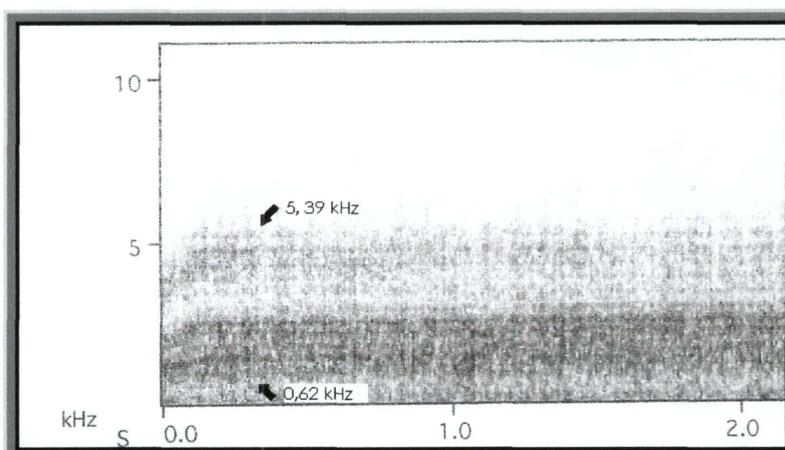


Figura 13: Ruído produzido por escuna, apresentando frequência mínima de 0,62 kHz e máxima de 5,39 kHz. A intensidade mínima foi de -64dB e a máxima de -38dB.

A frequência emitida pelos outros tipos de embarcações apresentou grande variação, não tendo apenas um determinado intervalo, devido às diferentes potências dos motores (Tabela 3). Como pode ser observado nos sonogramas (Figuras 14 a 18) e na tabela 3, as embarcações do tipo voadeira, lancha, bote e veleiro apresentaram mais de uma faixa de frequência, com algumas começando abaixo de 1kHz e

terminando acima de 4kHz. Por exemplo, no sonograma da figura 14 as faixas de frequência de harmônicos emitidos por uma lancha variam de 1,04kHz até 6,84kHz.

Tabela 3: Valores mínimos e máximos para as frequências e intensidades médias com suas amplitudes, para os ruídos produzidos por embarcações com motor de popa, gravados na região da Ilha das Peças, litoral do Estado do Paraná.

Embarcação	Média de frequência mínima (kHz)	Média de frequência máxima (kHz)	Média de intensidade mínima (dB)	Média de intensidade máxima (dB)	Valor mínimo de frequência e intensidade	Valor máximo de frequência e intensidade
Bote	2,70	5,74	-67	-47	2,70kHz -67dB	5,74kHz -47dB
Voadeira	1,22	5,46	-66	-43,3	0,62kHz -69dB	5,67kHz -39dB
Lancha	1,80	5,19	-68,3	-49,5	0,76kHz -69dB	6,84kHz -43dB
Veleiro	3,53	5,67	-68	-45	3,53kHz -68dB	5,67kHz -45dB

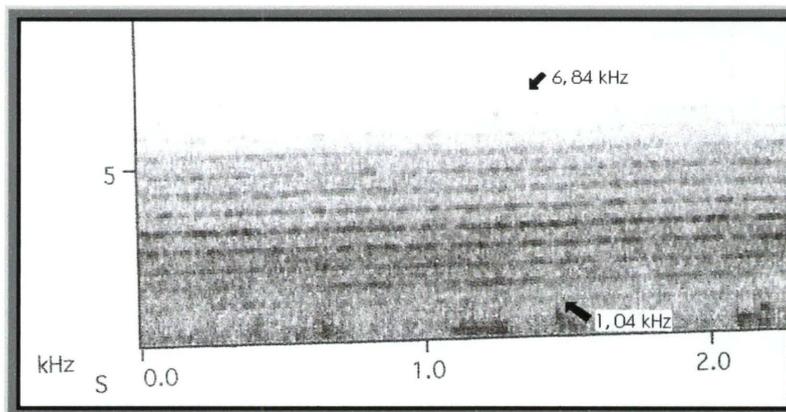


Figura 14: Ruído produzido por lancha, o primeiro harmônico na frequência de 1,04 kHz acima do som fundamental não visível no sonograma e o último harmônico em 6,84 kHz. As faixas mais escuras apresentaram intensidade de -33dB, sendo a intensidade mais baixa encontrada de -60 dB.

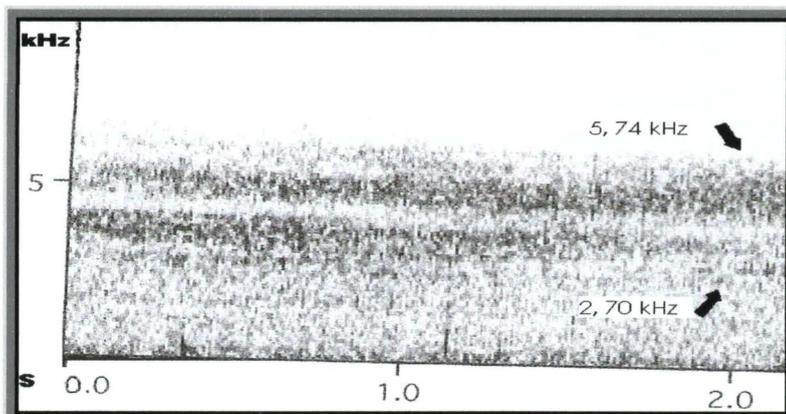


Figura 15: Ruído produzido por bote com motor de potência 22 HP, apresentando frequência mínima de 2,70 kHz e máxima de 5,74 kHz. A intensidade mínima foi de -67dB e a máxima de -47dB.

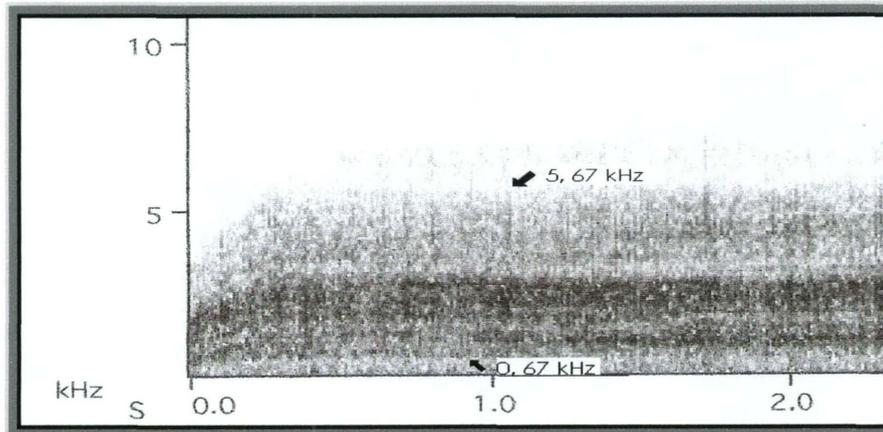


Figura 16: Ruído produzido por voadeira com motor potência 40 HP, apresentando freqüência mínima de 0,67 kHz e máxima de 5,67 kHz. A intensidade mínima foi de -69dB e a máxima de -39dB.

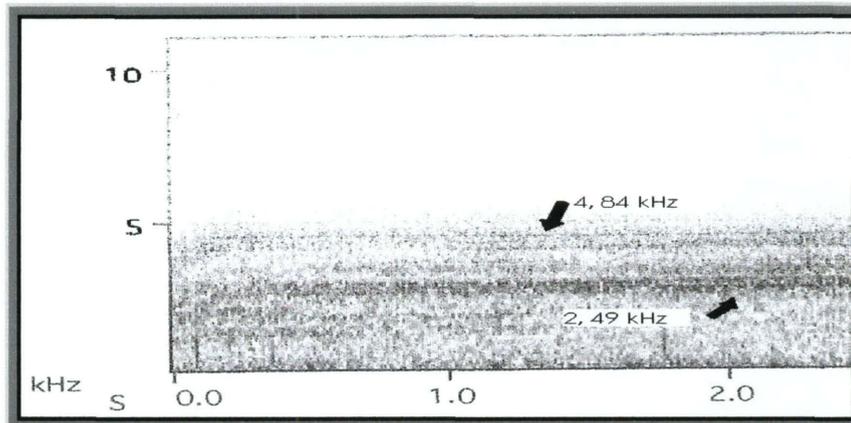


Figura 17: Ruído produzido por lancha com motor de potência 200 HP, apresentando freqüência mínima de 2,49 kHz e máxima de 4,84 kHz. A intensidade mínima foi de -69dB e a máxima de -43dB.

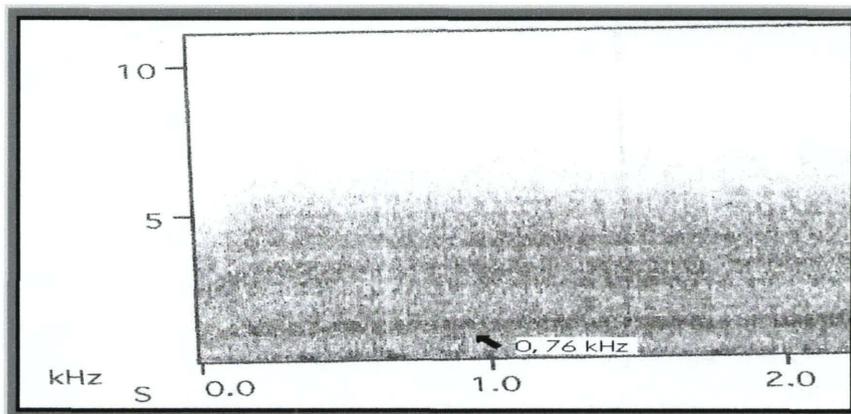


Figura 18: Ruído produzido por lancha com motor de potência 140 HP, apresentando freqüência mínima de 0,76 kHz e máxima de 5,00 kHz. A intensidade mínima foi de -68dB e a máxima de -46dB.

3.2 Sons emitidos pelo boto-cinza (*Sotalia guianensis*)

Durante a análise foram encontrados três tipos de emissão sonora realizada por *S. guianensis*: grito (figura 19), assobio (figura 20) e estalido.

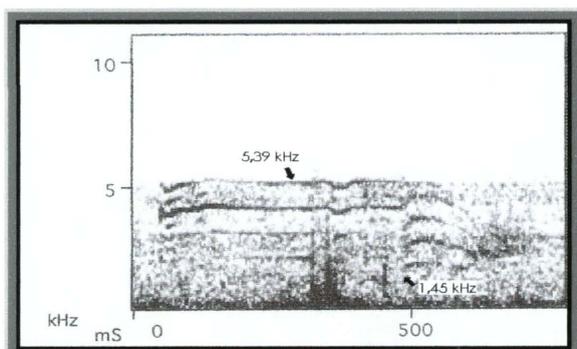


Figura 19: Dois gritos emitidos por *Sotalia guianensis* apresentando 9 harmônicos no primeiro e 5 no segundo com valor mínimo de frequência 1,45kHz e máximo de 5,39kHz, e intensidade máxima de -44dB e mínima de -62dB. Ruído de ambiente de fundo com intensidade máxima de -55dB e mínima de -69dB, sem ruído de embarcações.

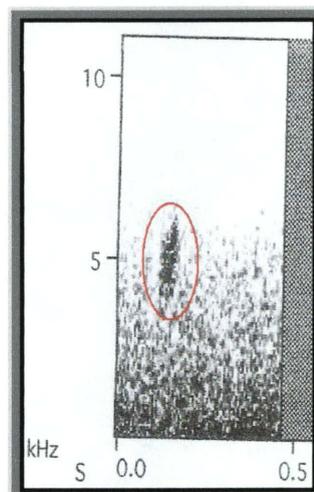


Figura 20: Assobio emitido por *Sotalia guianensis* apresentando valor mínimo de frequência 3,87kHz e máximo de 6,50kHz, e intensidade máxima de -47dB e mínima de -63dB. Ruído de ambiente de fundo com intensidade máxima de -57dB e máxima de -69dB, sem ruído de embarcações.

3.3 Relação entre os ruídos das embarcações e sons emitidos por *Sotalia guianensis*

O número de assobios encontrados com interferência de ruído de embarcação foi de 32, para as onze horas analisadas, e 8 para o número de gritos. Para ambas as emissões a média foi calculada para a intensidade (dB) produzida (tabela 4).

Tabela 4: Média de intensidade maior e menor produzida pela emissão de assobios e gritos por boto-cinza na presença do ruído de embarcações.

Tipo de emissão	N	Média da maior intensidade (dB)	Média da menor intensidade (dB)
Assobio	32	-50,44	-63,09
Grito	8	-39,00	-58,25

Como pode ser observada nos sonogramas (figuras 21 a 25) e nas tabelas, a frequência (kHz) emitida pelos assobios variou, sendo a menor faixa encontrada de 2,14kHz e a maior faixa de 8,78kHz com intensidade máxima de -52dB encontrada na presença de embarcação do tipo lancha com intensidade máxima de -55dB e frequência máxima de 5,67kHz.

Tabela 5: Valores médios de frequência (kHz) mínima e máxima para o ruído das diferentes embarcações juntamente com os assobios emitidos pelos botos, com os valores médios mínimos e máximos de intensidade (dB).

Tipo	Embarcação		Média de número de assobios	Assobio	
	Média de freq. (kHz) (min./max.)	Média de int. (-dB) (min./max.)		Média de freq. (kHz) (min./max.)	Média de int. (-dB) (min./max.)
Lancha	2,28 / 5,23	-67,3 / -53,4	1,21	4,10 / 5,75	-63,8 / -51
Bateira	1,84 / 4,06	-69,0 / -46,7	1	3,85 / 5,21	-61,3 / -46
Baleeira	1,18 / 3,04	-69 / -42	1	3,66 / 4,56	-65 / -48
Voadeira	0,55 / 4,32	-68,5 / -48	2,5	3,81 / 5,86	-51 / -47,4

Tabela 6: Maiores valores encontrados para frequência (kHz) mínima e máxima, ou seja, a amplitude para o ruído das diferentes embarcações juntamente com os assobios emitidos pelos botos, com os maiores valores mínimos e máximos de intensidade (dB).

Tipo	Embarcação		Assobio	
	Maior frequência (kHz) (min./max.)	Maior intensidade (-dB) (min./max.)	Maior frequência (kHz) (min./max.)	Maior intensidade (-dB) (min./max.)
Lancha	0,55 / 6,15	-69 / -47	2,14 / 8,78	-69 / -37
Bateira	0,69 / 5,53	-69 / -42	2,97 / 7,19	-67 / -40
Baleeira	1,18 / 3,04	-69 / -42	3,66 / 4,56	-65 / -48
Voadeira	0,55 / 5,25	-69 / -48	2,76 / 7,46	-66 / -40

A maior intensidade para assobio encontrada foi de -37dB com frequência entre 5,11kHz e 6,98kHz, na presença de lancha com frequência entre 2,42kHz e 6,01kHz e intensidade máxima de -49dB.

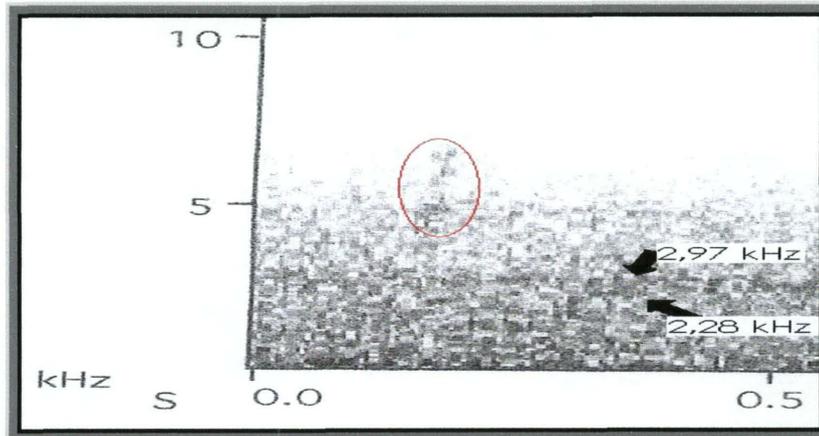


Figura 21: Assobio encontrado na faixa de freqüência entre 5,46 kHz e 6,84 kHz com intensidade entre -63 dB e -69dB, acima do ruído produzido por lancha na faixa de freqüência entre 2,28 kHz e 2,97 kHz e intensidade entre -56 dB e -69 dB.

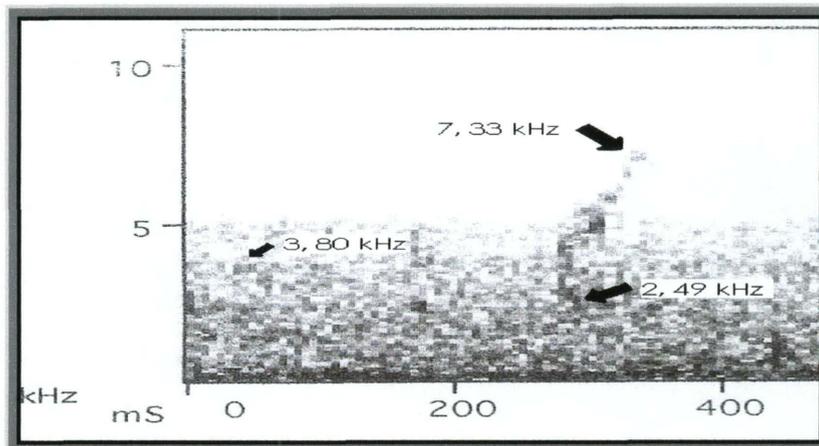


Figura 22: Assobio encontrado na faixa de freqüência entre 2,49kHz e 7,33kHz com intensidade entre -57dB e -68dB, dentro da faixa do ruído produzido por lancha com freqüência entre 0,55kHz e 3,80kHz e intensidade entre -57dB e -69dB.

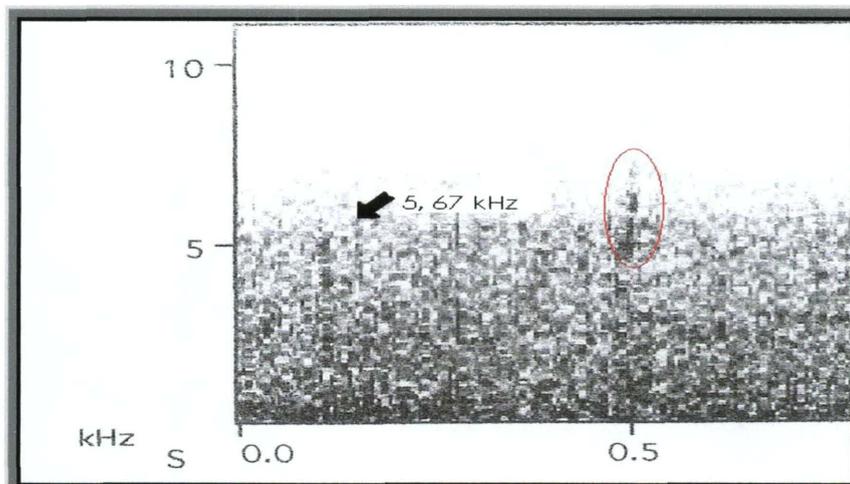


Figura 23: Assobio encontrado na faixa de freqüência entre 2,49kHz e 7,33kHz com intensidade entre -52dB e -64dB, dentro da faixa do ruído produzido por lancha com freqüência entre 0,55kHz e 5,67kHz e intensidade entre -59dB e -68dB.

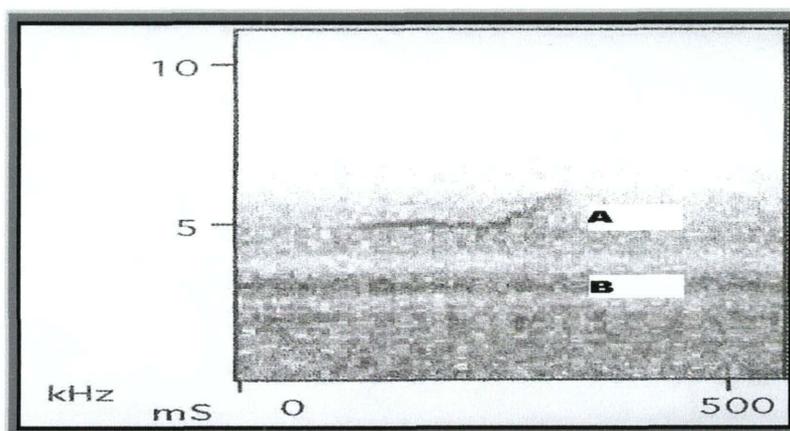


Figura 24: Assobio encontrado na faixa de frequência entre 4,70kHz e 5,88kHz (A) com intensidade máxima de -42dB, acima da faixa do ruído produzido por lancha com frequência entre 2,63kHz e 3,32kHz (B) com intensidade máxima de -42dB.

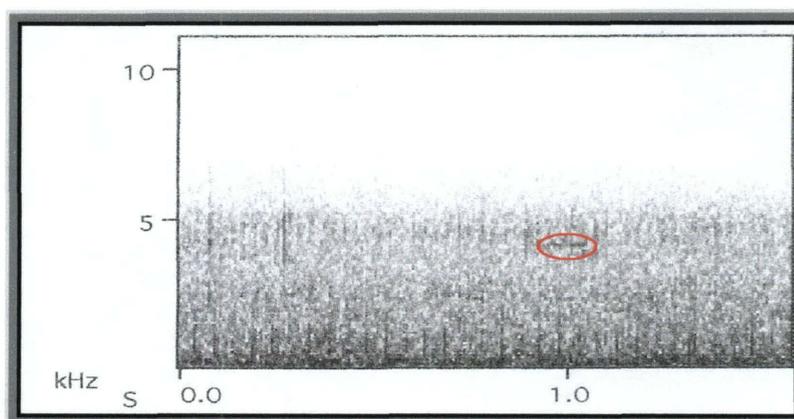


Figura 25: Assobio encontrado na faixa de frequência entre 3,94kHz e 4,42kHz com intensidade máxima de -45dB e mínima de -58dB, dentro da faixa do ruído produzido por bateira com frequência entre 0,55kHz e 5,25kHz com intensidade máxima de -45dB e mínima de -68dB.

Para os gritos emitidos, a menor faixa de frequência onde um harmônico foi encontrado foi de 1,38kHz e a maior de 6,43kHz. Nas tabelas 7 e 8, e nos sonogramas (figuras 26 a 28) podem ser observados os maiores valores e as médias encontradas para frequência (kHz) e intensidade (dB) máximas e mínimas emitidas pelos gritos, além da média do número de harmônicos, na presença de embarcações.

Tabela 7: Valores médios de frequência (kHz) mínima e máxima para o ruído das diferentes embarcações juntamente com os gritos emitidos pelos botos, com os valores médios mínimos e máximos de intensidade (dB).

Tipo	Embarcação		Grito		
	Média de freq. (kHz) (min./max.)	Média de int. (-dB) (min./max.)	Média de número de harmônicos	Média de freq. (kHz) (min./max.)	Média de int. (-dB) (min./max.)
Lancha	3,25 / 5,96	-67,9 / -50,9	3,71	2,36 / 5,49	-58,4 / -39,1
Bateira	2,35 / 5,53	-66 / -42	3	1,59 / 3,94	-57 / -38

Tabela 8: Maiores valores encontrados para frequência (kHz) mínima e máxima, ou seja, a amplitude para o ruído das diferentes embarcações juntamente com os gritos emitidos pelos botos, com os maiores valores mínimos e máximos de intensidade (dB).

Tipo	Embarcação		Grito	
	Maior frequência (KHz) (min./max.)	Maior intensidade (-dB) (min./max.)	Maior frequência (KHz) (min./max.)	Maior intensidade (-dB) (min./max.)
Lancha	0,55 / 7,33	-69 / -42	1,66 / 6,43	-61 / -33
Bateira	2,35 / 5,53	-66 / -42	1,59 / 3,94	-57 / -38

A maior intensidade encontrada para grito foi de -33dB com dois harmônicos e frequência de $3,73\text{kHz}$ e $6,29\text{kHz}$ na presença de lancha com intensidade máxima de -48dB e frequência entre $2,76\text{kHz}$ e $7,33\text{kHz}$.

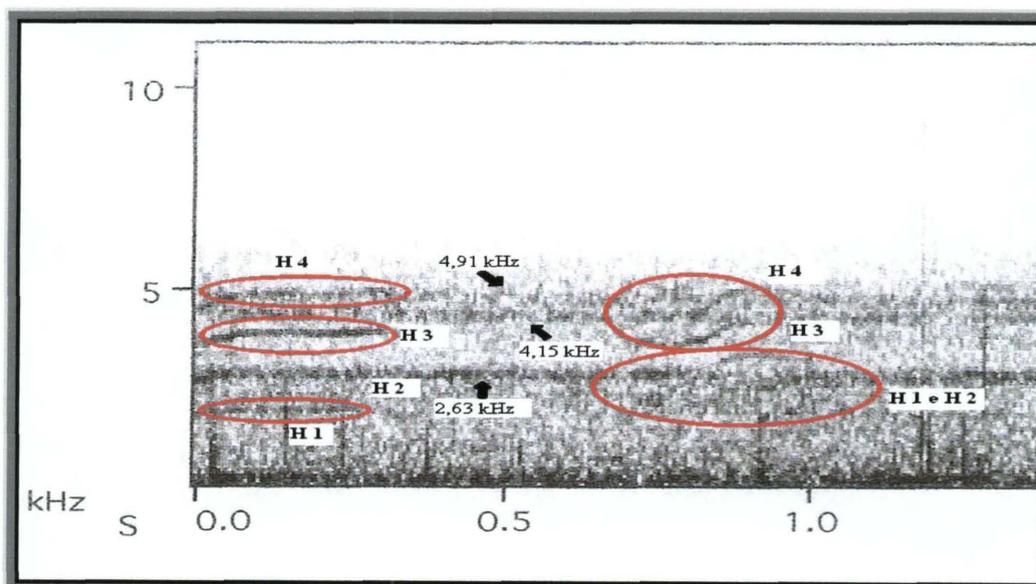


Figura 26: Dois gritos com quatro harmônicos cada, o primeiro (H1, H2, H3 e H4) com frequência mínima de $1,73\text{kHz}$ e máxima de $5,05\text{kHz}$, intensidade mínima de -65dB e máxima de -46dB . O segundo (H1, H2, H3 e H4) com frequência mínima de $3,11\text{kHz}$ e máxima de $5,05\text{kHz}$, intensidade mínima de -62dB e máxima de -55dB . Ambos dentro da faixa de ruído produzido por lancha, com frequência mínima de $2,63\text{kHz}$ e máxima de $4,91\text{kHz}$, intensidade mínima de -68dB e máxima de -48dB . Os harmônicos H2 encontram-se escondidos pelo ruído da embarcação.

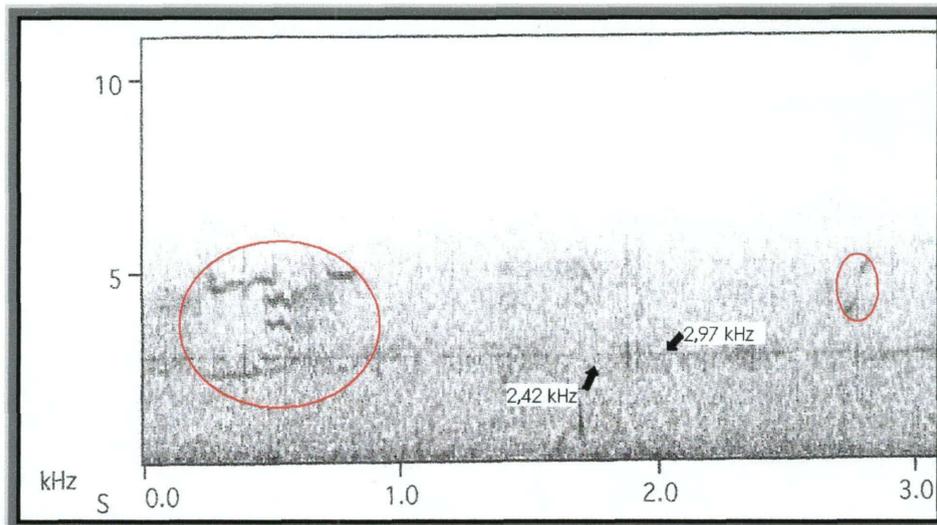


Figura 27: Grito com 6 harmônicos e frequência variando entre 2,21kHz e 5,11kHz (som fundamental encontrado abaixo da frequência mínima), com intensidade mínima -63dB e máxima -50dB, no segundo círculo assobio com frequência variando entre 3,73kHz e 5,18 kHz com intensidade mínima de -69dB e máxima de -51dB. Ruído produzido por lancha variando na frequência entre 2,42kHz e 2,97kHz, com intensidade mínima de -69dB e máxima de -53dB.

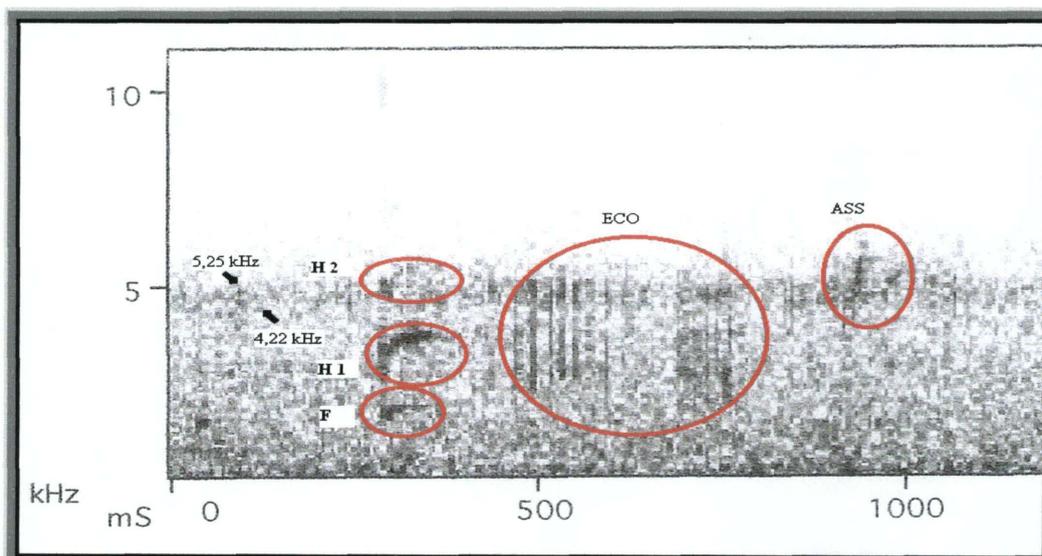


Figura 28: Grito com dois harmônicos (F-som fundamental, H1 e H2) com frequência mínima de 1,38kHz e máxima de 5,11kHz, com intensidade variando entre -55dB e -40dB. Ecolocalização (ECO) com frequência mínima de 1,59kHz e máxima de 5,18kHz, com intensidade variando entre -67dB e -54dB. Assobio (ASS) com frequência mínima de 4,49kHz e máxima de 5,74kHz, com intensidade variando entre -67dB e -51dB. Ruído produzido por lancha com frequência mínima de 4,22kHz e máxima de 5,25kHz, com intensidade variando entre -68dB e -59dB.

4. Discussão

Estudos focados no impacto de embarcações sobre a comunicação acústica de mamíferos marinhos vêm se tornando cada vez mais presentes na comunidade científica, principalmente em locais onde há atividade turística de observação desses animais, como os trabalhos realizados por Erbe (1997, 2002 e 2003) com belugas (*Delphinapterus leucas*), orcas (*Orcinus orca*) e baleias jubartes (*Megaptera novaengliae*) no Canadá, além dos realizados por Parijs & Corkeron (2001) com o golfinho-corcunda-do-Pacífico (*Sousa chinensis*) na costa da Austrália. No Brasil este tipo de trabalho ainda está em crescimento com poucos representantes como o trabalho realizado em Abrolhos com baleia jubarte (Sousa-Lima, 2002), sendo que para a espécie em questão *Sotalia guianensis* há apenas os trabalhos de Rezende (2000) e Gonçalves (2003) no Estado de São Paulo.

A atividade de embarcações na Ilha das Peças apresenta aumento em determinadas épocas do ano, como em períodos de férias, feriados e finais de semana. De segunda a quinta-feira transitam na sua maioria embarcações de pescadores, como bateiras e baleeiras, sendo o movimento muito abaixo do que o encontrado quando embarcações de turistas transitam nos dias citados acima. Como o desembarque dessas embarcações na ilha não é controlado, as mesmas ancoram seus barcos ao longo da praia, sem obedecer a nenhum tipo de regra no momento em que chegam ao local, ou seja, estão livres para navegar com a velocidade que desejarem e desembarcar. A presença de uma população de botos nesse local faz com que a quantidade de turistas que visitam a região aumente, instigada por propagandas realizadas por proprietários de pousadas nas regiões vizinhas, como Ilha do Mel, e por proprietários de escunas de passeio que realizam passeios de observação de boto na Ilha das Peças. Deste modo, muitos turistas proprietários de embarcações como lanchas e iates estão chegando na ilha com o intuito de observar os botos, mas sem obedecer regras específicas para esse tipo de passeio por não

obterem informação das autoridades responsáveis, aumentando a possibilidade de interferência antropogênica sobre essa população (observação pessoal).

As gravações realizadas na Ilha das Peças durante um período de cinco meses demonstraram que ocorre uma grande variedade quanto ao tipo de embarcação que visita a área, sendo que dos sete tipos observados a maior parte é representada por lanchas.

As amostras do mês de março demonstraram um maior número de lanchas e voadeiras. Isso ocorreu provavelmente por ser um final de semana no começo do outono, havendo ainda um alto movimento de turistas na região da Ilha das Peças. Nesta ocasião também houve a presença de duas embarcações do tipo jet sky e duas escunas de observação de botos, vindas de ilhas vizinhas como a Ilha do Mel. Esse movimento se repetiu nas amostras do mês de abril, com o aumento do número de botes infláveis, demonstrando que a presença de turistas no final de semana continuou alta. Mesmo sem a presença de escunas de turistas e jet sky, o movimento turístico nesse mês continuou havendo inclusive a presença de embarcações do tipo veleiro e iate. Apesar de haver um aumento do número de bateiras e baleeiras no mês de maio, indicando que o número de embarcações utilizadas pelos pescadores intensificou a atividade de pesca na Ilha, o número de lanchas continuou sendo maior no final de semana, demonstrando o aumento da atividade turística, com a presença das embarcações do tipo veleiro, jet sky e iate, sendo essa última o maior número observado para todos os meses de coleta.

Nos meses de julho e agosto o número de baleeiras foi maior que o de lanchas, demonstrando que a atividade de pesca aumentou com a mudança de estação juntamente com a mudança da maré. Além disso, o número de lanchas no mês de agosto foi o menor observado entre todos os meses de coleta, pois a atividade turística decaiu com a baixa da temperatura. Além disso, a coleta nesse mês foi realizada em dias de semana, diferentemente dos meses março, abril e maio.

Sendo assim o mês de agosto apresentou o menor movimento turístico de todos os meses, pois além do baixo número de lanchas não apresentou nenhuma das embarcações do tipo veleiro, iate, jet sky e escuna.

O assobio foi observado em maior número, deixando o grito em segundo lugar e por consequência o estalido em terceiro. Segundo Monteiro-Filho (1991) o número de assobios é o mais alto entre as outras emissões, pois alguns estão associados à comunicação durante o mergulho, um comportamento básico e mais freqüente.

Assobios e gritos são utilizados na comunicação entre indivíduos e o estalido na localização de alimento, percepção de obstáculos e predadores, ou seja, associado a ecolocalização. O grito está associado ao comportamento de pesca, apresentando forma física de estrutura variável dependente do tipo de informação a ser passada (Monteiro-Filho, 1991).

O ruído de ambiente de fundo também participa de uma regra na taxa sobre qual uma embarcação é audível antes que se misture com o ruído de fundo, sendo também importante para a zona de mascaramento, que será maior quanto mais quieto for o ruído de fundo (Erbe, 2003). O ruído de ambiente de fundo apresentou valores que estão dentro da faixa emitida tanto pelos botos quanto pelas embarcações nas amostras coletadas, mostrando que dependendo das condições do ambiente o efeito de mascaramento pode ser reduzido, pois quanto maior for o ruído do ambiente menor será a faixa de mascaramento do ruído produzido pelas embarcações.

A freqüência do ruído produzido pelas embarcações com motor de centro do tipo baleeira e bateira não variou muito. A embarcação do tipo escuna apresentou intervalo de freqüência maior, ou seja, uma maior amplitude. O maior valor de intensidade média mínima encontrada para embarcação de motor de centro foi produzido por uma escuna, sendo um valor consideravelmente alto, acima da média

de intensidade máxima encontrada para emissão de assobio e semelhante à emissão de grito.

Para as embarcações com motor de popa o maior valor encontrado para intensidade média máxima foi produzido por voadeira, e para intensidade média mínima foi por lancha, sendo valores menores que os encontrados para embarcações com motor de centro, mas também acima da média de intensidade máxima da emissão de assobio. A maior frequência média máxima encontrada foi produzida por bote inflável e a frequência média mínima foi produzida por voadeira, demonstrando que essas embarcações ocupam maior número de faixas de frequências que as embarcações com motor de centro.

A média de frequência mínima produzida pela emissão de assobio encontrado com ruído de embarcação ficou dentro das médias de frequências mínimas e máximas produzidas pelas embarcações do tipo lancha, bateira, baleeira e voadeira. Sendo que a média de frequência máxima dos assobios ficou acima da média de frequência máxima produzida pelo ruído dos quatro tipos de embarcação já citadas, esses resultados confirmam a interferência dos ruídos produzidos pelas embarcações nas faixas de frequências emitidas pelo boto-cinza. Apesar disso, também é possível observar que as médias de intensidade máximas emitidas pelos assobios ficaram acima das intensidades médias máximas produzidas pelas embarcações do tipo lancha, bateira e voadeira, e abaixo da média produzida por baleeira. Indicando que o boto-cinza consegue se comunicar apesar da interferência nas faixas de frequência. Esses valores podem ser corroborados pela tabela 6 que mostra os maiores valores para frequências e intensidades mínimas e máximas.

Na tabela 6 também é possível observar três frequências máximas acima da frequência utilizada pelo boto-cinza de 6kHz (Monteiro-Filho & Monteiro, 2001), sendo a maior frequência observada de 8,78kHz, comprovando que *Sotalia guianensis* pode estar alterando a sua faixa de frequência para se comunicar através

de assobio na presença de embarcações, principalmente as que possuam motor de popa, considerando que a intensidade máxima emitida foi semelhante à produzida pelo ruído da embarcação.

Essa interferência é corroborada pelos valores encontrados para as embarcações com motor de centro e de popa, pois todas as faixas de frequência dos ruídos estão dentro da faixa de assobios emitidos por *Sotalia guianensis*, que segundo Monteiro-Filho & Monteiro (2001) estão entre 2,6kHz e 6kHz. Apesar disso, é possível observar também que as embarcações de motor de centro causam menor interferência que as embarcações com motor de popa que produzem frequências máximas na faixa dos 5kHz, pois a maioria apresentou frequências máximas na faixa dos 3kHz. Resultados também observados nos trabalhos de Rezende (2000) e Gonçalves (2003).

Gonçalves (2003) ainda encontrou valor máximo de frequência para embarcações com motor de popa de 23,25kHz, muito superior ao valor máximo de frequência (6,84kHz) encontrado neste trabalho. A média da maior intensidade de energia produzida por um assobio na presença de embarcação ocorreu em faixa menor do que a encontrada por Rezende (2000), que definiu o intervalo de energia produzida por *Sotalia guianensis* entre -29,5dB e -57,52dB. Esta diferença pode ter ocorrido por dois motivos; as áreas estudadas apresentam características físicas diferentes, como quantidade de material orgânico presente, alterando as propriedades físicas de emissão sonora e pela diferença nos equipamentos utilizados para coleta.

A maior energia (dB) produzida por emissão de assobio na presença de embarcação encontrada neste trabalho foi maior que a média calculada para os assobios, indicando que o boto-cinza intensificou a energia utilizada na emissão do som para se comunicar, pois o ruído produzido pela embarcação do tipo lancha estava ocupando a mesma faixa de frequência utilizada pelos botos.

Alguns sonogramas apresentaram assobios com frequências máximas acima da faixa utilizada (6kHz) pelo boto-cinza, todas com interferência causada por ruído de lanchas, considerando que a energia (dB) produzida pelo ruído de interferência está dentro da faixa de energia emitida pelos assobios. Deste modo, muito possivelmente *Sotalia guianensis* aumentou a frequência do assobio para conseguir se comunicar fora da faixa ocupada pelos ruídos, caracterizando o nicho acústico.

No presente trabalho também foi observado assobio apresentando faixa de frequência entre 4,70kHz e 5,88kHz, dentro da faixa designada por Rezende (2000), apesar do ruído produzido por lancha possuir mesma energia máxima que o assobio. Além disso, o ruído está em faixa de frequência menor por estar em baixa velocidade, os valores encontrados para o assobio demonstram que o boto-cinza não precisou intensificar a energia (dB) na emissão do mesmo ou alterar a sua faixa de frequência para se comunicar.

Nos sonogramas apresentados também é possível observar um assobio dentro da faixa de ruído produzido por bateira, com intensidade máxima de mesmo valor, o que pode estar próximo a um mascaramento. Segundo Fletcher's (1940 *apud* Erbe 2003) o mascaramento ocorre se os níveis de faixa do ruído são iguais ou maiores que os níveis de faixa da emissão sonora, contudo ainda é possível detectar o assobio.

Para os oito gritos encontrados juntamente com os ruídos de embarcações, todos estavam dentro da faixa de frequência produzida pelas mesmas, comprovando a presença de interferência.

A maior intensidade encontrada em um grito indica que o boto-cinza pode ter intensificado a emissão do som para se comunicar na mesma faixa de frequência que o ruído da embarcação presente no momento, sendo do tipo lancha.

A faixa de frequência para grito variou de acordo com o número de harmônicos presentes, não possuindo um valor específico, considerando que o som

fundamental pode estar baixo, sendo os harmônicos observados os responsáveis pela comunicação.

A ocorrência de harmônicos dentro da faixa de frequência emitida por ruído de lancha pode causar mascaramento, fato encontrado em um dos sonogramas deste trabalho. Segundo Monteiro-Filho & Monteiro (2001) os gritos são utilizados principalmente na comunicação durante atividades de pesca e deste modo uma interferência negativa como o mascaramento pode prejudicar as estratégias utilizadas e conseqüentemente a alimentação do boto-cinza, fazendo com que a população diminua e desapareça, ou saia do local à procura de alimento em outras regiões, causando uma alteração na cadeia alimentar e provavelmente a diminuição da visitação turística na Ilha das Peças.

Uma embarcação em baixa velocidade não parece causar interferência negativa, pois de acordo com o observado neste estudo não só diminui a sua faixa de frequência, mas também a energia (dB) produzida, possibilitando a comunicação entre os indivíduos da espécie *Sotalia guianensis*. Erbe (2002) sugeriu uma velocidade de passagem de cerca de 10km/h para observação de orcas, além de designar uma distância mínima de 50m permitida para aproximação por embarcações cruzando lentamente, para evitar a perda de audição e mudanças de comportamento, medidas que também poderiam ser adotadas para as embarcações que visitam a região da Ilha das Peças.

Os três tipos de sons emitidos por boto-cinza neste trabalho; grito, estalido e assobio, foram encontrados juntamente com ruído produzido por embarcação do tipo lancha no último sonograma. Como pode ser observado o ruído de ambiente de fundo contribuiu para que a zona de mascaramento diminuísse, fazendo com que a interferência nesse caso não seja tão forte a ponto de induzir a utilização do nicho acústico. A intensidade máxima produzida pela embarcação se encontra abaixo das intensidades máximas dos três tipos de emissão sonora presentes no sonograma.

Porém altas frequências emitidas por ruídos de embarcações podem modelar por mascaramento os sons de ecolocalização, dificultando a detecção de presa e a navegação (Erbe 2002). Isto pode estar acontecendo com os estalidos observados nesse caso, considerando que a frequência emitida pela lancha está alta.

Conforme estudo realizado por Erbe (2003) com baleias jubartes os ruídos têm a habilidade de induzir estrago fisiológico em tecidos e órgãos, como o ouvido. A autora demonstra em seu trabalho que problemas na audição podem ser recuperados completamente com o tempo ou nunca mais, em casos particulares, se tornando permanentes dependendo de fatores como características de frequência e amplitude, quantidade de energia por tempo para o impulso do ruído, sensibilidade de audição das espécies, duração da exposição ao barulho e ciclo de tempo de recuperação entre exposições. Caso não ocorra uma campanha de prevenção quanto ao modo como as embarcações se aproximam do habitat do boto-cinza na Ilha das Peças, o aumento do movimento pode vir a causar efeitos negativos irreversíveis na audição de *S. guianensis*, deixando o animal suscetível a acidentes com embarcações por não escutar o ruído das mesmas e dispersão do grupo por falta de comunicação, podendo levar ao extermínio da população presente na região.

No trabalho de Parijs & Corkeron (2001) o número de assobios aumentou após a passagem das embarcações, sugerindo fortemente que o ruído das embarcações de passagem afeta a coesão do grupo, fazendo com que os botos tenham que restabelecer contato sonoro com os parceiros após o ruído mascarador das embarcações que passaram. Este efeito também foi observado neste trabalho, onde em alguns casos após a passagem de embarcações eram emitidos assobios contínuos por um determinado tempo pelo boto-cinza (observação pessoal). Isso provavelmente afeta os filhotes que precisam estar em constante contato com suas mães para não se perderem do grupo, além de fazer com que o indivíduo tenha que

repetir a emissão do som para passar a informação ao parceiro, o que segundo Krebs & Davis (1996) depende de muita energia.

Assim como no trabalho de Rezende (2000) *Sotalia guianensis* utilizou em maior quantidade sinais modulados como assobios, com variação de frequência, mostrando que a interferência sonora na forma de ruído pode prejudicar a compreensão dos sinais.

Através do presente trabalho foi possível confirmar a presença de interferência negativa pelos ruídos produzidos por embarcações na comunicação acústica entre indivíduos de boto-cinza, sustentando os resultados encontrados por Rezende (2000) e Gonçalves (2003), além de possibilitar a abertura para novas pesquisas no sentido de avaliar o impacto antropogênico que espécies como *Sotalia guianensis* podem estar sofrendo em regiões que não possuem regras, leis ou fiscalização na passagem de embarcações, como ocorre na Ilha das Peças. No Brasil há apenas a Lei 7.643, de 18 de dezembro de 1987, que proíbe a pesca e qualquer forma de molestamento intencional contra toda espécie de cetáceo nas águas jurisdicionais brasileiras, mas não impõe limites na forma de aproximação de embarcações com os animais (Medauar, 2006).

Medidas simples como a diminuição da velocidade na passagem das embarcações pelo habitat do boto-cinza, estabelecimento de distância para observação dos indivíduos e o desligamento dos motores na aproximação com a espécie, auxiliam na prevenção do impacto negativo sobre a população. Enquanto as autoridades responsáveis não assumirem atitudes restritivas para as embarcações, principalmente as de turistas, sugere-se a realização de um projeto de educação com a população da Ilha das Peças alertando para a importância da presença de *Sotalia guianensis* na região, tanto ambientalmente quanto economicamente, e as medidas possíveis para a preservação da espécie.

Referências Bibliográficas

- Au, W. W. L., 1993. *The sonar of dolphins*. Springer-Verlag, USA. 277 pp.
- Bigarella, J. J. 1978. *A Serra do Mar e a porção do Estado do Paraná... um problema de segurança ambiental e nacional (contribuição à geografia, geologia e ecologia regional)*. Secretaria de Estado do Planejamento, Associação de Defesa e Educação Ambiental (ADEA). Curitiba. 248 pp.
- Brekhovskikh, L. M., Lysanov, Yu. P., 1990. *Fundamentals of Ocean Acoustics*. Springer-Verlag, USA. 270 pp.
- Erbe, C. 1997. *The masking of beluga whale (Delphinapterus leucas) vocalizations by icebreaker noise*. Ph.D. Thesis, University of British Columbia, Canada.
- Erbe, C. 2002. *Underwater noise of whale-watching boats and potencial effects on killer whales (Orcinus orca), based on an acoustic impact model*. Marine Mammal Science, 18 (2), 394-418pp.
- Erbe, C. 2003. *Assesment of Bioacoustic Impact of Ships on Humpback Whales in Glacier Bay, Alaska*. Glacier bay National Park and Preserve, Brisbane.
- Filla, G. F., 2004. *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 Paranágua, PR*. Pós-graduação. Universidade Federal do Paraná, PR, Brasil. 97 pp.
- Gonçalves, M. L. R. L., 2003. *Interações entre embarcações e Sotalia guianensis (Cetacea: Delphinidae), no estuário de Cananéia, Estado de São Paulo, Brasil*. Monografia. Universidade dos Açores, Ponta Delgada, Portugal. 47 pp.

- IBAMA, 2005. *Decreto N° 97688*. Disponível em <http://www2.ibama.gov.br/unidades/parques/docleg/69/dec97688.htm>, acessado em 22 de julho de 2005.
- IBAMA, 2005. *Mapa*. Disponível em http://www2.ibama.gov.br/unidades/parques/mapasucs/69/localizacao_brasil_a4.pdf, acessado em 24 de julho de 2005.
- Ketten, D. R., 1992. *The cetacean ear: form, frequency and evolution*. In: *Marine mammal sensory systems*, Ed. J. A. Thomas; R. A. Kastelein and A. Ya. Supin. Plenum Press, New York. P. 53.
- Kinsler, E. L.; Frey, A. R., Coppens, A. B. and Sanders, J. V., 1982. *Fundamentals of acoustics*. John Wiley & Sons, USA. 480 pp.
- Krebs, J. R. & Davies, N. B., 1996. *A modelagem de sinais: ecologia e evolução*. In: *Introdução à ecologia comportamental*. Editora Atheneu, São Paulo, 420pp.
- Leatherwood, S., Reeves, R. R., 1983. *The Sierra Club Handbook of Whales and Dolphins*. Copyright, São Francisco, C. A. 302 pp.
- Medauar, O., 2006. *Coletânea de legislação de direito ambiental – Constituição Federal*. Editora revista dos tribunais, 5ª edição, São Paulo, 832pp.
- Monteiro-Filho, E. L. A., 1991. *Comportamento de caça e repertório sonoro do golfinho Sotalia brasiliensis (Cetacea: Delphinidae) na região de Cananéia, Estado de São Paulo*. Tese de Doutorado. Instituto de Biologia, Universidade Estadual de Campinas, Campinas, SP.
- Monteiro-Filho, E. L. A. & K. D. K. A. Monteiro, 2001. *Sounds of Sotalia fluviatilis guianensis (Cetacea: Delphinidae) in an estuarine region in southeastern Brazil*. *Can. J. Zool.* 79(1): 59-66.

- Monteiro-Filho, E. L. A., Reis, S. F., Monteiro, I., 2002. *Skull shape and size divergence in dolphins of the genus Sotalia: A tridimensional morphometric analysis*. J. Mamm. 83(1): 125-134.
- Parijs, S. M. V.; Corkeron, P. J., 2001. *Boat traffic affects the acoustic behaviour of Pacific humpback dolphins, Sousa chinensis*. Journal of the Marine Biological Association of the United Kingdom, 81, 533-538pp.
- Randi, M. M. A. F., Rassolin, P., Monteiro-Filho, E. L. A., Rosas, F. C. W. *Variação do padrão de coloração*. In: Biologia e ecologia do boto-cinza, *Sotalia guianensis*. Eds. ELAMF & KDKAM Edições IBAMA (Prelo).
- Rezende, F., 2000. *Bioacústica e alterações acústico comportamentais de Sotalia fluviatilis guianensis (Cetacea: Delphinidae) frente a atividade de embarcações na Baía de Trapandé, Cananéia, SP*. Mestrado. Universidade Federal de São Carlos, SP, Brasil. 82 pp.
- Richardson, W. J.; Greene Jr., C. R., Malme, C. L. and Thomsons, D. H. (Eds), 1995. *Marine mammals and noise*. Academic Press. San Diego. 576 pp.
- Rosas, F. C. W., 2000. *Interação com a pesca, mortalidade, idade, reprodução e crescimento de Sotalia guianensis e Pontoporia blaiuillei (Cetacea: Delphinidae e Pontoporidae) no litoral sul do Estado de São Paulo e litoral do Estado do Paraná, Brasil*. Tese de Doutorado. Universidade Federal do Paraná. Curitiba, PR. 145 pp.
- Sousa-Lima, R. S.; Morete, M. E.; Fortes, R. C.; Freitas, A. C.; Engel, M. H. (2002) *Impact of boats on the vocal behavior of humpback whales off Brazil*. The Journal of the Acoustical Society of America. Volume 112, Issue 5, 2430-2431pp.
- Wedekin, L.L.; Da-Ré, M. A., Daura-Jorge, F. G. & Simões-Lopes, P. C. (2005) *O uso de um modelo conceitual para descrever o cenário de conservação*

do boto-cinza na Baía Norte, sul do Brasil. Natureza & Conservação 3(1):
59-67.