



Universidade Federal do Rio Grande do Norte  
Centro de Biociências  
Programa de Pós-graduação em Psicobiologia

**Caracterização do repertório sonoro da população de boto-cinza  
(*Sotalia guianensis*) da região do estuário do rio Caravelas, Bahia,  
Brasil.**

**Felipe Campos Penin Garcia**

Natal/RN  
2009

# **Livros Grátis**

<http://www.livrosgratis.com.br>

Milhares de livros grátis para download.

**Caracterização do repertório sonoro da população do boto-cinza (*Sotalia guianensis*) da região do estuário do rio Caravelas, Bahia, Brasil.**

Dissertação apresentada ao programa de pós-graduação em Psicobiologia no Departamento de Fisiologia da Universidade Federal do Rio Grande do Norte, como parte dos requisitos para a obtenção do título de Mestre.

**Orientador: Prof. Dr. Flávio José de Lima Silva**

Natal/RN  
2009

## **Agradecimentos:**

Primeiramente agradeço a Deus pela criação da vida.

Agradeço eternamente aos meus queridos pais por terem me dado a vida e por sempre acreditarem e apoiarem, incondicionalmente, os sonhos de uma criança.

Agradeço a minha querida e amada esposa Luciana, sem você eu nunca chegaria tão longe. Você é diretamente responsável por este trabalho, sempre me acompanhando e apoiando em todas as fases desta conquista. Desde a lua-de-mel de um ano em Natal, passando por Caravelas e agora de volta à terra potiguar neste 35/35 . Te amo muito.

Agradeço grandemente ao amigo Leonardo Wedekin pelo companheirismo e pelas preciosas revisões deste trabalho. Sua conduta impecável como pessoa e profissional são exemplos para minha vida, sou teu fã!

Aos *biólogos insanos* pelo amor, carinho e cumplicidade que me acompanham desde os tempos da graduação e, por terem me ouvido, acreditarem e compartilharem deste sonho. Agradecimento especial aos insanos que me acompanharam em sala de aula e, sofreram pelas atuações do Sr. Urso em sala! Tulão valeu pelos gráficos de última hora! Este grupo é muito especial em minha vida.

Agradeço a todas as pessoas do Instituto Baleia Jubarte, foram quase 5 anos de convivência e ótimas lembranças. Em especial para equipe do Boto Sotalia; Lixinha, Thaty e Leo. Agradeço a todos que direta ou indiretamente ajudaram neste trabalho. Em especial a dois amigos-irmão-estagiários, Erica Baleia e Thiago Felipe!!! Mentalize meu amigo!!!!

Agradeço ao Marcos Rossi pela oportunidade oferecida a mim para trabalhar com estes animais, e por suas colaborações neste trabalho de co-orientação.

Agradeço ao prof. Dr. Flavio Lima pela orientação deste trabalho.

## SUMÁRIO

<b>RESUMO</b>	<b>iii</b>
<b>ABSTRACT</b>	<b>iv</b>
<b>1. INTRODUÇÃO</b>	<b>01</b>
<i>O som e a comunicação dos Cetáceos</i>	01
<i>Odontocetos e o som</i>	02
<i>Tipos de sinais dos odontocetos</i>	04
<i>Espécie de estudo</i>	06
<i>Estudos acústicos com boto-cinza</i>	08
<b>2. OBJETIVOS</b>	<b>10</b>
2.1 Objetivo geral	10
2.2 Objetivos específicos	10
<b>3. MATERIAIS E MÉTODOS</b>	<b>11</b>
3.1 Área de estudo	11
3.2 O boto-cinza na área de estudo	12
3.3 Coleta de dados e registros dos sons	13
<i>Comportamento</i>	14
<i>Fotoidentificação</i>	18
<i>Registro dos sinais dos botos</i>	19
3.3 Análise dos dados	20
<i>Sinais dos botos</i>	21
<i>Comportamento</i>	
3.5 Correlações entre sinais e comportamento	23
<b>4. RESULTADOS</b>	<b>24</b>
4.1 Caracterização do repertório acústico dos botos	24
<i>Assobios</i>	26
<i>Gritos</i>	29
<i>Gargarejos</i>	33
<i>Estalos</i>	33
4.2 Comportamento	35
4.3 Correlações entre comportamentos e tipos de sinais	39



<b>5. DISCUSSÃO</b>	42
<i>Repertório acústico</i>	42
<i>Estrutura dos assobios</i>	45
<i>Estrutura dos gritos e gargarejo</i>	47
<i>Estalos de ecolocalização</i>	47
<i>Comportamento</i>	48
<i>Sinais acústicos e comportamento</i>	48
<i>Limitações metodológicas</i>	49
<b>6. CONCLUSÕES</b>	51
<b>7. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS</b>	52
<b>8. ANEXOS</b>	63



## 1. INTRODUÇÃO

### *O som e a comunicação dos Cetáceos*

O som é utilizado nas principais formas de comunicação animal, por organismos terrestres, mas principalmente por animais aquáticos, pois a energia acústica se propaga melhor que qualquer outra no meio aquático, transformando a produção e recepção de som e, a utilização da acústica passiva ideais para a comunicação neste ambiente (Hopp *et al.*, 1998).

A Ordem Cetacea é uma componente da Classe Mammalia. Nesta ordem incluem-se as grandes baleias de barbatanas (Sub-Ordem Mysticeti), golfinhos e baleias com dentes (Sub-Ordem Odontoceti). Os representantes desta ordem possuem características adaptativas para vida na água como, o formato hidrodinâmico do corpo, ausência de pêlos, membros anteriores transformados em nadadeiras peitorais, membros posteriores vestigiais, remanescentes de uma cintura pélvica primitiva, e uma nadadeira caudal, posicionada horizontalmente (Jefferson *et al.*, 1993). A superfície do corpo não apresenta glândulas lubrificantes, os órgãos sexuais masculinos e femininos, e as glândulas mamárias são internalizados no corpo dos animais. Não há ouvido externo e as narinas, situadas no topo do crânio, são denominadas orifícios respiratórios (Evans, 1987).

O som assume um importante papel para os cetáceos, tanto na comunicação (Dreher & Evans, 1964) como para a exploração e reconhecimento do ambiente (Norris, 1964). A comunicação acústica nos cetáceos assume uma variedade de funções como:

- Seleção sexual: Os machos de baleias jubarte emitem sons estruturados denominados cantos (Payne & McVay, 1971), e estes podem estar associados à função de estabelecimento de “territórios acústicos” entre machos competidores (Tyack 1981; Helweg *et*

*al.* 1992) , ou que são recebidos pelas fêmeas como sinais das aptidões dos machos (Chu & Harcourt, 1986).

- Coesão entre mãe e filhote: A dependência dos imaturos pelos cuidados maternos em cetáceos é intensa e duradoura, podendo atingir mais que dois anos (Mann *et al.*, 2000; Mitchelson, 2008). Este laço de dependência é mantido e reforçado pela comunicação, que se dá principalmente através de sinais acústicos (ver Fripp & Tyack, 2000). Sayigh *et al.* (1990) demonstraram que estes sinais em golfinhos são assobios específicos, onde aumentam em numero e intensidade quando estão separados mãe e filhote.

- Coesão entre grupos: Cetáceos freqüentemente formam grupos sociais para efetuarem pescas conjuntas coordenadas. Por exemplo, orcas (*Orcinus orca*) utilizam sinais acústicos para coordenar e manter a coesão do grupo durante as pescas em conjunto (Ford, 1991).

- Reconhecimento individual: A função de reconhecimento individual para os assobios produzidos durante os encontros entre dois ou mais indivíduos também já foi proposta (Caldwell & Caldwell, 1965).

- Ecolocalização: Os odontocetos produzem sons e analisam os ecos que retornam para si, para identificar o ambiente e localizar objetos, como presas ou obstáculos. Esta habilidade permite que os animais não dependam exclusivamente da visão para se deslocar e se alimentar (Au, 1997b).

### *Odontocetos e o som*

Para os odontocetos em especial, o som assume um papel além da comunicação, são os representantes desta Sub-Ordem que possuem a capacidade da ecolocalização. Os sinais

utilizados na ecolocalização são produzidos pelos sacos aéreos do conduto respiratório dos odontocetos, e direcionado ao alvo pela passagem do som através da camada de gordura existente à frente da cabeça dos odontocetos, conhecida como melão. O som, ao atingir o alvo, retorna para o animal, sendo captados por canais de gordura de seus maxilares, que se ligam diretamente ao ouvido interno destes animais (Norris & Harvey, 1974).

Esta habilidade é vital para os odontocetos, pois sem o seu bom funcionamento estes animais podem encontrar dificuldade em se alimentar ou desviar de obstáculo (Norris, 1964), particularmente os que habitam locais com águas turvas de baixa visibilidade, que é o caso do boto-cinza (*Sotalia guianensis*). Porém, apesar de possuírem extraordinárias capacidades de navegação com o uso da ecolocalização, experimentos em cativeiro com *Tursiops truncatus* demonstraram que estes golfinhos conseguem capturar peixes sem a emissão de estalos de ecolocalização e com vendas nos olhos, orientando-se apenas pela recepção passiva das vibrações acústicas produzidas pelo peixe em deslocamento (Diercks *et al.*, 1971; Wood & Evans, 1980).

Relativo a presas que produzem sons, os golfinhos poderão optar, em muitas situações, detectá-las e segui-las utilizando a audição passiva (dos Santos, 1998). Além de ser uma economia de energia, uma vez que é custosa a produção dos estalos (Au, 1993), algumas presas podem detectar os estalos de ecolocalização, alertando-as de seus predadores (Mann & Popper, 1997).

### *Tipos de sinais dos odontocetos*

Os sinais dos odontocetos podem ser divididos em dois grandes grupos, conforme a sua natureza física, e que para efeito de análise, também serão adotados nesse estudo, são eles: sinais pulsados e tonais (Norris, 1964; Dreher & Evans, 1964).

*Sinais pulsados:* Estes sinais são os mais complexos e variados dos odontocetos. Eles são divididos em dois grupos conforme sua funcionalidade, estalos de ecolocalização e sons pulsantes explosivos, também conhecidos como gritos (Herzing, 2000).

Sinais conhecidos como estalos ou clicks, são os sinais utilizados na ecolocalização. Possuindo início abrupto e de grande espectro de frequência (30 Hz a 150 kHz), mas com energia concentrada em frequências discretas e direcionalidade à frente da cabeça (Norris, 1964), variando de uma taxa de 2 a centenas de pulsos por segundo. Os espectrogramas produzidos por estes sinais são bem característicos, apresentando uma seqüência de barras que normalmente ocupa todo espectro analisado (pulso).

Sinais conhecidos como gritos, grunhidos e gemidos, também são sons pulsados, porém, diferenciados entre si por análise aural, pois são semelhantes os seus contornos apresentados nos espectrogramas. São geralmente compostos por pulsos de curta duração e frequências de bandas largas, normalmente apresentam harmônicos.

Os sons pulsados, diferentemente dos estalos, sejam utilizados na comunicação social. Estes sons foram associados à comunicação, sendo frequentes durante os comportamentos de socialização (Herzing, 1996; dos Santos, 1998; Herzing, 2000) e relacionados a um contexto agressivo (Overstrom, 1983).

Diferente dos estalos, os gritos possuem seu contorno contínuo no espectrograma, porém, o oscilograma demonstra a natureza pulsada do sinal. Esta aparência de sinal contínuo está relacionada com o fato dos programas de análise de som possuírem um limite para representar separadamente nos espectrogramas, os pulsos de sinais com alta taxa de repetição, produzindo assim, um contorno com aparência contínua (Watkins, 1967). Assim como estes programas, nosso sistema auditivo também possui um limite em diferenciar os pulsos captados, ouvindo estes sinais num único som, semelhante a um grito, gemido ou choro, dando assim origem aos nomes freqüentemente usados.

Em orcas, esse tipo de sinal é o mais abundante e o mais característico entre os sinais encontrados no repertório sonoro da espécie (Ford, 1989, 1991). Foram reportadas freqüências desse tipo de emissão entre 5 e 60 kHz (Bronwlee & Norris, 1994) e durações que variavam entre 50ms e mais de 10s (Ford, 1989). Esse tipo de sinal tem sido muito negligenciado na literatura devido a sua complexidade, embora compreenda a maioria das emissões acústicas de algumas espécies de odontocetos (Herzing, 2000).

*Sinais Tonais:* Conhecidos como assobios, possuem a energia concentrada em uma frequência específica, geralmente com modulação, ou seja, alterando a frequência onde se concentra a energia, formando assim um contorno característico no espectrograma. São sinais de curta duração e podem possuir harmônicos. São considerados em pequenos cetáceos, um dos principais tipos de sinal de reconhecimento individual e no estabelecimento do contato social entre os indivíduos (Dreher & Evans, 1964; Herman & Tavolga, 1980).

Os assobios tiveram diversos estudos efetuados, principalmente com a espécie *Tursiops truncatus*, relacionando estes sons com comunicação e o reconhecimento individual (Caldwell & Caldwell, 1965; Caldwell *et al.*, 1973). Caldwell & Caldwell (1965) demonstraram

a ocorrência de assobios estereotipados, sendo posteriormente correlacionados com a identificação dos animais gravados, chamado de assobio-assinatura.

Posteriormente, estudos acústicos começaram a se desenvolver em ambiente natural. Uma maior diversidade de espécies de odontocetos passou a serem estudadas, como os *Tursiops truncatus* (dos Santos, 1989), golfinhos-pintados-do-atlantico, *Stenella frontalis* (Herzing, 1996) e golfinhos-rotadores, *Stenella longirostris* (Bazuá-Durán & Au, 2004).

Estudos comparativos entre espécies indicam que estes sons variam entre as espécies, podendo ser usado como ferramenta de identificação de espécies (Steiner, 1981). Além das diferenças interespecíficas, as emissões sonoras podem apresentar diferenças intraespecíficas. Estudos em ambiente natural reportam uma variação no repertório sonoro de diferentes populações da mesma espécie (e.g. Ford & Fisher, 1978; Azevedo & Sluys, 2005; Rossi-Santos & Podos, 2006).

#### *Espécie de estudo*

O boto-cinza, *Sotalia guianensis* (van Bénédén, 1864), é uma pequena espécie de cetáceo, distribuindo-se preferencialmente por regiões costeiras e abrigadas, como baías, estuários, regiões de manguezais e enseadas (Borobia, *et al.*, 1991). A espécie apresenta uma distribuição tipicamente costeira e contínua na costa atlântica tropical e subtropical da América do Sul e Central cujos limites são: ao sul, na Baía Norte de Santa Catarina, Sul do Brasil (27°. 35 S; 49°. 34 W) (Simões-Lopes, 1988) e ao norte, Honduras (15°. 58 N; 85°. 42 W) (Silva & Best, 1996).

Atualmente, a captura acidental em atividades pesqueiras representa a causa mais freqüente da mortalidade do boto-cinza, por ações antrópicas (Zerbini *et al.*, 1999). Ao longo de

sua distribuição, também há registros isolados de capturas intencionais e de colisão com embarcações (Siciliano, 1994). Por ser uma espécie tipicamente costeira, o boto está sujeito aos impactos causados pela ocupação territorial desordenada dos ambientes costeiros. Estes impactos estão relacionados com a emissão de poluentes e dejetos orgânicos nos mares, o tráfego de embarcações, assim como as atividades portuárias relacionadas a estas embarcações que, além da poluição física, são grandes fontes de ruídos.

O boto-cinza tem vida longa, chegando a atingir até 30 anos de idade (Santos *et al.*, 2003). São animais predadores e de topo de cadeia trófica, se alimentado de uma grande variedade de peixes em toda coluna d'água (Lodi, 2003), e espécies de peixes associadas ao fundo (Rossi-Santos & Wedekin, 2006). Esses aspectos do comportamento e sua história natural fazem do boto-cinza um excelente bioindicador da saúde de seus habitats.

Os principais impactos que os ruídos podem causar no ecossistema marinho estão relacionados com danos físicos em organismos marinhos e mascaramento dos sinais acústicos usados pelos organismos marinhos (Simmonds *et al.*, 2003). A melhor evidência de que os ruídos podem ser fatais, vem dos encalhes de múltiplas espécies que ocorreram nas Bahamas no ano de 2000. Foram dissecados os animais e constatado a existência de hemorragia no ouvido interno, como resultado de um intenso evento acústico. A marinha norte-americana admitiu depois, que seu próprio sonar tático de meio-gama era a causa mais plausível dos danos e encalhes (Simmonds *et al.*, 2003).

O status de conservação da espécie é classificado como “Deficiente em Dados” pela IUCN (IUCN, 2008), porém este status de classificação deve ser avaliado frente ao conhecimento produzido sobre a espécie nos últimos anos (Flores *et al.*, 2009).

No Estuário do Rio Caravelas os botos são monitorados desde 2002 através de uma condicionante imposta pelo órgão ambiental (IBAMA) em decorrência da construção de um terminal marítimo e da dragagem do canal principal do estuário.

#### *Estudos acústicos com boto-cinza*

Os primeiros estudos sobre os aspectos do repertório sonoro de golfinhos do gênero *Sotalia* foram desenvolvidos em cativeiro (Caldwell & Caldwell, 1970; Kamminga *et al.*, 1993; Sauerland & Dehnhardt, 1998).

Os primeiros estudos acústicos em ambiente naturais para a espécie foram desenvolvidos por Monteiro-Filho (1991) onde o autor classificou o repertório sonoro para a região de Cananéia/SP. Os estudos sobre a comunicação do boto-cinza ainda são recentes, reportando principalmente informações sobre os repertórios dos assobios (eg. Figueiredo, 2000; Azevedo, 2000; Azevedo & Simão, 2002; Erber & Simão, 2004; Pivari & Rosso, 2005, May Collado & Wartzok, 2007, 2009).

A descrição do repertório sonoro geral para espécie, incluindo assobios, gritos e estalos, foi feita em apenas quatro estudos. Dois da mesma população, na região de Cananéia/SP, sudeste do Brasil (Monteiro-Filho, 1991; Pivari, 2004), um com a população da Baía de Sepetiba/RJ, também no sudeste (Erber, 2003) e, outro em Florianópolis/SC, região sul do Brasil (Paro, 2005). Para o boto-cinza, foi descrito um som pulsado, semelhante a um grito de baixa frequência (300 Hz), com no máximo três harmônicos, chamado gargarejo, atribuídos a sons produzidos por filhotes (Monteiro-Filho & Monteiro, 2001).

As demais regiões da distribuição da espécie estão sem os repertórios sonoros completamente descritos. Os poucos estudos publicados sobre os botos da região Nordeste do



Brasil referem-se apenas aos assobios (Azevedo & Sluys ,2005; Rossi-Santos & Podos, 2006), sendo desconhecido o repertório sonoro completo, com gritos e estalos, para espécie nesta região.

Azevedo & Sluys (2005) e Rossi-Santos & Podos (2006) desenvolveram estudos comparativos de assobios entre populações de *Sotalia guianensis*, de diversas regiões do Brasil. Ambos os autores constataram um padrão de variação geográfica em dois dos cinco parâmetros de frequência medidos.

A descrição do repertório sonoro desta população será de extrema importância para a conservação da espécie na região. Depois de descrito seu repertório, ele poderá ser comparado com os ruídos antrópicos da região (formado principalmente por ruídos de barcos de pesca, de barcos de turismo, navios-barcaça de transporte de madeira, e da operação de dragagem feita periodicamente na região do estuário), para verificar a existência de uma sobreposição de nichos acústicos.

Além disso, a forma que se apresentam distribuídos os botos pela região, pequenos grupos de em média 4 indivíduos, residência e fidelidade de área (Rossi-Santos *et al.*, 2007), nos motivam a inquirir sobre aspectos mais complexos da comunicação deste pequeno cetáceo, como a forma que utilizam os sinais já conhecidos para a espécie e de que maneira estes podem estar relacionados com o comportamento dos animais. Para isto deve-se ter o repertório sonoro previamente descrito e classificado.

Neste trabalho, investigou-se o repertório sonoro dos botos da região do estuário do rio Caravelas.

## **2. OBJETIVOS**

### **2.1 Objetivo Geral:**

Caracterizar o repertório sonoro da população do boto-cinza (*Sotalia guianensis*) da região do estuário do Rio Caravelas, Estado da Bahia, Brasil.

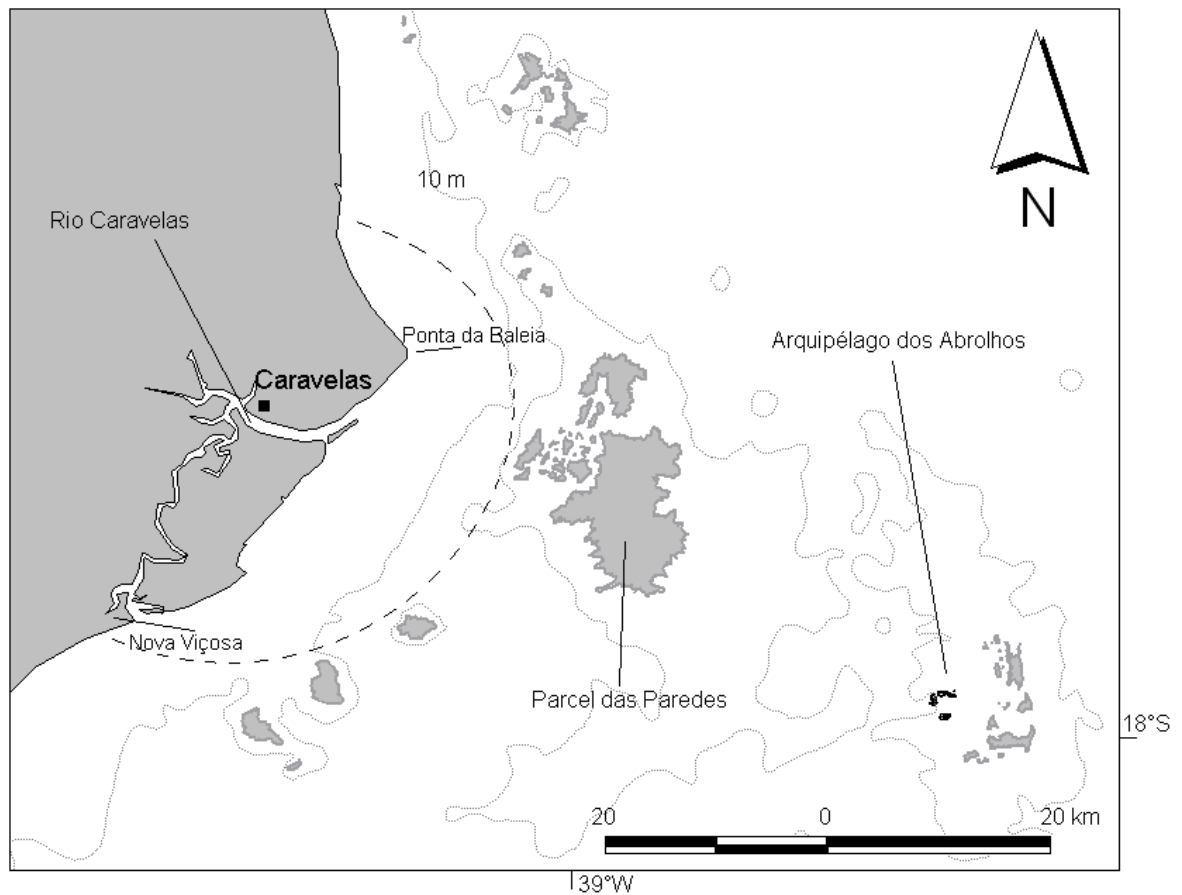
### **2.2 Objetivos Específicos:**

- a. Descrever os sinais acústicos dos botos de acordo com parâmetros quantitativos e qualitativos.
- b. Caracterizar a associação entre os tipos de sinais acústicos e os estados e eventos de comportamentos expressos pelos botos.

### 3. METODOLOGIA

#### 3.1 Área de estudo

As coletas de dados foram feitas na região do complexo estuarino do Rio Caravelas e suas áreas costeiras adjacentes, desde a Ponta da Baleia até o município de Nova Viçosa, localizados no extremo sul do estado da Bahia, região Nordeste do Brasil ( $18^{\circ}00\text{ S}$ - $39^{\circ}30\text{ W}$ ) (Figura 1).



**Figura 1:** Setor entre os municípios de Caravelas (Ponta da Baleia) e Nova Viçosa, no extremo sul do Estado da Bahia, local onde o estudo acústico do *Sotalia guianensis* foi desenvolvido. A linha pontilhada delimita a área amostrada.

A área de estudo está inserida dentro do Banco dos Abrolhos que corresponde a um alargamento da plataforma continental. A região abriga a maior formação de recife de coral do Oceano Atlântico Sul (Leão, 1994) e é, o principal local de reprodução das baleias Jubartes no Brasil (Martins *et al.* 2001; Andriolo *et al.*, 2006). A região de estudo é composta por uma costa aberta, com praias arenosas e vastos manguezais. Influenciada pela Corrente do Brasil, caracteriza-se como um típico ecossistema tropical de alta diversidade de espécies (Nonaka *et al.*, 2000). Este complexo estuarino possui a segunda maior floresta de manguezal da região Nordeste do Brasil (Herz, 1991). O estuário do Rio Caravelas é de grande importância para a manutenção do ecossistema do Banco dos Abrolhos, atuando como sítios reprodutivos de diversas espécies de peixes que habitam os recifes coralinos do banco (Moura & Francini-Filho, 2006).

O estuário do rio Caravelas sofreu um significativo aumento das ações antropogênicas, em 2002 instalou-se no estuário um porto de escoamento de toras de madeira para a produção de celulose. O estuário recebe desde então, diariamente os ruídos das embarcações de transporte das toras de eucalipto e das atividades portuárias. As atividades de transporte das toras são feitas por navios-barcaças. Estes navios barcaças, por possuírem o calado maior que a profundidade do canal de entrada do estuário, obrigando a empresa a efetuar anualmente atividades regulares de dragagem do principal canal do estuário (Rossi-Santos *et al.* 2003).

### 3.2 O boto-cinza na área de estudo

A população de botos da região estuarina do Rio Caravelas é monitorada desde o ano de 2002 até os dias atuais. São coletados dados referentes à distribuição espacial, aos comportamentos observados e marcações individuais dos animais, através da técnica de fotoidentificação das nadadeiras dorsais (Rossi-Santos *et al.*, 2003).

Dentre as informações levantadas até o presente, sabe-se que uma população residente de botos pode ser encontrada o ano inteiro no local, concentrando-se na entrada do estuário e que passa a maior parte do seu tempo se alimentando (Daura-Jorge *et al.*, 2007; Rossi-Santos *et al.*, 2007) e que os botos apresentam-se distribuídos pela região em pequenos grupos, de em média 4 indivíduos.

A taxa de encontro dos botos no estuário (número de botos dividido pelo esforço amostral) vem decrescendo sistematicamente desde o início do estudo (Wedekin *et al.*, 2005a; IBJ, 2008). Este decréscimo das avistagens na região pode ser decorrente da morte de animais, decréscimo da natalidade ou abandono da área pelos animais (IBJ, 2008).

Constatou-se que a região é importante para o boto-cinza, com a presença constante de filhotes ao longo de todo ano, que indica que este local é importante para a reprodução e desenvolvimento dos filhotes (Rossi-Santos, 2006). Dados não publicados do Instituto Baleia Jubarte indicam a presença de alguns indivíduos fotoidentificados na região do estuário por mais de seis anos (IBJ, 2008). Através de observação pessoal, verifiquei que alguns animais são avistados normalmente juntos, indicando uma possível fidelidade de grupo apresentada por alguns indivíduos.

### 3.3 Coleta de dados e registros dos sons

As coletas de dados foram feitas durante as expedições de campo de um monitoramento sistemático da espécie realizado pelo Instituto Baleia Jubarte. As expedições foram realizadas a bordo de um barco de pesca adaptado para pesquisa, de 12 metros, com motor de centro (MWM, diesel de três cilindros com 33 cavalos) (figura 2).

Durante os anos de 2005 a 2008, foram realizadas 577,3 horas de esforço com 65 horas de observação direta dos botos, onde foram gravadas 10,4 horas de atividades e do ambiente acústico dos botos, distribuídas em 16 dias de gravações.



**Figura 2:** Barco “boto-cinza”, utilizado como plataforma de coleta de dados sobre diferentes aspectos da biologia e ecologia do boto-cinza na região do estuário do Rio Caravelas, extremo sul do Estado da Bahia.

### *Comportamento*

Ao avistar os animais, foi procedida a amostragem de grupo focal (Lehner, 1996). Anotando a cada 5 minutos, em fichas de campo padronizadas, os comportamentos (estado e evento comportamental) observados do grupo, bem como suas posições geográficas. Os estados comportamentais foram classificados em forrageamento e socialização.

- *Forrageamento*. Segundo Monteiro-Filho (1995) e Monteiro *et al.*, (2006), caracteriza-se por forrageamento quaisquer atividades associadas com aquisição de alimento, como perseguições de peixes, peixes saltando na superfície da água e peixes na boca dos animais.

- *Socialização*. De acordo com Acevedo-Gutiérrez *et al.*, (2005) e Daura-Jorge *et al.*, (2005), este estado comportamental caracteriza-se por quaisquer atividades que não são consideradas forrageamento, estas atividades incluem contato físico entre indivíduos (comportamentos agonísticos ou associativos).

Os eventos comportamentais observados foram:

- *Saltos totais ou parciais*. Caracteriza-se pela exposição total ou parcial do corpo, acima da superfície da água (Nascimento, *et al.*, 2008) (figura 3).



**Figura 3:** Evento comportamental “Salto”. Boto-cinza no rio Caravelas.

- *Batida de cauda.* O animal ergue o pedúnculo e a nadadeira caudal, golpeando a superfície da água com a cauda (Nascimento, *et al.*, 2008).
- *Espiar.* O animal emerge verticalmente, fazendo um ângulo de 90° em relação à superfície da água (Nascimento, *et al.*, 2008, Hayes, 1999) (figura 4).





**Figura 4:** Evento comportamental “espiar”. Boto-cinza

- *Porpoising*. Caracteriza-se pela natação rápida com parte do corpo fora da água, projetando jatos de água nas laterais do corpo resultantes da força do deslocamento (dos Santos, 1998) (figura 5).



**Figura 5:** Evento comportamental “porpoising”. Boto-cinza no rio Caravelas

- *Levantamento de cauda.* Caracteriza-se quando animal projeta o pedúnculo e a nadadeira caudal para fora d'água formando um ângulo de 90° com a superfície. Normalmente este evento precede um mergulho profundo (Hayes, 1999) (figura 6).



**Figura 6:** Evento comportamental “Levantamento de cauda”. Boto-cinza no rio Caravelas

- *Mergulhos.* Caracterizam-se quando animal submerge por longos períodos, aumentando o tempo de fundo. Normalmente este evento é precedido pelo levantamento de cauda. (Nascimento, *et al.*, 2008)

A definição dos padrões comportamentais apresentados neste trabalho foi feita considerando os comentários coletados pelos observadores pelo método *ad libitum* (Lehner, 1996), como peixes saltando e interações com objetos, e as imagens dos comportamentos de superfície capturadas pela filmadora durante as gravações acústicas. Através desta combinação de registros de dados, foram classificados os dias onde se tiveram fortes indícios do comportamento observado

### *Fotoidentificação*

As coletas de dados deste trabalho foram feitas acompanhando o trabalho de monitoramento da espécie realizado pelo Instituto Baleia Jubarte, e como a principal atividade no campo são as fotografias de identificação, todos os grupos gravados foram foto-identificados. A foto-identificação é uma ferramenta utilizada para identificar os animais individualmente, através de fotografias de marcas naturais. No caso dos golfinhos, as marcas utilizadas para a identificação são aquelas adquiridas na nadadeira dorsal (figura 7). Para uma descrição detalhada da metodologia de foto-identificação usada em conjunto com este trabalho, veja em Rossi-Santos *et al.*, (2007).



**Figura7:** Marcas naturais na nadadeira dorsal do boto-cinza. Indivíduo C09, rio Caravelas.

### *Registro do som dos botos*

As gravações foram feitas com uma câmera filmadora digital Panasonic modelo PV-GS 120. O som subaquático foi capturado por um hidrofone (HTI-96-min) conectado a entrada de

microfone da câmera filmadora (resposta de frequência do sistema de 48 kHz.). Os dados sonoros foram armazenados em fitas mini-DV de 60 min, modo SP.

Para iniciar as gravações, o barco se aproximava do grupo e desligava-se o motor da embarcação, em seguida colocava-se o hidrofone na água, dando início a captação das emissões acústicas junto com as imagens dos comportamentos de superfície produzidos pelos botos.

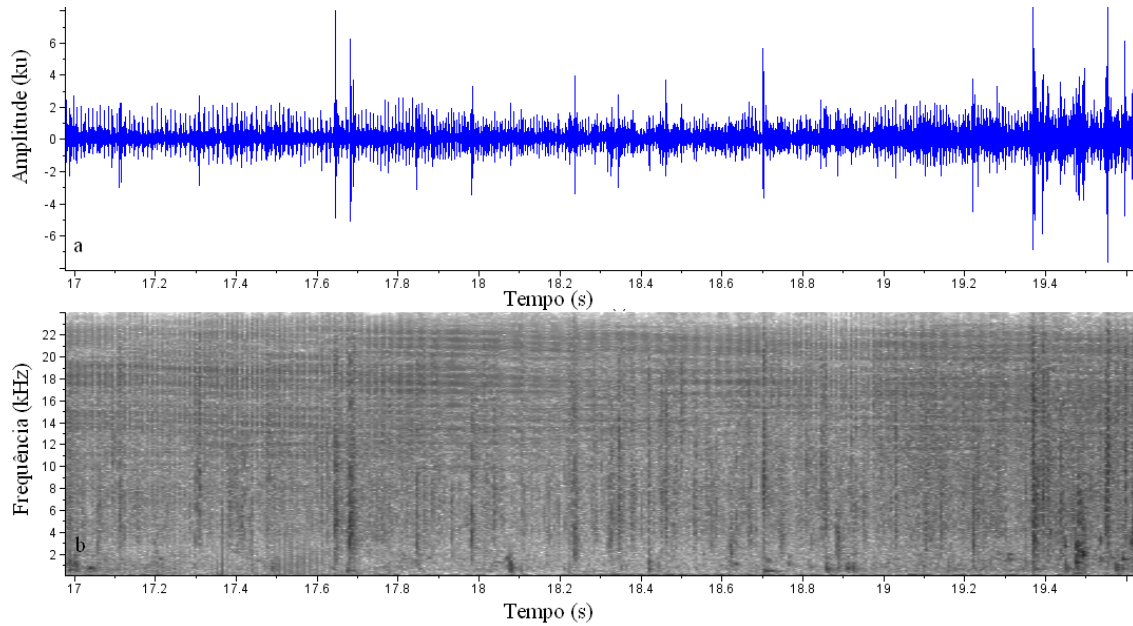
Algumas medidas foram tomadas para tentar diminuir a interferência de outros sons nos sinais captados. A sonda (ecobatímetro) da embarcação foi desligada durante as gravações, pois se constatou que o sinal acústico produzido pela sonda era captado pelo hidrofone e causava interferência durante as análises dos sinais dos botos.

Quando o grupo atingia distância superior a, aproximadamente 100 metros, a gravação era interrompida e a equipe aproximava-se do grupo novamente para dar continuidade às gravações.

### **3.4 Análises dos dados**

No laboratório, os sinais gravados foram digitalizados. Este processo consistiu em conectar a câmera filmadora à entrada de microfone do computador e captar o som através do programa Raven Pro 1.3 (Cornell University).

Os sinais reproduzidos pela câmera foram convertidos em oscilogramas e espectrogramas pelo Programa Raven Pro 1.3, em velocidade normal, canal mono e taxa de amostragem de 48 kHz (16 bits). O espectrograma é uma forma gráfica do som, ele exibe o som em um gráfico do tempo pela frequência (figura), enquanto que o oscilograma exibe um gráfico de pressão por tempo (Figura 8).



**Figura 8:** Oscilograma (a) e, espectrograma (b) de uma sequência de estalos.

### *Sinais dos botos*

Foram analisadas 10,4 horas, e encontrados 512 sinais analisáveis dos botos. Os sinais selecionados para análise foram os que apresentaram a potência acústica maior que os ruídos de fundo, como os provocados por embarcações, correntes de maré e outros organismos marinhos. Apresentando assim um contorno distinto no espectrograma, possibilitando as medições dos parâmetros de frequência.

As análises dos sinais foram feitas simultaneamente de forma aural e visual. Os espectrogramas e oscilogramas foram produzidos com o programa Raven Pro 1.3. A configuração do espectrograma para a inspeção visual foi padronizada para janela do tipo Hann, overlap 50%, tamanho de janela a FFT 512 e largura de banda 135 Hz. Porém, alguns sons depois de detectados, necessitavam de atenção especial em frequências específicas, sendo ampliado e mudando assim o tamanho da janela e a largura de banda do gráfico, para melhor visualização no espectrograma.

Ao se identificar um possível sinal biológico, parava-se a reprodução do som, e este sinal era separado, mensurado e classificado, conforme suas características físicas. Os sons foram classificados primeiramente conforme a análise visual do contorno dos espectrogramas gerados, sendo separados nas três categorias descritas: assobios, estalos, gritos e gargarejo. Cada tipo de sinal teve diferentes parâmetros de frequência mensurados.

Assobios: Os parâmetros de frequência analisados foram frequência inicial; frequência final; frequência máxima; frequência mínima e a variação de frequência.

Gritos e gargarejos: Os parâmetros de frequência mensurados foram frequência mínima e máxima do sinal fundamental; e frequência máxima do último harmônico.

Estalos de ecolocalização: não foi medido nenhum parâmetro referente à frequência dos estalos, uma vez que os sinais captados possuem banda larga de frequência abrangendo todo o espectro de análise, foram medidas as durações de cada sequência de estalos.

Além dos parâmetros de frequência mensurados de cada tipo de sinal, também foram medidas a duração e a potência relativa de cada sinal. Todos os sinais foram contabilizados e, calculadas as frequências relativas de emissão de cada tipo de sinal.

Os espectrogramas dos assobios, gritos e gargarejos selecionados para análise foram armazenados em arquivos BITMAP e classificados qualitativamente (cf. Sayigh *et al.*, 1990). Classificados quanto ao seu contorno no espectrograma, pela direção do sinal e as mudanças de direções dada pelos pontos de inflexão como por exemplo, ascendente, descendente ou ascendente-descendente (Monteiro-Filho, 1991; Monteiro-Filho & Monteiro, 2001).

### *Comportamento*

Foram analisadas 16 planilhas diárias, criando-se uma tabela de comportamentos observados por cada dia e calculada a taxa de eventos comportamentais/minuto/individuo de cada dia.

A metodologia de gravar os sinais acústicos em uma câmera filmadora proporcionou relacionar com precisão os eventos comportamentais e os sons produzidos, como seqüências de eventos seguidos de sinais. Porém houve um dia onde não se foi classificado o comportamento, pois não havia indícios suficientes para assegurar a existência dos comportamentos no momento da gravação.

### **3.5 Correlações entre sinais e comportamento**

Foram calculadas as taxas de sinais e eventos comportamentais, por minuto por indivíduo, possibilitando assim a correlação entre elas. Estas taxas foram calculadas dividindo-se o número total de sinais e eventos encontrados, pelo tempo total de gravação e, dividindo esta taxa pelo número de indivíduos gravados. O mesmo procedimento foi aplicado para cada tipo de emissão gravada e cada tipo de evento também, separado por dia de gravação.

Buscando a relação existente entre a emissão de sinais e o estado comportamental observado, foram comparadas as médias das taxas das emissões e dos eventos entre os dois estados comportamentais observados (forrageamento e socialização).

## 4. RESULTADOS

### 4.1 Caracterização do repertório acústico dos botos

Foram selecionados 512 sinais acústicos produzidos pelos botos. A taxa geral de sinais foi de 0,82 sinais/minuto. Foram gravados grupos de 2 a 7 indivíduos com média de  $4 \pm 0,8$  indivíduos. Apresentando assim, a taxa de 0,21 sinais/minuto/animal. Os sinais acústicos mais freqüentes foram os estalos (43%), seguidos dos assobios (37%), dos gritos (14,5%) e por ultimo os gargarejos (3%) (Figura 9).



**Figura 9:** Frequência relativa dos tipos de sinais produzidos pelos botos do estuário do rio Caravelas.

Observando as taxas de sinais/minuto/indivíduo dos diferentes tipos de sinais separadas por dia de gravação, observou-se que existe uma diferença na distribuição dos sinais do tipo grito e gargarejo, estando presentes principalmente em três dias (Dia 4, 5 e 16), (Tabela 1.).



**Tabela 1:** Taxas de tipos de sinais por minuto por indivíduo, encontradas nas gravações dos botos do estuário do rio Caravelas, separadas por dia de gravação.

<b>Dias</b>	<b>Taxa ASS</b>	<b>Taxa GRT</b>	<b>Taxa GRG</b>	<b>Taxa EST</b>	<b>Taxa Sinais total</b>
1	0,082	0	0	0,058	0,141
2	0,029	0	0	0,104	0,134
3	0	0	0	0,314	0,314
4	0,200	0,040	0,003	0,060	0,303
5	0,136	0,125	0,005	0,351	0,619
6	0,079	0,008	0,015	0,071	0,174
7	0,040	0,011	0,011	0,132	0,195
8	0	0,017	0	0,05	0,066
9	0,016	0	0	0,011	0,027
10	0,100	0	0	0,04	0,140
11	0,092	0,021	0	0,242	0,357
12	0,017	0,025	0	0,025	0,067
13	0,077	0	0	0,102	0,179
14	0,170	0	0	0,060	0,230
15	0,017	0,017	0	0	0,033
16	0,117	0,117	0,037	0,025	0,295
<b>Media</b>	<b>0,073</b>	<b>0,024</b>	<b>0,004</b>	<b>0,103</b>	<b>0,205</b>
<b>D.P</b>	<b>0,061</b>	<b>0,040</b>	<b>0,010</b>	<b>0,107</b>	<b>0,150</b>

Comparando-se o tempo despendido pelos botos em cada tipo de sinal, os estalos compõem mais de 90% do total de tempo efetivo dos sinais acústicos gravados (Figura 10).



**Figura 10:** Frequência relativa do tempo total dos diferentes tipos de sinais, dos botos do estuário do rio Caravelas.

#### *Assobios*

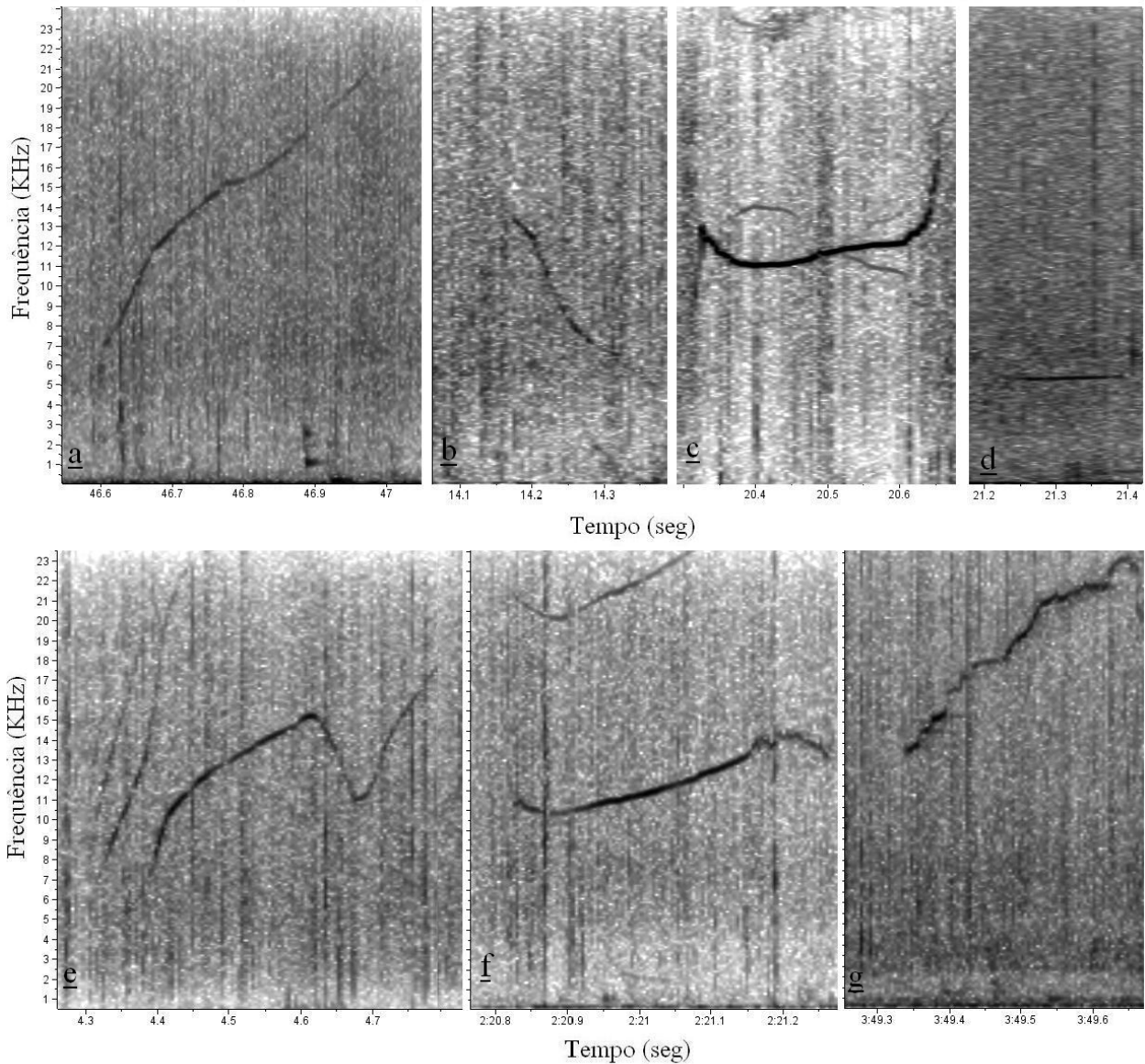
Foram analisados 191 assobios, com média de duração de  $0,23 \pm 0,15$  segundo. A taxa de assobio/minuto/individuo foi de 0,07. Os assobios foram bem distribuídos, presentes em 87,5% (n=14) dos dias gravados.

As frequências dos sinais fundamentais variaram entre 1.387 e 24.000 Hz. A variação de frequência, calculada a partir da frequência mínima e máxima de cada assobio, obteve uma média de  $7.437 \pm 5.772$  Hz. (Tabela 2). Foram encontrados 18 assobios com harmônicos (9,4%), variando de 1 a 3 harmônicos e 22 assobios que alcançaram o limite de resposta de frequência do equipamento (24.000 Hz) e foram excluídos das análises.

**Tabela 2:** Parâmetros de frequência (Hz), duração (seg), força (dB) e número de harmônicos encontrados nos assobios das gravações dos botos do estuário do rio Caravelas.

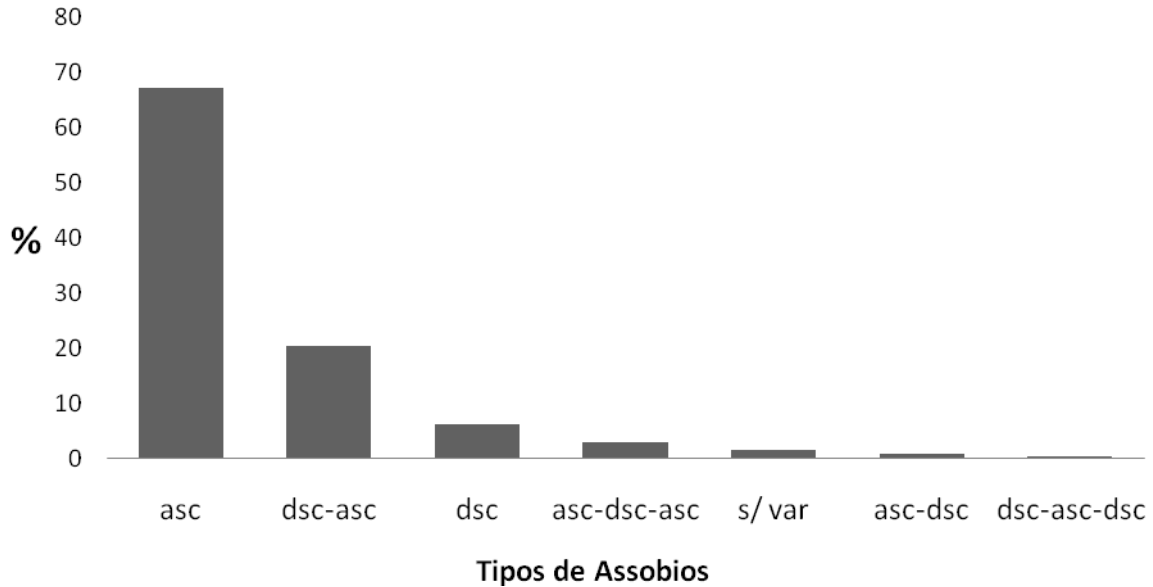
	<b>Freq. Min (Hz)</b>	<b>Freq. Max (Hz)</b>	<b>Freq. Inicial (Hz)</b>	<b>Freq. Final (Hz)</b>	<b>Tempo (s)</b>	<b>Variação Freq. (Hz).</b>	<b>Força Max. (dB)</b>	<b>Harmônicos</b>
<b>MIN</b>	1.387,0	3.515,0	1.387,0	3.515,0	0,010	346,0	59,1	0
<b>MAX</b>	22.197,0	23.950,0	23.445,0	23.950,0	0,561	21.827,0	95,2	3
<b>MEDIA</b>	9.977,7	17.422,0	10.530,0	17.172,0	0,233	7.437,0	78,7	0,3
<b>D.P</b>	3.273,9	4.789,6	3.511,7	5.103,3	0,151	5.772,3	6,7	0,6
<b>C.V</b>	32,8	27,5	33,3	29,7	64,8	77,6	8,5	-

Os assobios encontrados foram classificados conforme sua modulação, formando sete grupos: ascendentes; descendentes; ascendente-descendente; descendente-ascendente; ascendente-descendente-ascendente; descendente-ascendente-descendente; sem variação (Figuras 11).



**Figura 11:** Espectrogramas dos assobios dos tipos: Ascendente (a), Descendente (b), Descendente-Ascendente (c), Sem modulação (d), Ascendente-Descendente-Ascendente (e), Descendente-Ascendente-Descendente (f) e Ascendente-Descendente (g).

Os contornos que foram mais encontrados foram dos tipos ascendentes e descendentes-ascendentes, com uma taxa de repetição de 67% e 20,5%, respectivamente. Os outros contornos apresentaram taxa de repetição abaixo de 6% (figura 12).



**Figura 12:** Frequências relativas dos diferentes tipos de Assobios encontrados na população de botos do estuário do rio Caravelas. (asc=Ascendente; dsc-asc=Descendente-Ascendente; dsc=Descendente; asc-dsc-asc=Ascendente-descendente-ascendente; s/var=Sem variação; asc-dsc=Ascendente-Descendente; dsc-asc-dsc=Ascendente-Ascendente-Descendente)

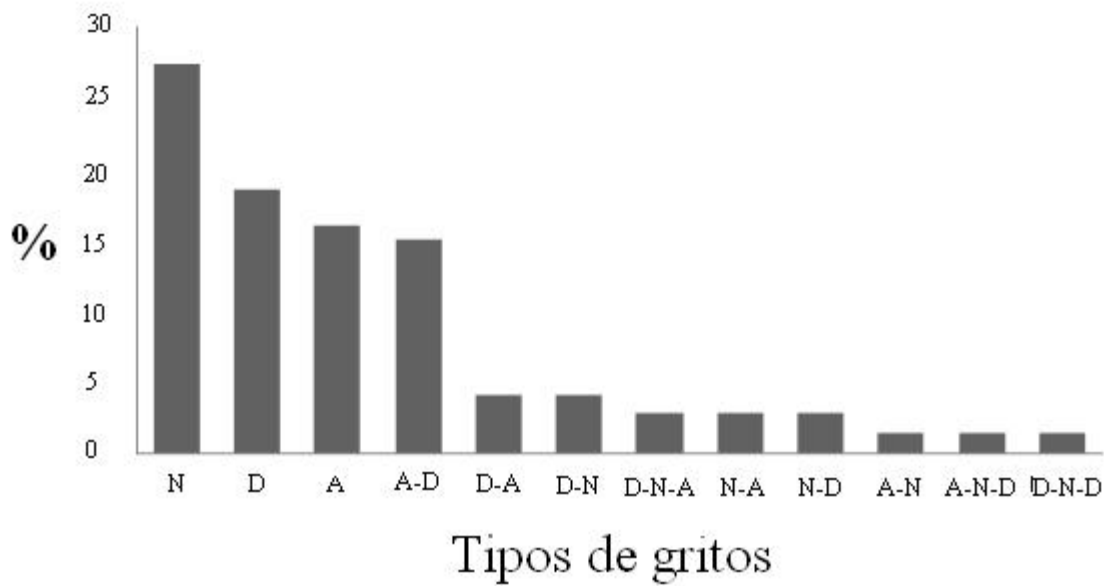
### *Gritos*

Os 74 gritos encontrados nas gravações tiveram as frequências de seus componentes fundamentais variando entre 185 e 18.903 Hz, e com médias de frequência mínima e máxima de  $2.607 \pm 4.394$  Hz e  $3.124 \pm 4.614$  Hz respectivamente. Estes sinais são de duração mais curta que os assobios, possuindo a média de  $0,12 \pm 0,1$  s. Todos os gritos apresentaram harmônicos, variando de 1 a 38 harmônicos, com média de  $10 \pm 9,1$  harmônicos (Tabela 3).

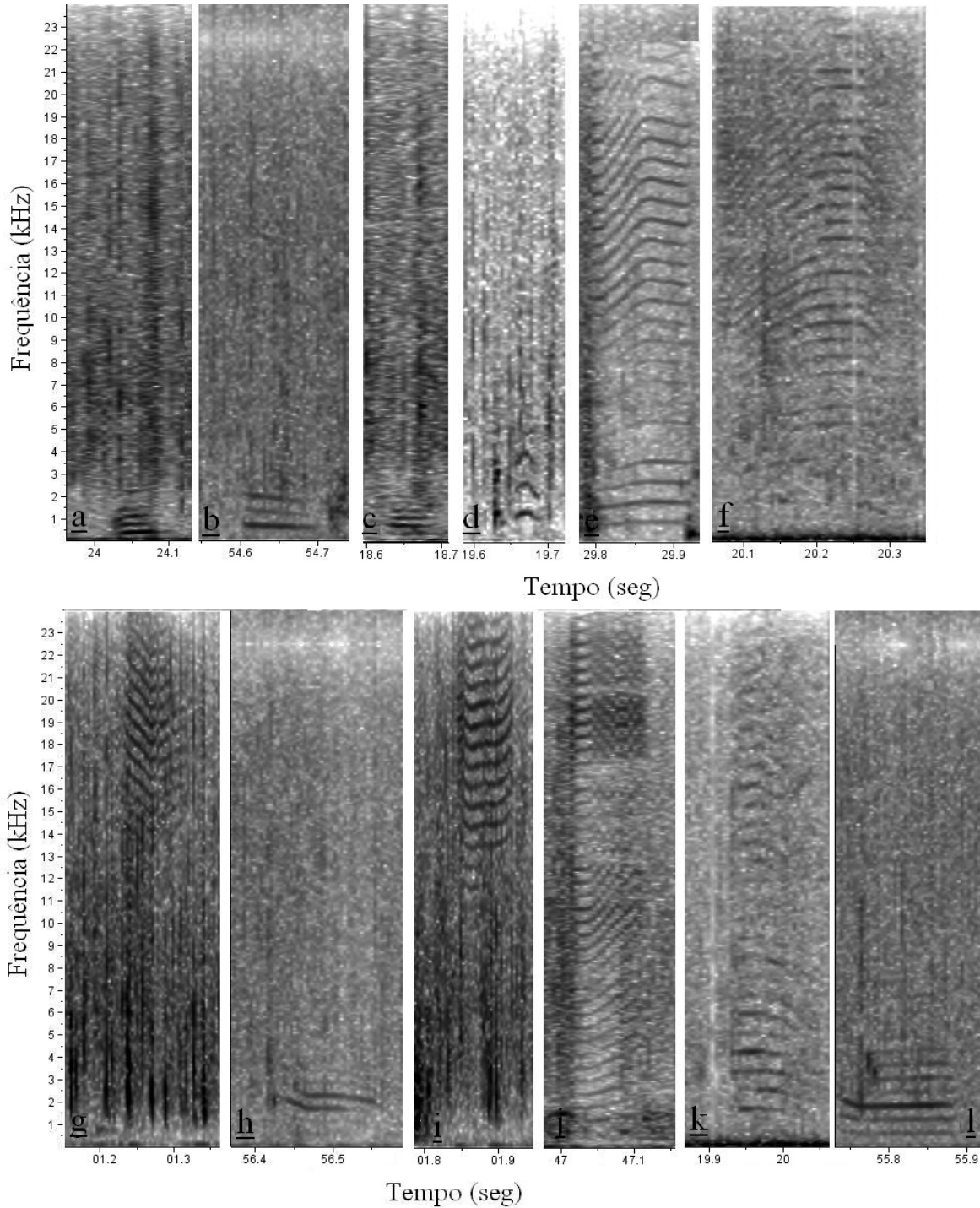
**Tabela 3:** Parâmetros de frequência (Hz), duração (seg), força (dB) e número de harmônicos encontrados nos gritos dos botos do estuário do rio Caravelas.

	Freq. Fdmt. Min. (Hz)	Freq. Fdmt. Max (Hz)	Freq. Max. Último Har (Hz).	Tempo (s)	Força (dB)	N° Harmônicos
MIN	185	279	850	0,025	61,1	1
MAX	17.436	18.903	24.000	0,483	89,4	38
MEDIA	2.607	3.124	10.702	0,115	75,9	10
DP	4.394,2	4.614,0	9.681,1	0,1	5,6	9,1
C.V	168,58	147,7	90,46	86,96	7,38	91,0

A classificação qualitativa dos gritos revelou 12 grupos, conforme os contornos dos componentes fundamentais dos gritos (pontos de inflexões e a direção da modulação do sinal): Sem modulação (N); Descendente (D); Ascendente (A); Ascendente-Descendente (A-D); Descendente-Ascendente (D-A); Descendente- Sem modulação (D-N); Descendente-Sem modulação-Ascendente (D-N-A); Sem modulação-Ascendente (N-A); Sem modulação-Descendente (N-D); Ascendente-Sem modulação (A-N); Ascendente-Sem modulação-Descendente (A-N-D); Descendente-Sem modulação-Descendente (D-N-D). O tipo mais encontrado foi o tipo sem modulação (N), com frequência de 27,3 %. (figura13 e 14)



**Figura 13:** Frequências relativas dos diferentes tipos de gritos encontrados na população de botos do estuário do rio Caravelas. (N=Sem modulação; D=Descendente; A=Ascendente; A-D=Ascendente-Descendente; D-A=Descendente-Ascendente; D-N=Descendente-Sem modulação; D-N-A= Descendente-Sem modulação-Ascendente; N-A=Sem modulação-Ascendente; N-D=Sem modulação-Descendente; A-N=Ascendente-Sem modulação; A-N-D=Ascendente-Sem modulação-Descendente; D-N-D=Descendente-Sem modulação-Descendente).



**Figura 14:** Espectrogramas dos tipos de gritos, (a) Ascendente, (b) Descendente, (c) Sem modulação, (d) Ascendente-Descendente, (e) Ascendente-Sem modulação, (f) Ascendente-Sem modulação-Descendente, (g) Descendente-Ascendente, (h) Descendente-Sem modulação-Descendente, (i) Descendente-Sem modulação-Ascendente, (j) Sem modulação-Ascendente, (k) Sem modulação-Ascendente, (l) Sem modulação-Descendente e, (l) Descendente-Sem modulação.



### *Gargarejos*

Os 15 gargarejos encontrados tiveram, em média,  $0,13 \pm 0,07$  segundos, e seus componentes fundamentais apresentaram frequências entre 160 a 302 Hz (Tabela 4). Foram encontrados sinais com até três harmônicos. Os gargarejos não apresentaram variação de contorno, sendo todos do tipo sem modulação.

**Tabela 4:** Valores dos parâmetros de frequência (Hz), duração (seg), força (dB) e número de harmônicos encontrados nos gargarejos das gravações dos botos do estuário do rio Caravelas.

	Freq. Fdmt. Min (Hz).	Freq. Fdmt. Max (Hz)	Freq. Max. Ultimo Har. (Hz)	Tempo (s)	Força (dB)	Nº Harmônicos
<b>MIN</b>	160	302	540	0,047	71,0	1
<b>MAX</b>	324	510	1.520	0,326	83,5	3
<b>MEDIA</b>	228	411	939	0,132	76,6	2
<b>D.P</b>	46,6	74,0	216,5	0,069	3,2	0,8
<b>C.V</b>	20,42	18,0	23,05	52,27	4,18	40

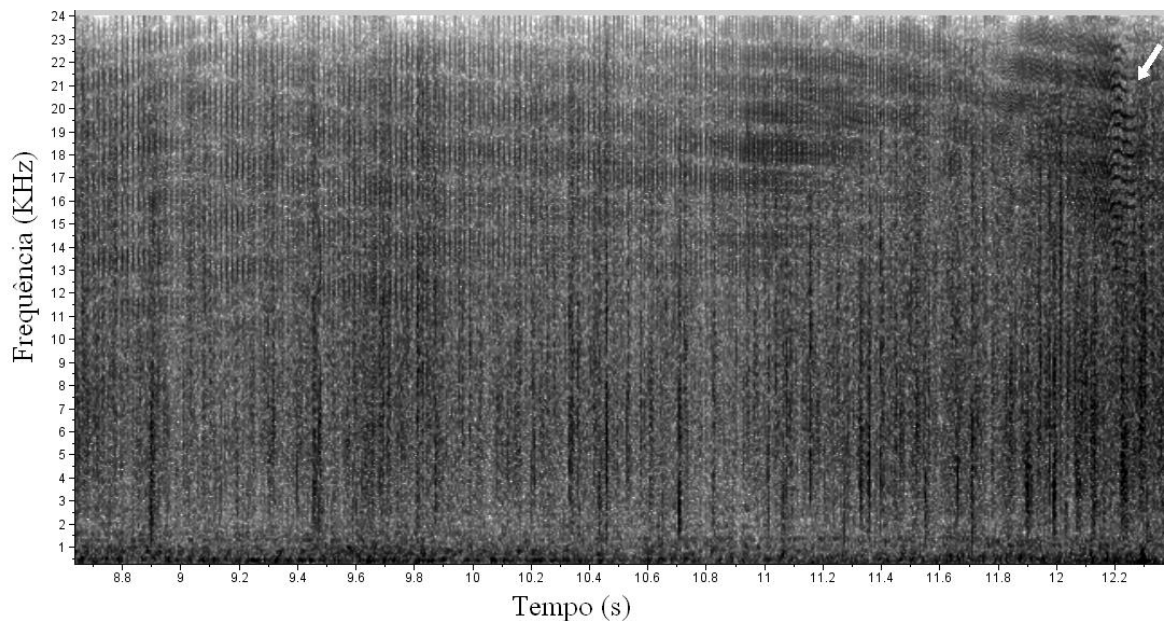
As taxas de repetição de gritos e gargarejos por minuto por indivíduo foram calculadas em conjunto, uma vez que ambos são considerados sons pulsantes. A taxa encontrada foi de 0,04 sons pulsante/minuto/indivíduo.

### *Estalos*

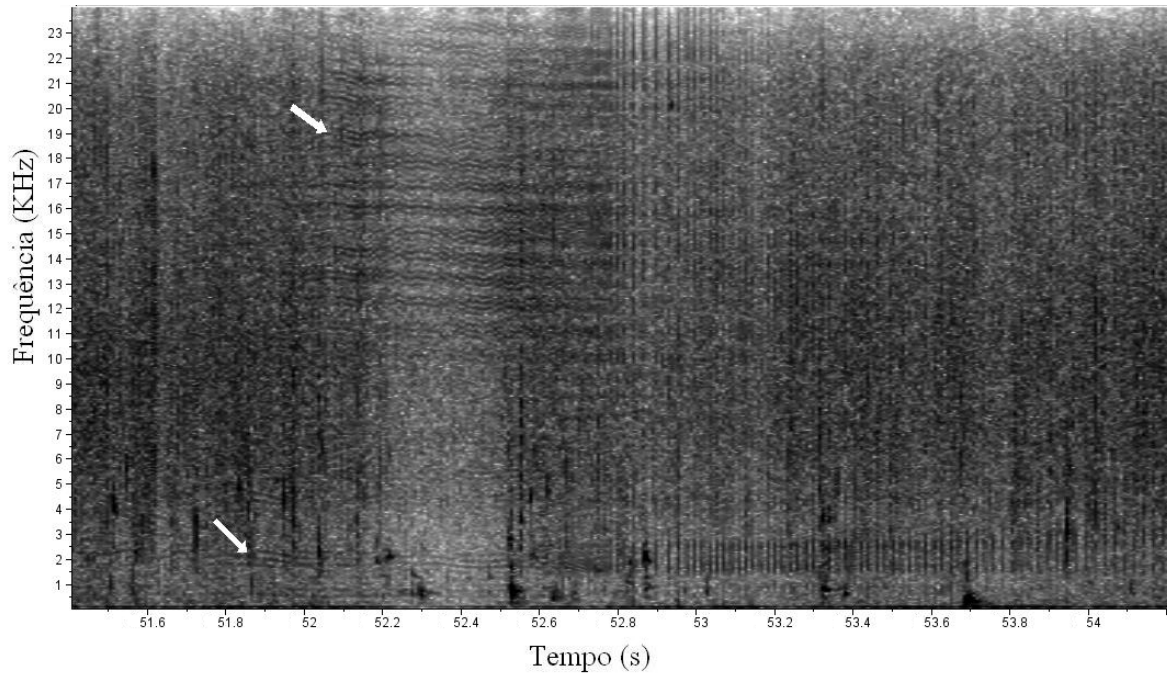
As sequências de estalos foram os sinais com maior número de registro, com 232 sequências gravadas. A taxa de repetição de estalos/minuto/indivíduo foi de 0,09. Foram calculadas as durações de todas as sequências de estalos, que variaram de 0,3 a 27,7 segundos, com média de  $3,6 \pm 3,6$  segundos. Uma característica bem marcante nas sequências de estalos dos botos da região de Caravelas é a estratificação da potência em bandas de frequência específicas.

Indicando em quais frequências os sinais teriam maior potência (dB), o espectrograma apresenta partes mais escuras dos estalos (Figuras 15 e 16).

Foram observados *bray calls* (cf. dos Santos, 1995; Pivari, 2004) nas sequências de estalos analisados através dos espectrogramas. Os *bray calls* consistem de uma sequência de estalos, com um aumento gradual da taxa de repetição e, com um som pulsado semelhante a um grito finalizando ou iniciando a sequência de estalos. Nestes casos as estratificações da potência se acentuaram com o aumento do número de estalos por segundo, finalizando nestes sinais específicos (figuras 15 e 16).



**Figura 15:** Sequência de estalos, onde se observa a estratificação das potências, com o sinal do tipo *bray call* finalizando a sequência, indicado pela seta.



**Figura 16:** Seqüência de estalos, onde se observa a estratificação das potencias, com o sinal do tipo *bray call* iniciando a seqüência, as setas indicam duas freqüências diferentes deste sinal.

## 4.2 Comportamento

Dos 16 dias de coletas de dados, 11 dias (68,7%), foram observados atividades relativas ao forrageamento, 4 dias (25%) foram observados comportamentos de socialização e, apenas um dia não foi possível classificar o comportamento expresso pelos animais (tabela 5).

**Tabela 5:** Estados comportamentais e as observações *ad libitum*, distribuídos pelos dias de coletas.

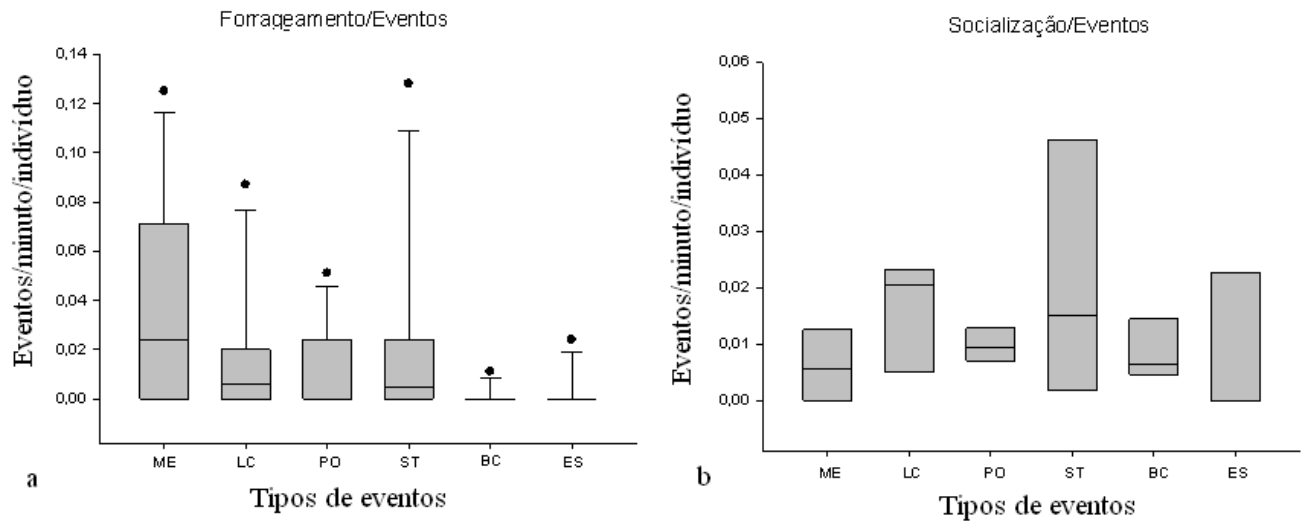
Dias	Observação	Comportamento
1	-	Forageamento
2	Movimentos de pesca / atirou o peixe com a boca	Forageamento
3	-	Forageamento
4	Interação com Algas	Socialização
5	Algas na dorsal / Gritos e Assobio e logo após "Espiar"	Socialização
6	Peixe saltando	Forageamento
7	Pesca cooperativa	Forageamento
8	-	Forageamento
9	-	Forageamento
10	-	Forageamento
11	Deslocando-se próximos e lentamente	Socialização
12	-	Forageamento
13	-	Forageamento
14	Botos pescando e jogando peixe para fora d'água	Forageamento
15	-	-
16	Grande movimentação dos indivíduos, saltos entre os gritos.	Socialização

A média das taxas foi de  $0,08 \pm 0,07$  eventos comportamentais/minuto/indivíduo por dia de gravação (tabela 6). O evento mais abundante foi o mergulho (ME), apresentando uma média de  $0,03 \pm 0,04$  mergulhos por minuto por indivíduo a cada dia de gravação.

**Tabela 6:** Taxas dos eventos comportamentais por minuto por indivíduo, distribuídos nos dias de gravação. (ME=mergulho profundo; LC=levantamento de cauda; PO=porpoising; ST=salto; BC=batida de cauda; ES=espiar)

<b>Dia</b>	<b>Taxa ME</b>	<b>Taxa LC</b>	<b>Taxa PO</b>	<b>Taxa ST</b>	<b>Taxa BC</b>	<b>Taxa ES</b>
1	0,058	0,035	0	0,024	0,011	0
2	0,024	0,007	0,005	0,005	0	0
3	0,125	0,013	0,025	0,013	0	0
4	0,013	0,02	0,007	0,023	0,004	0
5	0,011	0,024	0,012	0	0,006	0,03
6	0,071	0,087	0,024	0,034	0	0,024
7	0,034	0	0	0	0	0
8	0,083	0	0	0	0	0
9	0	0,006	0	0	0	0
10	0	0	0	0	0	0
11	0	0,021	0,007	0,007	0,007	0
12	0,021	0	0	0	0	0
13	0	0	0,051	0,128	0	0
14	0	0,02	0,01	0,01	0	0
15	0	0	0	0,017	0	0
16	0	0	0,013	0,054	0,017	0
<b>Média</b>	<b>0,028</b>	<b>0,015</b>	<b>0,010</b>	<b>0,020</b>	<b>0,003</b>	<b>0,003</b>
<b>D. P.</b>	<b>0,038</b>	<b>0,022</b>	<b>0,014</b>	<b>0,033</b>	<b>0,005</b>	<b>0,009</b>

Os dias com forrageamento evidente obtiveram uma maior taxa de “mergulho” (0,04 mergulhos/minuto/indivíduo) do que os dias de socialização (0,006 mergulhos/minuto/indivíduo), enquanto que os dias de socialização obtiveram maiores taxas de “batida de cauda” (0,009 batidas de cauda/minuto/indivíduo) e “espiar” (0,008 espiar/minuto/indivíduo) do que os dias de forrageamento (0,001 batidas de cauda/minuto/indivíduo; 0,002 espiar/minuto/indivíduo) (Figura 17).



**Figura 17:** Blox pot das taxas de eventos comportamentais por minuto por indivíduo dos dias do estado comportamental de forrageamento (a) e socialização (b). (ME = mergulho; LC = levantamento de cauda; PO = porpoising; ST = salto; BC = batida de cauda; ES = espiar)

Foi possível identificar 23 animais nos dias de gravação por meio de foto-identificação, dos quais 8 indivíduos foram re-avistados dentro dos dias de coleta. Os indivíduos B02 e C09 estavam presentes em 13 dias de gravação (81%), sendo que apareceram juntos em 10 dias (62,5%), indicando que estes animais passam grande parte do tempo juntos. Nestes 13 dias em questão, foram produzidos 80% dos assobios capturados (Tabela 7).

**Tabela 7:** Animais identificados distribuídos pelos dias de gravação

<b>Dias</b> <b>Indivíduos</b>	<b>1</b>	<b>2</b>	<b>3</b>	<b>4</b>	<b>5</b>	<b>6</b>	<b>7</b>	<b>8</b>	<b>9</b>	<b>10</b>	<b>11</b>	<b>12</b>	<b>13</b>	<b>14</b>	<b>15</b>	<b>16</b>	<b>N</b>	<b>%</b>
<b>A01</b>									A01								1	6,25
<b>A07</b>	A07																1	6,25
<b>A12</b>														A12			1	6,25
<b>A13</b>													A13	A13			2	12,5
<b>B02</b>	B02	B02	B02	B02	B02	B02	B02			B02		B02			B02	B02	11	68,75
<b>B10</b>				B10	B10												2	12,5
<b>C03</b>	C03	C03															2	12,5
<b>C09</b>	C09	C09	C09	C09	C09	C09	C09	C09				C09	C09		C09	C09	12	75
<b>C10</b>	C10		C10													C10	3	18,75
<b>C16</b>														C16			1	6,25
<b>C18</b>											C18						1	6,25
<b>D02</b>	D02			D02	D02							D02		D02	D02		6	37,5
<b>D3NV</b>	D3NV							D3NV						D3NV		D3NV	4	25
<b>E01</b>								E01									1	6,25
<b>N001</b>													N001				1	6,25
<b>N013</b>																N013	1	6,25
<b>N024</b>													N024				1	6,25
<b>N029</b>														N029			1	6,25
<b>N039</b>																N039	1	6,25
<b>N083</b>											N083						1	6,25
<b>N107</b>									N107								1	6,25
<b>N137</b>									N137								1	6,25
<b>N138</b>									N138								1	6,25

### 4.3 Correlações entre comportamentos e tipos de sinais

A correlação entre as taxas de eventos comportamentais e os tipos de sinais por minuto por indivíduo dos botos pelos dias de gravação, indicou que houve correlação positiva em três combinações. As correlações significativas são as entre a taxa do evento “batida de cauda”, com as taxas de gritos e gargarejos e, a taxa do evento “espiar” com a taxa de sinais totais (Tabelas 8).

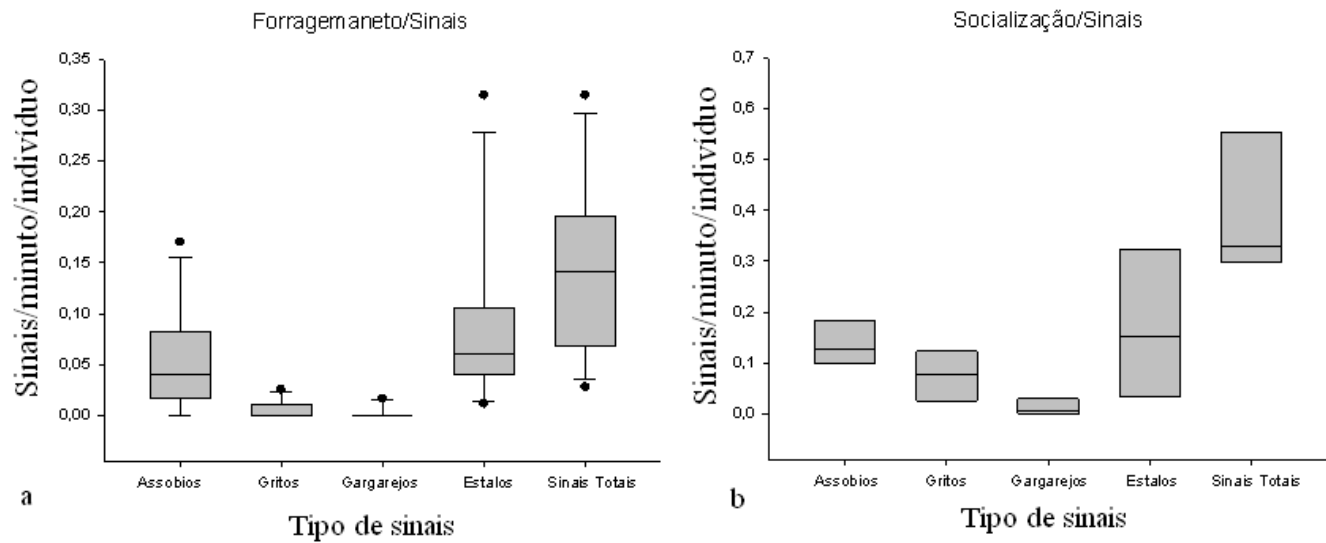
**Tabela 8:** Correlação significativas entre taxas dos eventos comportamentais batida de cauda e espiar por minuto por indivíduo dos botos no Estuário do Rio Caravelas e, taxas de gritos, gargarejos e sinais totais por minuto por indivíduo. Correlações significativas indicadas com \* e negrito.

<i>Variável</i>	<i>Taxa de batida de cauda</i>	<i>Taxa de espiar</i>
Taxa de Gritos	<b><math>r = 0,66^*</math></b> <b><math>p &lt; 0,05^*</math></b>	$r = 0,48$ $p = 0,059$
Taxa de Gargarejos	<b><math>r = 0,63^*</math></b> <b><math>p &lt; 0,05^*</math></b>	$r = 0,22$ $p = 0,41$
Taxa de Sinais totais	$r = 0,41$ $p = 0,10$	<b><math>r = 0,56^*</math></b> <b><math>p &lt; 0,05^*</math></b>

Comparando as taxas de sinais separadas nos dois grupos de comportamentos, se observou uma diferença na distribuição das taxas dos sinais. Nos dias onde se observou o comportamento de forrageamento foram os dias com as menores taxas de sinais totais/minuto/indivíduo, com uma média de 0,15 e, os dias com o comportamento de socialização apresentou uma média de taxa de sinais totais/minuto/indivíduo de 0,39, mais que o dobro da médias das taxas para os dias com forrageamento.

Além da diferença no número total de sinais entre os dias com comportamentos diferentes, observou-se também que o grito se distribui preferencialmente nos dias de socialização, apresentando uma média de 0,07 gritos/minuto/indivíduo, contra a média da taxa de 0,006 gritos/minuto/indivíduo encontrada nos dias de forrageamento (Figura 18).





**Figura 18:** Blox pot das taxas de tipos de sinais por minuto pro individuo encontradas nos diferentes grupos de comportamentos. a) Forrageamento; b) Socialização

#### 4.3 Tabela comparativas de taxas de repetição de sinais.

**Tabela 9:** Comparação das taxas de assobios por minuto por individuo em diferentes estudos com botos, encontrados em literatura.

Estudo	Pivari, (2004)	Azevedo & Simão (2002)	Erber & Simão (2004)	Este estudo
Local	Cananéia, SP	Baía de Guanabara, RJ	Baía de Sepetiba, RJ	Caravelas, BA
Comportamento	Alimentar	Diversos	Diversos	Pesca/Socialização
Tempo de gravação (min)	1320	687	175	624
N °. Ass.	3188	5086	3350	191
Media de individuos gravados	3,5	20,4	Dados não disponíveis*	4
Taxa Ass/min/individuo * grupos de 2 a 200 individuos	0,69	0,36	0,64	0,07

**Tabela 10:** Taxa de gritos/minuto/individuo deste estudo, e as encontradas em literatura.

	<b>Erber, 2003</b>	<b>Pivari, 2004</b>	<b>Este estudo</b>
<b>Minutos</b>	87,5	1021	624
<b>Gritos</b>	526	406	89
<b>Media Grupo</b>	55,7	3,5	4
<b>Taxa/min/indi</b>	0,1	0,11	0,04

## 5. DISCUSSÃO

### *Repertório acústico*

O sinal predominante dos botos na região de Caravelas foram os estalos de ecolocalização. Porém, este resultado não era o esperado, pois difere do sinal predominante encontrado em literatura para outras populações desta espécie, (Azevedo & Simão, 2002; Pivari, 2004; Paro; 2005) e para a espécie fluvial *S.fluviatilis* (Nakasai & Takemura, 1975), onde foram encontrados o assobio como sinal predominante. A predominância de assobios nas emissões sonoras também está presente em outros odontocetos, como demonstrado por dos Santos (1998), para *Tursiops truncatus* do rio do Sado em Portugal, e também para *Stenella frontalis*, na Bahamas (Herzing, 1996), e em *Sousa chinensis*, na Austrália (van Parijs & Corkeron, 2001). Normalmente se é encontrada a predominância de assobios entre os pequenos delfíneos.

Entretanto, há espécies de odontocetos que produzem um número maior de estalos de ecolocalização, como *Mesoplodon carlhubbsi* (Lynn & Reiss, 1992) e alguns exemplares da família *Delphinidae* como o golfinhos-de-risso (*Grampus griseus*), na Austrália (Corkeron & van Parijs, 2001). Daí decorre o interesse em comparar diferentes populações da mesma espécie, não para confirmar a existência de especificidades comportamentais, que às vezes são bem evidentes, mas para tentar inferir sobre as diferenças entre as populações e relacioná-las com a história e as condições locais de cada população (dos Santos, 1998).

Verificou-se que os botos da região apresentam uma baixa taxa de sinais (0,21 sinais/minuto/individuo). A baixa taxa de sinais se reflete também nas taxas dos sinais separadamente. Os animais em questão apresentaram uma taxa de 0,07 assobios/minuto/individuo, taxa significativamente menor do que as taxas encontradas para outras

populações de *Sotalia guianensis* (Pivari, 2004; Azevedo & Simão, 2002; Erber & Simão, 2004). A taxa de 0,04 gritos/minuto/indivíduo também se encontra abaixo das taxas encontradas para outras populações, porém não tão inferiores como a taxa de assobios (Erber, 2003; Pivari, 2004) (Tabelas 9 e 10).

Este fato pode estar relacionado com uma combinação de fatores, como a composição de grupo, e a ecologia alimentar destes animais. Por desempenhar uma importante função na comunicação entre indivíduos, os sinais sonoros devem ser analisados levando-se em consideração o contexto sócio-ambiental nos quais são emitidos (Azevedo, 2000).

Visto que os assobios são emitidos principalmente para a comunicação e para o estabelecimento do contato social entre indivíduos de um grupo (Herzing, 1996; Herman e Tavolga, 1980). Estudos apontam que, para espécies que vivem em grandes grupos sociais, a variedade de assobios é importante na organização e coordenação das atividades em grupo, bem como na coesão entre os indivíduos (Janik & Slater, 1998) e no reconhecimento inter-individual (Caldwell & Caldwell, 1965). Logo, o reconhecimento inter-individual e a coesão de grupo são responsáveis por grande parte dos assobios produzidos por um grande grupo social de golfinhos. Há indícios que a baixa taxa de assobios encontrada neste estudo pode estar relacionada com a baixa produção de assobios de reconhecimento de indivíduos, uma vez que os grupos gravados eram pequenos e, os mesmos indivíduos estavam juntos nas maiorias das gravações, indivíduos estes já apontados como residentes por Rossi-Santos *et al.* (2007). Talvez, por essa proximidade constante e por serem grupos pequenos, estes animais não necessitem do “assobio de reconhecimento” constante para se reconhecerem.

A diferença encontrada na distribuição dos sinais pelos dias de gravação indica que os botos em questão produzem mais sinais quando estão em atividade de socialização do que

quando estão em forrageamento. Esta baixa taxa de sinais durante o comportamento de pesca pode estar relacionado com a grande quantidade de sinais acústicos produzidos pela ictiofauna do estuário (Anexo A).

Se assim for, dada a frequência elevada de forrageamento em silêncio, também parece razoável supor que os botos possam detectar os peixes ouvindo os seus abundantes sinais acústicos. Ao ser demonstrado este processo, seria um sistema de interceptação da comunicação acústica entre os peixes por parte do predador. Teríamos, então, uma situação análoga às aquelas encontradas para *Tursiops truncatus*, no Sado, Portugal (dos Santos, 1998), e na costa da Florida (Barros & Myrberg, 1987), que poderá ser outro exemplo de golfinhos que preferem se orientar auditivamente, e em silêncio, para presas produtoras de sons. Os sinais produzidos pela ictiofauna co-habitam com parte das frequências utilizadas pelos botos do estuário (Anexo A), sugerindo que estes sinais possam ser detectados pelos botos, e que parte dos sinais dos botos, também possam ser detectados por estes peixes. Sendo assim, a baixa taxa de sinais durante o forrageamento pode estar relacionada também, com uma estratégia de não serem detectados por suas presas, como descrito pelos autores Mann & Popper (1997).

#### *Estrutura dos assobios*

O contorno e a modulação de frequência dos assobios apresentados pelo boto-cinza no rio Caravelas são similares com os contornos e modulações apresentados pela espécie de outras regiões (Erber & Simão, 2004; Monteiro-Filho, 1991; Pivari, 2004; Paro, 2005; Azevedo & Sluys, 2005; Rossi-Santos & Podos, 2006;).

Foi descrito que quanto mais ao norte, mais alta é a frequência mínima e a frequência inicial dos assobios do boto-cinza (Rossi-Santos & Podos, 2006). Azevedo & Sluys (2005)

verificaram que os golfinhos dos locais ao sul do Brasil apresentavam assobios com as médias de frequência mínima entre 7.210 e 8.870 Hz, e frequência inicial com médias entre 7.560 Hz e 9.580 Hz; e os golfinhos do norte apresentavam as médias de frequência mínima entre 9.220Hz e 12.370Hz, e frequência inicial com médias entre 9.570 Hz e 12.600 Hz. As médias das frequências, mínima e inicial, verificadas nos assobios dos botos de Caravelas são respectivamente, 10.074 e 10.993 Hz, dados que corroboram com os valores encontrados em botos do nordeste por Azevedo & Sluys (2005) e por Rossi-Santos & Podos (2006).

O grande número de assobios que atingiu o limite de gravação dos aparelhos utilizados demonstra que o boto *Sotalia guianensis* produz sons acima dos 24.000 Hz. Azevedo & Sluys (2005) obtiveram também, um grande numero de assobios no limite de gravação (24.000 Hz). May-Collado & Wartzok (2007, 2009) registraram, sons de *Sotalia guianensis* acima dos 24.000 Hz, chegando a 48.800 Hz.

Observado a estrutura dos contornos encontrados, verifica-se que os botos de Caravelas apresentam uma quantidade superior de assobios com um ponto de inflexão, comparados com outros trabalhos em literatura. Nestes trabalhos, a maioria dos assobios encontrados foi do tipo ascendente, estando os outros contornos com uma pequena porcentagem da frequência relativa. Diferente destes estudos, os botos em questão apresentam números significativos de dois tipos de assobio: o ascendente, sem pontos de inflexão, e o descendente-ascendente, com um ponto de inflexão.

Este resultado corrobora a hipótese sugerida sobre a baixa taxa de sinais, pois, segundo Caldwell & Caldwell (1965) os assobios de reconhecimentos individuais, nomeados como assobios assinatura, possuem o contorno do tipo ascendente, e compõem grande parte dos assobios emitidos pelos golfinhos estudados por estes autores. Sendo assim, se um dos motivos

da baixa taxa de sinais dos botos de Caravelas for a baixa produção de assobios assinaturas e, sendo estes assobios preferencialmente do tipo ascendente, é de se esperar que ocorra também uma baixa produção deste tipo de assobio, fazendo com que se destaque a produção de outro tipo de assobio, como encontrado neste estudo.

#### *Estrutura dos gritos e gargarejos*

As frequências dos gritos e gargarejos co-habitam junto com as frequências dos assobios, variando de 185 a 18.903 Hz. Monteiro-Filho & Monteiro (2001) encontraram valores para estes sons pulsados que variaram entre 300 e 8000 Hz, porém a resposta de frequência do equipamento utilizado por estes autores teve um limite de 8000 Hz, explicando assim a grande diferença da frequência máxima encontrada neste estudo.

Segundo dos Santos, (1998) e Herzing, (1996, 2000), os gritos foram associados à comunicação e a comportamentos agonísticos, sendo frequentes durante os eventos de socialização. Corroborando estes autores, as maiores taxas gritos por minuto por indivíduo se distribuíram nos dias de comportamento de socialização.

#### *Estalos de ecolocalização*

O padrão de estalos descritos por esse trabalho, com um aumento gradual da taxa de repetição dos estalos e finalizando em um som pulsado semelhante a um grito finalizando a seqüência de estalos que fora encontrados durante o comportamento de socialização, foi descrito por Pivari (2004) para a população *S. guianenses* da região de Cananéia (SP) durante o comportamento de forrageamento, indicando assim, que este tipo de sinal é utilizado em diferentes comportamentos.

Um padrão semelhante de seqüência de estalos de ecolocalização com esses sons de “gritos” ao final da seqüência foi descrito para *Tursiops truncatus* em Portugal, por dos Santos *et al* (1995), e na Escócia por Janik (2000b). Essa emissão denominada de “bray call” foi descrita em eventos nos quais os animais apresentavam comportamento alimentar. Janik (2000b) acredita que essa emissão esteja relacionada com a atração de membros do grupo para a presença de alimento em uma determinada área.

### *Comportamento*

Observando a distribuição dos eventos comportamentais dentro dos dias de coleta, verificou-se a existência de uma diferença na distribuição entre os comportamentos. As taxas de eventos comportamentais por minuto por animal se distribuíram diferentemente nos diferentes padrões comportamentais observados. As maiores taxas do evento comportamental do tipo “mergulho longo” foram observadas nos dias de forrageamento. Isto indica que este evento é característico das atividades de forrageio, pois os animais passam mais tempo submersos, provavelmente procurando e posteriormente capturando suas presas. O evento “batida de cauda”, relacionado com eventos sociais agonísticos (Caldwell & Caldwell, 1972b), e “espiar” encontrados neste trabalho, foram também mais freqüentes durante os comportamentos de socialização dos botos em Caravelas.

### *Sinais acústicos e comportamento*

As correlações entre as taxas de eventos comportamentais e os tipos de sinais indicaram que houve correlação positiva entre os eventos “batida de cauda” com o grito e, “espiar” com a taxa de sinais totais. Porém, o evento “espiar” obteve correlação positiva quase significativa com



o tipo de sinal, a amostra deste evento foi pequena e não permitiu maiores conclusões. Como discutido acima, estes eventos estão fortemente relacionados com o comportamento de socialização, indicando que o tipo de sinal “grito” também está relacionado com comportamentos sociais e que há um aumento na taxa de sinais totais durante este comportamento.

O grito já foi descrito anteriormente, para outros odontocetos, relacionados com e a comportamentos de socialização (Schultz *et al.* 1995; Herzing, 1996, 2000; dos Santos, 1998). Herzing (1996), estudando *Stenella frontalis* e *Tursiops truncatus* em liberdade, relacionou os sinais pulsados com imagens subaquáticas, e verificou que estes sinais são emitidos preferencialmente em eventos agonísticos.

Além da correlação estatística apresentada, as imagens captadas durante os comportamentos de socialização revelaram duas ocasiões onde os gritos foram emitidos antecipando e logo após eventos comportamentais (batida de cauda e salto). As sequências de estalos com os sinais do tipo “*bray call*” encontrados neste estudo, também foram emitidos durante o comportamento de socialização e, através das imagens registradas pode-se observar que estes sinais foram emitidos entre eventos de “espiar” apresentado pelos botos.

#### *Limitações metodológicas*

A primeira limitação importante deste trabalho, já bastante discutida, é o fato de ter focado um espectro limitado das frequências acústicas que se sabe serem emitidas pelos animais estudados. O fator limitante neste caso foi o equipamento utilizado para as gravações, o qual possui o limite de resposta de frequência de 24 kHz. Entretanto, esta limitação não invalida os

resultados encontrados neste trabalho, pois foi pequeno o número de sinais que atingiram o limite de gravação do equipamento (11%).

Outra limitação diz respeito à observação de cetáceos selvagens, tímidos e rápidos, em habitats de águas turvas. Este fato implica na aceitação do fato de que as observações serão sempre incompletas. A maior parte do tempo os animais passam fora do alcance visual do pesquisador, ficando as gravações acústicas sem a descrição contextual do comportamento, nem a identificação dos emissores. A situação na região do estuário do rio Caravelas é totalmente diferente da que se verifica por exemplo , na Bahamas (ver Herzing, 1997), onde os animais podem ser observados em baixo da água, possibilitando filmagens subaquáticas, relacionando assim o sons emitidos com os comportamentos subaquáticos, ou em Monkey Mia, na Austrália, onde os animais habitam águas igualmente transparentes e os animais se deixam aproximar pelos observadores. Mesmo existindo estas limitações, foram encontrados neste trabalho, importantes resultados relativos ao comportamento e os sinais acústicos dos botos, indicando que os estudos bioacústicos no estuário apresentaram bons resultados e devem continuar.

## 6. SÍNTESE DOS RESULTADOS:

- O sinal acústico predominante para os botos da região é o estalo de ecolocalização.
- Os botos do estuário apresentam uma baixa taxa de emissão de sinais.
- As taxas de sinais durante o forrageamento são menores do que durante o comportamento de socialização.
- Os gritos estão correlacionados positivamente com o evento “batida de cauda”.
- Os eventos “batida de cauda” e “*espiar*” estão correlacionados com o comportamento de socialização
- O evento “mergulho” está correlacionado com o comportamento de forrageamento.

## 7. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Acevedo-Gutiérrez, A., Diberardinis, A., Larkin, S. & Forestell., K. L. A. P.** 2005. Social interactions between tucuxis and bottlenose dolphins in Gandoca-Manzanillo, Costa Rica. *Latin American Journal of Aquatic Mammals*, **4**, 49–54.
- Andriolo, A., Martins, C. C. A., Engel, M. H., Pizzorno, J. L., Mas-Rosa, S., Freitas, A. C., Morete, M. E. & Kinas, P. G.** 2006. The first aerial survey of humpback whale (*Megaptera novaeangliae*) to estimate abundance in the breeding ground, Brazil. *Journal of Cetacean Research and Management*. **8(3)**:307-311.
- Au, W. W. L.** 1993. *The sonar of dolphins*. New York: Springer.
- Au, W. W. L.**, 1997b. Echolocation in dolphin with a dolphin-bat comparison. *Bioacoustic*, **8**: 137-162.
- Azevedo, A. F.** 2000. Emissões sonoras do boto-cinza (*Sotalia fluviatilis* Gervais, 1853) na Baía de Guanabara – RJ. Dissertação de Mestrado. Universidade Federal Rural do Rio de Janeiro, Seropédica, Brasil.
- Azevedo, A. F. & Simão, S. M.**, 2002. Whistles produced by marine tucuxi Dolphins (*Sotalia fluviatilis*) in Guanabara Bay, southeastern Brazil. *Aquatic Mammals* **28**: 261-266.
- Azevedo, A. F. & Van Sluys, M.** 2005. Whistles of the tucuxi dolphin (*Sotalia fluviatilis*) in Brazil: comparisons among populations. *Journal of the Acoustical Society of America*. **117**: 1456-1464.
- Barros, N. B., & Myrberg Jr, A. A.** 1987. Prey detection by means of passive listening in bottlenose dolphins (*Tursiops truncatus*). *Journal of the Acoustical Society of America*. **62** (1) 97-110.

- Bazuá-Duran, M. C. & Au, W. W. L.** 2004 Geographic variation in the whistles of spinner dolphins (*Stenella longirostris*) of the Main Hawaiian Islands. *Journal of the Acoustical Society of America*. **116**(6): 3757-3769.
- Borobia, M., Siciliano, S., Lodi, L. & Hoek, W.** 1991. Distribution of the South American dolphin *Sotalia fluviatilis*. *Canadian Journal of Zoology* **69**: 1025-1039.
- Brownlee M. S & Norris S. K.** 1994. *The Hawaiian Spinner Dolphin*. Berkeley: Univ. California Press.
- Caldwell, M. C. & Caldwell D. K.** 1965. Individualized whistle contours in bottlenose dolphins (*Tursiops truncatus*). *Nature* **207**, 434-435
- Caldwell, M .C & Caldwell D. K.** 1972b . Behavior of marine mammals. In *Mammals of the sea: biology and medicine* . (Org. por S .H . Ridgway). pp . 419-465. Springfield: C .C . Thomas III .
- Caldwell, D. K., & Caldwell, M. C.** 1970. Echolocation-type signals by two dolphins, genus *Sotalia*. *Q. J. Florida Academy. Science*, **33**: 124-131.
- Caldwell, M. C., Caldwell, D. K. & Miller, J. F.** 1973. Statistical evidence for individual signature whistles in the spotted dolphin, *Stenella plagiodon*. *Cetology* **16**, 1-21.
- Corkeron, P. J & van Parij, S. M.** 2001. Vocalization of eastern Australian Risso's dolphins, *Grampus griseus*. *Canadian Journal of Zoology*, **79**:160-164.
- Chu, N. C. & Harcourt, P.** 1986. Behavioural correlations with aberrant patterns in humpback whale songs. *Behavioral Ecological Sociobiology*. **19**: 309-312.
- da Silva V. M. F., & Best R. C.** 1994. Tucuxi: *Sotalia fluviatilis*. In: *Handbook of marine mammals*. (Org por S. H. Ridgway and R. J. Harrison), Vol. 5, The first book of dolphins. Ed. Academic Press.

- Daura-Jorge, F. G., Wedekin, L. L., Piacentini, V. Q. & Simões-Lopes, P. C.** 2005. Seasonal and daily patterns of groups size, cohesion and activity of the estuarine dolphin, *Sotalia guianensis* (P.J. van Bénédén)(Cetacea, Delphinidae), in Southern Brazil. *Revista Brasileira de Zoologia*, **22**, 1014–1021
- Daura-Jorge, F. G., Rossi-Santos, M. R., Wedekin, L. L. & Simões-Lopes, P. C.** 2007. Behavioral patterns and movement intensity of *Sotalia guianensis* (P. J. van Bénédén) (Cetacea, Delphinidae) in two different areas on the Brazilian coast. *Revista Brasileira de Zoologia*. **24**,(2), 934-950.
- Dreher, J. J. & Evans, W. E.** 1964. Cetacean communication. In *Marine bio-acustics*. (ed. W. N. Tavolga), pp. 373-393. New York, NY: A pergamon press book.
- Diercks, K. J., Trochata, R. T., Greenlaw, E. E. & Evans, W. E.** 1971. Recording and analysis of dolphin echolocation signals. *The Journal of the Acoustical Society of America*. **49**, 1720-32.
- dos Santos, M. E..** 1998. Golfinhos-Roazes do Sado: Estudo de som e comportamento. Tese de Doutorado. Instituto Superior de Psicologia Aplicada. Lisboa, Portugal. 279p.
- dos Santos, M. E., Ferreira, A. J. & Harzen, S.** 1995. Rhythmic sound sequences emitted by aroused bottlenose dolphins in the Sado estuary, Portugal. In *Sensory Systems of Aquatic Mammals*. (Org. por P. G. H. Evans, & H. Nice), pp. 325-334. Worden, the Netherlands: De Spil Publishers.
- Erber, C.** 2003 Repertório bioacústico de *Sotalia fluviatilis* (Gervais, 1853) (Cetacea, delphinidae): Ocorrência de dialetos entre as populações das baías de Sepetiba e de Guanabara (RJ). Dissertação de Mestrado. Universidade Federal Rural do Rio de Janeiro, Seropédica, Brasil. 102p.

- Erber, C. & Simão, S. M.** 2004. Analysis of whistles produced by tucuxi dolphin *Sotalia fluviatilis* from Sepetiba Bay, Brazil. *Anais da Academia Brasileira de Ciências* **76**: 381-385.
- Evans, P. J. H.** 1987. *The natural history of whales & dolphins*. London: Christopher Helm Mammal Series. 343p.
- Figueiredo, L. D.** 2000. Hipótese de assobio-assinatura: estudo da ocorrência de tal fenômeno junto à população de *Sotalia fluviatilis* (Cetácea, delphinidae) na Baía de Sepetiba, (RJ). Dissertação de Mestrado, Universidade Federal Rural do Rio de Janeiro, Seropédica, RJ, Brasil.
- Flores, P. A. C., Ott, P. H., Meirelles, A. C. O., Silva, F. J. L., Paro, A., Wedekin, L. L. & de Jesus, A. H.** 2009. Revisiting the conservation status of Guiana dolphin (*Sotalia guianensis*). Working paper apresentado na 61<sup>a</sup> Reunião Anual da International Whaling Commission.
- Ford, J. K. B.** 1989. Acoustic behaviour of resident killer whales (*Orcinus orca*) of Vancouver Island, British Columbia. *Journal of Zoology*. **67**: 727–745.
- Ford, J. K.** 1991. Vocal traditions among resident killer whale (*Orcinus orca*) in coastal waters of British Columbia. *Journal of Zoology*, **69**: 1454-1483.
- Ford, J. K. B. & Fisher, H. D.** 1978. Underwater acoustic signals of the narwhal (*Monodon monoceros*). *Canadian Journal of Zoology*. **56**: 522–560
- Fripp, D. & Tyack, P.** 2008. Postpartum whistle production in bottlenose dolphins. *Marine Mammal Science*, **24(3)**: 479-502.
- Hayes, A. J. S.** 1999. Aspectos da atividade comportamental diurna da forma marinha do tucuxi "*Sotalia fluviatilis*" (Gervais, 1853) (Cetacea-Delphinidae), na Praia de Iracema (Fortaleza - Ceará - Brasil). Monografia de Licenciatura. Universidade do Algarve, Faro, Portugal

- Herman L. M & Tavalga W. N.** 1980. *Cetacean behaviour: Mechanisms and Functions*. New York: Academic Press.
- Herzing, D. L.** 1996. Vocalizations and associated underwater behavior of free-ranging Atlantic spotted dolphins, *Stenella frontalis* and bottlenose dolphins, *Tursiops truncatus*. *Aquatic Mammals*. **22**, 61–79.
- Herzing, D. L.** 2000. Acoustics and social behaviour of wild dolphins: implications for a sound society. In: *Hearing by Whales and Dolphins*. (Org. por Au, W. L., Popper, A. N., & Fay, R. R.), New York: Springer.
- Herz, R.,** 1991. *Manguezais do Brasil*. São Paulo. Editora da Universidade de São Paulo.
- Helweg, D. A., Frankel, A. S., Mobley Jr, J. R & Herman, L. M.** 1992. Humpback whale song: our current understanding. In *Sensory Systems of Marine Mammals*. (Org por Thomas, J., Kastelein, R. & Supin, A.), pp 459-483. New York: Plenum Press,
- Hopp S. L., Owren, M. & Evans, C. S.,** 1998. *Animal Acoustic Communication: Sound Analysis and Research Methods*. Heidelberg: Springer-Verlag, , 421 p
- IBJ.** 2008. *Monitoramento do boto-cinza no Estuário do Rio Caravelas e adjacências: resultados 2002 a 2007*. (Relatório Técnico para Aracruz Celulose). Caravelas: Instituto Baleia Jubarte.
- IUCN** 2008. 2008 IUCN Red List of Threatened Species. Acesso em: 28 maio 2009. Disponível em: [www.iucnredlist.org](http://www.iucnredlist.org).
- Janik, V. M. & Slater, P. J. B.** 1998. Context-specific use suggests that bottlenose dolphin signature whistles are cohesion calls. *Animal Behaviour*. **56**, 829-838.
- Janik, V. M.** 2000b: Food-related bray calls in wild bottlenose dolphins (*Tursiops truncatus*). *Proceedings of the Royal Society Biological* **267**, 923-927.



- Jefferson, T. A., Leatherwood, S. & Webber, M. A.** 1993. *Marine mammals of the world*.  
FAO Species Identification Guide, United Nations Environment Program: Food and  
Agriculture Organization of the United Nations, Rome, 320p.
- Kamminga, C., van Hove, M. T., Engelsma, F. J., & Terry, R. P.** 1993. Investigations on  
cetacean sonar X: a comparative analysis of underwater echolocation clicks of *Inia* spp. and  
*Sotalia* spp. *Aquatic Mammals.*, **19**: 31-43.
- Leão, Z. M. A. N.** 1994. Os recifes de coral do sul da Bahia. In *Corais do Sul da Bahia*. (Org.  
por Hetzel, B. & Castro, C. B.) pp 151-159. Rio de Janeiro: Editora Nova Fronteira.
- Lehner, P. N.** 1996. *Handbook of ethological methods*. 2nd ed. Cambridge: Cambridge  
University Press.
- Lodi, L.** 2003. Tamanho e Composição de grupo dos botoscinza, *Sotalia guianensis* (van  
Bénéden, 1864) (Cetacea, Delphinidae), na Baía de Paraty, Rio de Janeiro, Brasil. *Atlântica*,  
**25(2)**: 135-146.
- Lynn, S. K. & Reiss, D. L.** 1992. Pulse sequence and whistle production by two captive beaked  
whales, *Mesoplodon* species. *Marine Mammal Science*, **8 (3)**: 26-30.
- Mann, D. A., Lu, Z. & Popper, A. N.** 1997 A clupeid fish can detect ultrasound. *Nature*. **389**,  
341-349.
- Mann, J., Connor, R. C., Tyack, P. L. & Whitehead, H.** 2000. *Cetacean Societies: Field  
studies of dolphins and whales*. Chicago: The University of Chicago Press. 433pp.
- Martins, C. C. A., Morete, M. E., Engel, M. H., Freitas, A. C., Secchi E. R. & Kinas P. G.**  
2001. Aspects of habitat use patterns of humpback whales in the Abrolhos Bank, Brazil,  
breeding ground. *Memoirs of the Queensland Museum* **47**:563-570.

- May-Collado L. J. & Wartzok D.** 2007. The freshwater dolphin *Inia geoffrensis geoffrensis* produces high frequency whistles. *The Journal of the Acoustical Society of America*. **121**, (2), 1203-1212.
- May-Collado L. J. & Wartzok D.** 2009 A characterization of Guyana dolphin (*Sotalia guianensis*) whistles from Costa Rica: The importance of broadband recording systems. *Journal of the Acoustical Society of America*. **125** (2), 1202-1213
- Mitchelson, H.** 2008. Inter-Birth Interval Estimation for a population of Bottlenose Dolphins (*Tursiops truncatus*): accounting for the effects of individual variation and changes over time. A Thesis Submitted for the Degree of Masters in Marine Mammal Science to the University of St. Andrews.
- Monteiro, M. S., Souto, A. & Nascimento, L. F.** 2006. Comparações entre os Comportamentos de Forrageio nas Diferentes Faixas Etárias do Boto-cinza (*Sotalia guianensis*) (Cetacea; delphinidae) na Baía dos Golfinhos, Praia de Pipa, RN, Brasil. *Revista de Etologia*, **8**: 13-25.
- 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. Universidade Estadual de Campinas, Campinas, SP, Brasil.
- Monteiro-Filho, E. L. A.** 1995. Pesca interativa entre o golfinho *Sotalia fluviatilis guianensis* e a comunidade pesqueira de região de Cananéia. *Boletim do Instituto de Pesca, São Paulo*, **22**: 15–23.
- Monteiro-Filho, E. L. A. & Monteiro, K. D. K. A.** 2001. Low-frequency sounds emitted by *Sotalia fluviatilis guianensis* (Cetacea:Delphinidae) in a estuarine region in southeastern Brazil. *Canadian Journal of Zoology*. **79**: 59-66.

- Moura, R. L. & Francini-Filho, R. B.** 2006. Reef and shore fishes of the Abrolhos region, Brazil. *RAP Bulletin of Biological Assessment*. **38**, 40-55.
- Nakasai, K. & Takemura, A.** 1975: Studies on the underwater sound VI: on the underwater calls of fresh water dolphins in South America. *Bulletin Faculty Fisheries of Nagasaki University*. **40**, 7-13.
- Nascimento, L. F., Medeiros P. I. A. P. & Yamamoto, M. E.** 2008. Descrição do Comportamento de Superfície do Boto Cinza, *Sotalia guianensis*, na Praia de Pipa-RN. *Psicologia: Reflexão e Crítica*, **21(3)**, 509-517.
- Norris, K. S.** 1964. Some problems of echolocation in cetaceans. In *Marine bio-acustics*. (Org. por W. N. Tavolga), p.317-335. New York, NY: A pergamon press book.
- Norris, K. S. & Harvey, G. W.** 1974. Sound transmission in the Porpoise Head. *The Journal of the Acoustical Society of America*. **56**, 659-664.
- Nonaka, R.H., Matsuura, Y. & Suzuki, K.** 2000. Seasonal variation in larval fish assemblages in relation to oceanographic conditions in the Abrolhos Bank region off eastern Brazil. *Fishery Bulletin*. **98(4)**: 767-784.
- Overstrom, N. A.** 1983. Association between burst-pulse sounds and aggressive behaviour in captive Atlantic Bottlenosed Dolphins (*Tursiops truncatus*). *Zoo Biology*, **2**: 93-103.
- Paro, A. D.** 2005. Caracterização do repertório sonoro produzido pelo boto-cinza, *Sotalia guianensis* (Cetácea: Delphinidae), na Baía Norte, Santa Catarina. Monografia de conclusão de curso de graduação em ciências biológicas. Universidade Federal de Santa Catarina. 49p.
- Payne, R. S. & McVay, S.** 1971 Songs of humpback whales. *Science Wash.* **173**, 585-597.

- Pivari, D.** 2004. Caracterização das emissões sonoras de *Sotalia fluviatilis* (Gervais, 1853 (Cetacea, Delphinidae) durante o comportamento alimentar em duas praias do estuário de Cananéia, São Paulo. Dissertação de Mestrado, Universidade de São Paulo. 121 p.
- Pivari, D. & Rosso, S.** 2005. Whistles of small groups of *Sotalia fluviatilis* during foraging behavior in southeastern Brazil. *The Journal of the Acoustical Society of America*. **118** (4), 2725-2731
- Rossi-Santos, M. R.** 2006. Ecologia comportamental do boto cinza, *Sotalia guianensis* (Van Bénédén, 1874) (Cetacea:Delphinidae) na região do extremo sul do estado da Bahia, Nordeste do Brasil. Dissertação de Mestrado, Universidade Federal do Paraná, Curitiba.
- Rossi-Santos, M. R. & Podos, J.** 2006. Latitudinal variation in whistle structure of the estuarine dolphin *Sotalia guianensis*. *Behaviour* **143**, 347-364
- Rossi-Santos, M. R. & Wedekin L. L.** 2006. Evidence of Bottom Contact Behavior by Estuarine Dolphins (*Sotalia guianensis*) on the Eastern Coast of Brazil. *Aquatic Mammals*, **32(2)**, 140-144.
- Rossi-Santos, M. R., Wedekin, L. L. & Engel, M. H.** 2003. Behavioral Ecology of the *Sotalia guianensis* dolphins in the Extreme Southern Bahia, Brazil. *Revista de Etologia (Suplemento Especial)*, **5**: 200-201.
- Rossi-Santos, M. R., Wedekin, L. L. & Sousa-Lima, R. S.** 2006. Distribution and habitat use of small cetaceans in the coast of the Abrolhos Bank, eastern Brazil. *Latin American Journal of Aquatic Mammals*. **5(1)**: 23-28,
- Rossi-Santos, M. R., Wedekin, L. L. & Monteiro-Filho E. L. A.** 2007. Residence and site fidelity of *Sotalia guianensis* in the Caravelas River Estuary, eastern Brazil. *Journal of the Marine Biological Association of the UK*. **87**, 207–212.

- Santos, M. C. O., Rosso, S. & Ramos, R. M. A.** 2003. Age estimation of marine tucuxi dolphins (*Sotalia fluviatilis*) in south-eastern Brazil. *Journal of the Marine Biological Association of the United Kingdom*, **83**, 233-236.
- Santos, M.C.O., Acuña, L.B. & Rosso, S.** 2001. Insights on site fidelity and calving intervals of the marine tucuxi dolphin (*Sotalia fluviatilis*) in south-eastern Brazil. *Journal of the Marine Biological Association of the United Kingdom*, **81**, 1049–1052.
- Sauerland, M. & Dehnhardt, G.** 1998. Underwater audiogram of tucuxi (*Sotalia fluviatilis guianensis*). *The Journal of the Acoustical Society of America* **103** (2): 1199-1204.
- Sayigh, L. S., Tyack, P.T., Wells, R. S. & Scott, M. D.** 1990. Signature whistle of free-ranging bottlenose dolphins *Tursiops truncatus*: stability and mother-offspring comparison. *Behavioral Ecological Sociobiology*, 26: 247-260.
- Schultz, K. W., Cato, D. H., Corkeron, P. J & Bryden, M. M.** 1995. Low frequency narrow-band sounds produced by bottlenose dolphins. *Marine Mammals Science*. **11**: 503–509.
- Siciliano, S.** 1994. Review of small Cetaceans and Fishery Interactions in Coastal Waters of Brazil. In: *Gillnets and cetaceans. Report of the International Whaling Commission, (Special issue)*, (Org por Perrin, W. F.; Donovan, G. P.; Barlow, J.). **15**, 241-250.
- Simões-Lopes, P. C.** 1988. Ocorrência de uma população de *Sotalia fluviatilis* Gervais, 1853, (Cetacea: Delphinidae) no limite sul de sua distribuição, Santa Catarina, Brasil. *Biotemas*, **1** (1): 57-62.
- Simmonds, M., Dolman, S. & Weilgart, L.** 2003 *Ocean of noise - A WDCS Science report*. Whale and Dolphin Conservation Society. 164 p.
- Steiner, W. W.** 1981. Species-specific differences in pure tonal whistle vocalizations of five western north Atlantic dolphin species. *Behavioral Ecology and Sociobiology*. **9**: 241–246.

- Tyack, P.** 1981. Interactions between singing Hawaiian humpback whales and conspecifics nearby. *Behavioral Ecology and Sociobiology*. **8**:105-116.
- Van Parijs, S. M. & Corkeron P.** 2001. Boat traffic affects the acoustic behaviour of Pacific humpback dolphins, *Sousa chinensis*. *Journal of the Marine Biological Association of the United Kingdom*. **81**: 533-538.
- Watkins, W. A.** 1967. The harmonic interval: fact or artifact spectral analysis of pulse trains. In: *Marine Bio-Acoustics, vol. 2*, (Org. por W.N.Tavolga), Pp. 15-43 New York: Pergamon Press.
- Wedekin, L. L., Daura-Jorge, F. & Simões-Lopes, P. C.** 2003. O boto-cinza, *Sotalia guianensis* (CETACEA: DELPHINIDAE), na costa sul e sudeste do Brasil: conhecimento atual e perspectivas futuras para o estudo da estrutura populacional e espacial. Resumo estendido apresentado no II Congresso Brasileiro de Mastozoologia. Belo Horizonte.
- Wedekin, L. L., Rossi-Santos, M. R. & Monteiro-Filho, E. L. A.** 2005a. Inter and intra-annual variations in the encounter rates of the estuarine dolphin (*Sotalia guianensis*) in the eastern coast of Brazil. In *16<sup>th</sup> Biennial Conference on the Biology of Marine Mammals*, San Diego, p. 300.
- Wood, F. G. & Evans, W. E.** 1980. Adaptiveness and ecology of echolocation in toothed whales. In *Animal sonar systems*. (Org. por R.G. Busnel, & J. F. Fish), pp. 381–425. Plenum Press, NY. 1135 pp.
- Zerbini, A. N., Siciliano, S. & Pizzorno, J. L.** 1999. Diagnóstico sobre mamíferos marinhos. In: *Avaliação e ações prioritárias para a conservação da Biodiversidade da Zona Costeira e Marinha*. São Paulo: Ed. BTD

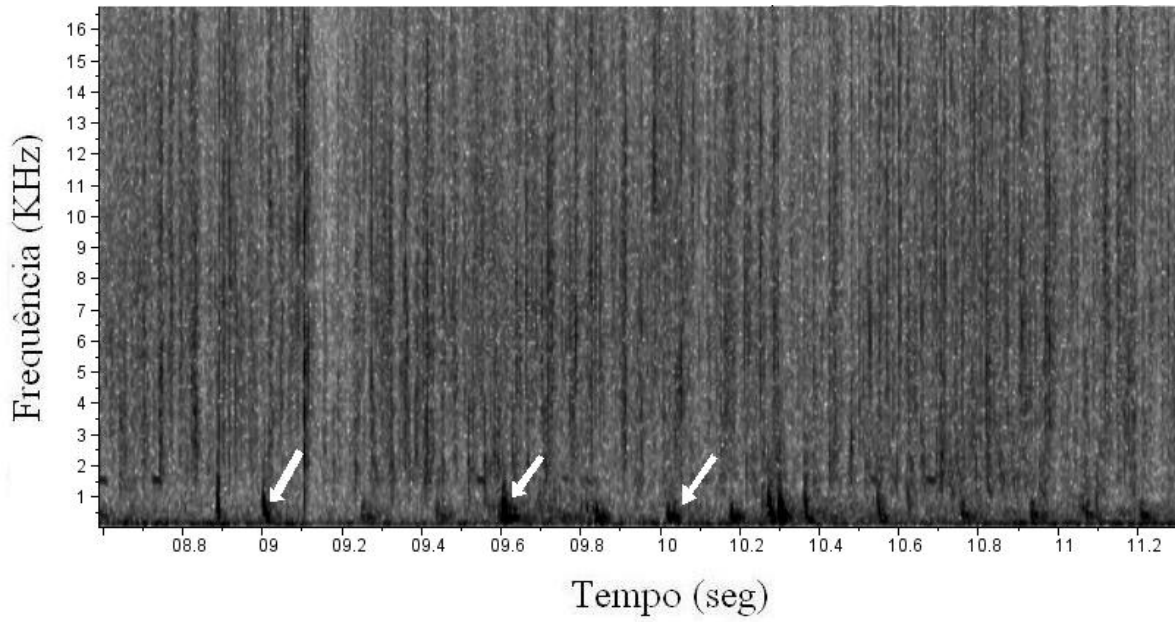
## 7. ANEXOS

### **Anexo A.**

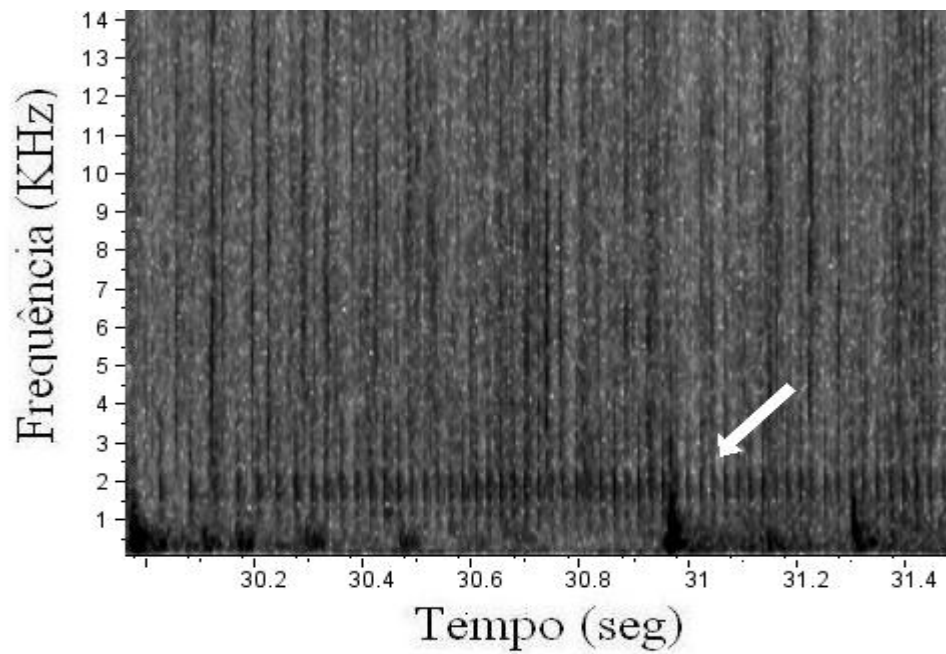
#### *Sinais acústicos da ictiofauna do estuário do rio Caravelas*

Além dos sinais dos botos, os registros realizados na região do estuário do rio Caravelas contem outros sinais biológicos, produzidos pela restante fauna local. Através da troca de opiniões com pesquisadores especialistas em peixes (e.g. Rodrigo Leão de Moura, Conservation International) concluiu-se que se tratava de sons de peixes, de diferentes espécies, visto que a ictiofauna produtora de sons do estuário é rica e diversificada (com. Pessoal Rodrigo Leão de Moura).

Encontraram-se sons de peixes em todos os dias de gravações, porém, os dias onde foram gravados dentro do rio, foram os dias com maior diversidade e frequência de sons. Os sons foram classificados em três tipos: estouros, tamborilados graves e tamborilados agudos. Os estouros são sinais simples, compostos por apenas um sinal e não possuem repetição sequencial (Figura 1). Os tamborilados são sinais pulsados compostos por diversos pulsos, semelhantes aos estalos de ecolocalização, porém, são concentrados em frequências específicas, abaixo dos 2.000 Hz. Os tamborilados se dividem em tamborilados graves e agudos, por apresentarem diferentes faixas de frequências (Figuras 2 e 3). Os sinais apareceram em conjunto, podendo ser identificados juntos em um único espectrograma (Figura 4).

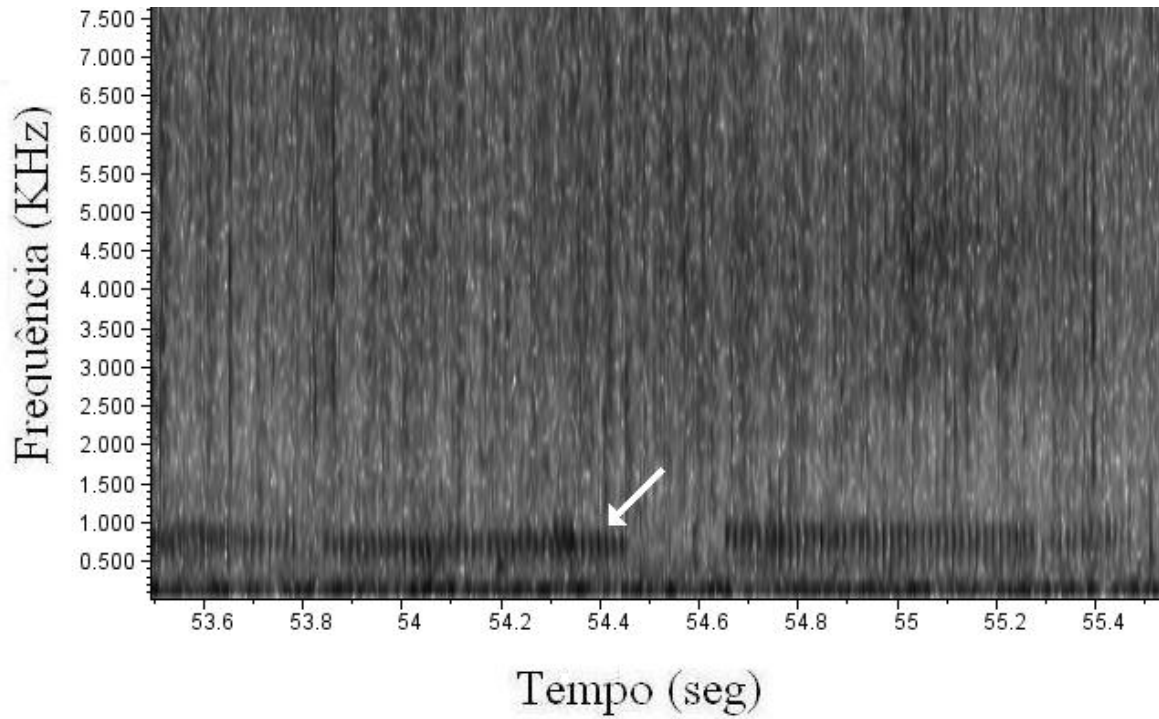


**Figura 1:** Espectrograma dos sinais de peixes do tipo estourros, indicados pelas setas, gravados no estuário do rio Caravelas.

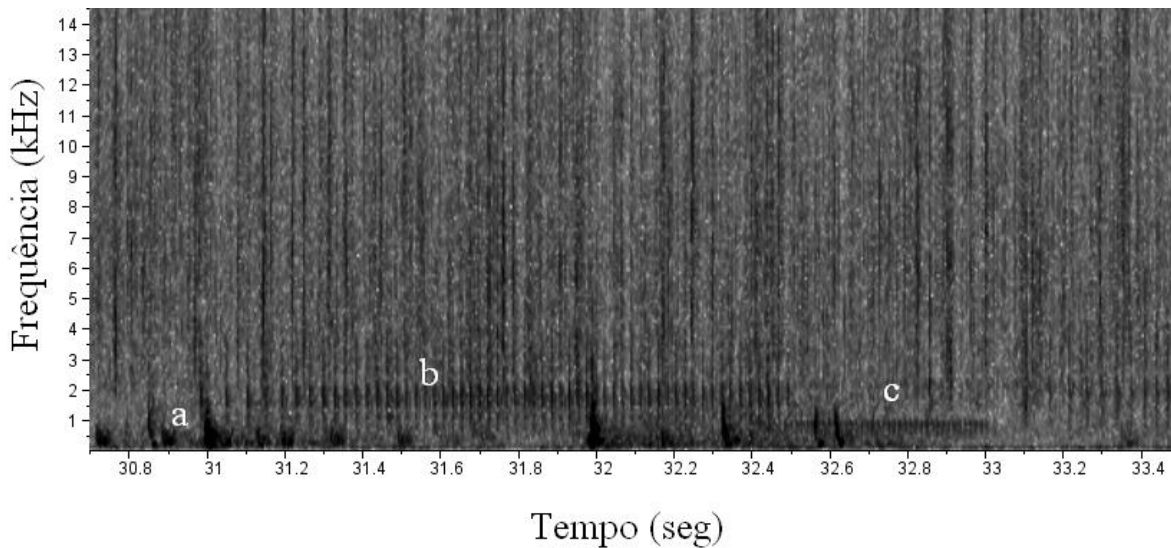


**Figura 2:** Espectrograma dos sinais de peixes do tipo tamborilados agudos, gravados no estuário do rio Caravelas, indicado com a seta.





**Figura 3:** Espectrograma dos sinais de peixes do tipo tamborilados graves, gravados no estuário do rio Caravelas.



**Figura 4:** Espectrograma dos sinais de peixes dos tipos estouros (a), tamborilados agudos (b) e tamborilados graves (c), gravados no estuário do rio Caravelas.

# Livros Grátis

( <http://www.livrosgratis.com.br> )

Milhares de Livros para Download:

[Baixar livros de Administração](#)

[Baixar livros de Agronomia](#)

[Baixar livros de Arquitetura](#)

[Baixar livros de Artes](#)

[Baixar livros de Astronomia](#)

[Baixar livros de Biologia Geral](#)

[Baixar livros de Ciência da Computação](#)

[Baixar livros de Ciência da Informação](#)

[Baixar livros de Ciência Política](#)

[Baixar livros de Ciências da Saúde](#)

[Baixar livros de Comunicação](#)

[Baixar livros do Conselho Nacional de Educação - CNE](#)

[Baixar livros de Defesa civil](#)

[Baixar livros de Direito](#)

[Baixar livros de Direitos humanos](#)

[Baixar livros de Economia](#)

[Baixar livros de Economia Doméstica](#)

[Baixar livros de Educação](#)

[Baixar livros de Educação - Trânsito](#)

[Baixar livros de Educação Física](#)

[Baixar livros de Engenharia Aeroespacial](#)

[Baixar livros de Farmácia](#)

[Baixar livros de Filosofia](#)

[Baixar livros de Física](#)

[Baixar livros de Geociências](#)

[Baixar livros de Geografia](#)

[Baixar livros de História](#)

[Baixar livros de Línguas](#)

[Baixar livros de Literatura](#)  
[Baixar livros de Literatura de Cordel](#)  
[Baixar livros de Literatura Infantil](#)  
[Baixar livros de Matemática](#)  
[Baixar livros de Medicina](#)  
[Baixar livros de Medicina Veterinária](#)  
[Baixar livros de Meio Ambiente](#)  
[Baixar livros de Meteorologia](#)  
[Baixar Monografias e TCC](#)  
[Baixar livros Multidisciplinar](#)  
[Baixar livros de Música](#)  
[Baixar livros de Psicologia](#)  
[Baixar livros de Química](#)  
[Baixar livros de Saúde Coletiva](#)  
[Baixar livros de Serviço Social](#)  
[Baixar livros de Sociologia](#)  
[Baixar livros de Teologia](#)  
[Baixar livros de Trabalho](#)  
[Baixar livros de Turismo](#)