

**UNIVERSIDADE FEDERAL RURAL DO RIO DE JANEIRO
INSTITUTO DE FLORESTAS
CURSO DE PÓS-GRADUAÇÃO EM CIÊNCIAS AMBIENTAIS E
FLORESTAIS**

**HIPÓTESE DO ASSOVIO-ASSINATURA: ESTUDO DA
OCORRÊNCIA DE TAL FENÔMENO JUNTO À POPULAÇÃO
DE *Sotalia fluviatilis* (CETACEA, DELPHINIDAE) DA BAÍA
DE SEPETIBA (RJ).**

Luciana Duarte de Figueiredo

**SOB ORIENTAÇÃO DA PROFESSORA
Dra. Sheila Marino Simão**

**Seropédica, Rio de Janeiro
Agosto de 2000.**

**HIPÓTESE DO ASSOVIIO-ASSINATURA: ESTUDO DA
OCORRÊNCIA DE TAL FENÔMENO JUNTO À POPULAÇÃO DE
Sotalia fluviatilis (CETACEA, DELPHINIDAE) DA BAÍA DE
SEPETIBA (RJ).**

Luciana Duarte de Figueiredo

APROVADO EM 29 de Agosto de 2000

Profª Drª Sheila Marino Simão
(Presidente)

Prof. Dr. Carlos Ramon Ruiz-Miranda

Prof. Dr. José Perez Pombal Jr.

**UNIVERSIDADE FEDERAL RURAL DO RIO DE JANEIRO
INSTITUTO DE FLORESTAS
CURSO DE PÓS-GRADUAÇÃO EM CIÊNCIAS AMBIENTAIS E
FLORESTAIS**

**HIPÓTESE DO ASSOVIIO-ASSINATURA: ESTUDO DA
OCORRÊNCIA DE TAL FENÔMENO JUNTO À POPULAÇÃO
DE *Sotalia fluviatilis* (CETACEA, DELPHINIDAE) DA BAÍA
DE SEPETIBA (RJ).**

Luciana Duarte de Figueiredo

SOB ORIENTAÇÃO DA PROFESSORA

Dra. Sheila Marino Simão

**Tese submetida como
requisito parcial para
obtenção do grau de
mestre em Ciências
Ambientais e Florestais,
Área de Concentração em
Conservação da Natureza.**

Seropédica, Rio de Janeiro

Agosto de 2000.

AGRADECIMENTOS

À Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior - CAPES, pela bolsa concedida durante o curso de mestrado.

Ao Fundo Mundial para a Natureza - WWF, pelo apoio financeiro concedido a este projeto de pesquisa.

À Prof^ª. Dr^ª. Sheila Marino Simão pela orientação, amizade, incentivo, cooperação e paciência.

Ao Prof. Paulo Guilherme M. Berner e ao amigo Mário José Nevares Cadengue pelo auxílio, sempre urgente, nas análises estatísticas.

Aos meus pais, minha madrinha e toda a minha família pelo apoio durante todas as fases deste trabalho.

BIOGRAFIA

- Formação Acadêmica:

Licenciada em Ciências Biológicas - Universidade Federal Rural do Rio de Janeiro - 1995

Bacharel em Ciências Biológicas - Área de Concentração em Ecologia - Universidade Federal Rural do Rio de Janeiro - 1997

- Trabalhos Apresentados:

Figueiredo L. D. & Simão S. M. 1998. Caracterização dos assovios de frequência ascendente do boto-cinza (*Sotalia fluviatilis* Gervais, 1853) na Baía de Sepetiba, RJ. 8ª Reunião de Trabalhos de Especialistas em Mamíferos Aquáticos da América do Sul e 2º Congresso da Sociedade Latinoamericana de Especialistas em Mamíferos Aquáticos - SOLAMAC - Out/98.

Simão S. M., Siciliano S., Figueiredo L. D., Pereira T. C. C. L. & Novais U. Emissões sonoras do boto (*Sotalia fluviatilis*) e o uso do habitat da Baía de Sepetiba (RJ) pelo mesmo. XXI Congresso Brasileiro de Zoologia - Fev/96.

Simão S. M., Siciliano S., Figueiredo L. D., Pereira T. C. C. L. & Novais U. Preliminary acoustical studies of tucuxi (*Sotalia fluviatilis*) in SepEtiba Bay, Rio de Janeiro, Brazil. Eleventh Biennial Conference on the Biology of Marine Mammals - The Society for Marine Mammalogy - Dez/95.

Simão S. M., Siciliano S., Figueiredo L. D. & Novais U. Estudo preliminar do uso do habitat da Baía de Sepetiba (Rio de Janeiro, Brasil) pelo boto *Sotalia fluviatilis* e suas emissões sonoras. 47º Reunião Anual da SBPC - Jun/1995.

SUMÁRIO

Pág.

Índice de Tabelas	viii
Índice de Figuras	x
Índice de Anexos	xii
Resumo	xiii
Abstract	xv
1 - Introdução	1
2 - Objetivos	4
2.1 - Objetivo Geral	4
2.2 - Objetivo Específico	4
3 - Revisão Bibliográfica	5
3.1 - Descrição da Área de Pesquisa	5
3.2 - A Espécie <i>Sotalia fluviatilis</i>	6
3.3 - A Teoria do Assovio-Assinatura	9
4 - Metodologia	15
4.1 - Obtenção das Gravações Sonoras	15
4.2 - Análise das Gravações Sonoras	16
4.3 - Separação dos Assovios em Tipos	18
4.3.1 - Método de Observação Visual	18
4.3.2 - Método McCowan	19
5 - Resultados	22
5.1 - Método de Observação Visual	23
5.2 - Método McCowan	24
5.3 - Outros Assovios	25

6 - Discussão	53
7 - Conclusões	64
8 - Recomendações	65
9 - Referências Bibliográficas	66

ÍNDICE DE TABELAS

	Pág.
Tabela 1. Caracterização quantitativa dos 202 assovios selecionados	27
Tabela 2: Caracterização quantitativa dos assovios do Tipo A.....	27
Tabela 3. Caracterização quantitativa dos assovios do Tipo B.....	27
Tabela 4. Caracterização quantitativa dos assovios do Tipo C.....	28
Tabela 5. Caracterização quantitativa dos assovios do Tipo D.....	28
Tabela 6. Caracterização quantitativa dos assovios do Tipo E.....	28
Tabela 7. Caracterização quantitativa dos assovios do Tipo F.....	29
Tabela 8. Caracterização quantitativa dos assovios do Tipo G.....	29
Tabela 9. Caracterização quantitativa dos assovios do Tipo H.....	29
Tabela 10. Caracterização quantitativa dos assovios do Tipo I.....	30
Tabela 11. Caracterização quantitativa dos assovios do Tipo J.....	30
Tabela 12. Caracterização quantitativa dos assovios do Tipo K.....	30
Tabela 13. Caracterização quantitativa dos assovios do Tipo L.....	31
Tabela 14. Caracterização quantitativa dos assovios do Tipo M.....	31
Tabela 15. Caracterização quantitativa dos assovios do Tipo N.....	31
Tabela 16. Caracterização quantitativa dos assovios do Tipo O.....	32
Tabela 17. Caracterização quantitativa dos assovios do Tipo P.....	32
Tabela 18. Caracterização quantitativa dos assovios do Tipo Q.....	32
Tabela 19. Caracterização quantitativa dos assovios do Tipo R.....	33
Tabela 20. Caracterização quantitativa dos assovios do Tipo S.....	33
Tabela 21. Caracterização quantitativa dos assovios do Tipo T.....	33
Tabela 22. Caracterização quantitativa dos assovios do Tipo U.....	34

Tabela 23. Caracterização quantitativa dos assovios do Tipo V.....	34
Tabela 24. Caracterização quantitativa dos assovios do Tipo W.....	34
Tabela 25. Caracterização quantitativa dos assovios do Tipo X.....	35
Tabela 26. Caracterização quantitativa dos assovios do Tipo Y.....	35
Tabela 27. Caracterização quantitativa dos assovios do Tipo Z.....	35
Tabela 28. Caracterização quantitativa dos assovios do Tipo AA.....	36
Tabela 29. Sumário da Análise Discriminante para os vinte e sete grupos formados pelo método de Observação Visual.....	36
Tabela 30. Resumo do Teste de Hipótese para Diferença de Médias ($\alpha=5\%$).....	37
Tabela 31. Sumário da Análise Discriminante para os vinte e oito grupos formados pelo método de McCowan.....	37
Tabela 32. Caracterização quantitativa dos assovios formados por duas componentes simultâneas.....	38

ÍNDICE DE FIGURAS

	Pág.
Figura 1. Sonograma típico dos assovios do Tipo A.....	39
Figura 2. Sonograma típico dos assovios do Tipo B.....	39
Figura 3. Sonograma típico dos assovios do Tipo C.....	39
Figura 4. Sonograma típico dos assovios do Tipo D.....	40
Figura 5. Sonograma típico dos assovios do Tipo E.....	40
Figura 6. Sonograma típico dos assovios do Tipo F.....	40
Figura 7. Sonograma típico dos assovios do Tipo G.....	41
Figura 8. Sonograma típico dos assovios do Tipo H.....	41
Figura 9. Sonograma típico dos assovios do Tipo I.....	41
Figura 10. Sonograma típico dos assovios do Tipo J.....	42
Figura 11. Sonograma típico dos assovios do Tipo K.....	42
Figura 12. Sonograma típico dos assovios do Tipo L.....	42
Figura 13. Sonograma típico dos assovios do Tipo M.....	43
Figura 14. Sonograma típico dos assovios do Tipo N.....	43
Figura 15. Sonograma típico dos assovios do Tipo O.....	43
Figura 16. Sonograma típico dos assovios do Tipo P.....	44
Figura 17. Sonograma típico dos assovios do Tipo Q.....	44
Figura 18. Sonograma típico dos assovios do Tipo R.....	44

Figura 19. Sonograma típico dos assovios do Tipo S.....	45
Figura 20. Sonograma típico dos assovios do Tipo T.....	45
Figura 21. Sonograma típico dos assovios do Tipo U.....	45
Figura 22. Sonograma típico dos assovios do Tipo V.....	46
Figura 23. Sonograma típico dos assovios do Tipo W.....	46
Figura 24. Sonograma típico dos assovios do Tipo X.....	46
Figura 25. Sonograma típico dos assovios do Tipo Y.....	47
Figura 26. Sonograma típico dos assovios do Tipo Z.....	47
Figura 27. Sonograma típico dos assovios do Tipo AA.....	47
Figura 28. Classificação dos assovios usando o método de Observação Visual.....	48
Figura 29. Classificação dos assovios usando o método McCowan (k=28)...	50
Figura 30. Sonograma típico dos assovios formados por duas componentes simultâneas.....	52

ÍNDICE DE ANEXOS

	Pág.
Anexo 1. Mapa da costa brasileira e da área de estudo - a Baía de Sepetiba	77

RESUMO

Segundo a hipótese do assovio-assinatura, os golfinhos da espécie *Tursiops truncatus* tendem a emitir um tipo de assovio individualmente estereotipado e seqüencial, que teria por função transmitir a identidade e a localização do indivíduo emissor. Assovios com tais características já foram encontrados no repertório de outras espécies de golfinhos. Cerca de doze horas de gravação, de emissões sonoras do boto *Sotalia fluviatilis* da Baía de Sepetiba, foram analisadas com o objetivo de se detectar a presença de assovios-assinatura. Todos os sonogramas de assovios, cujos contornos fossem estereotipados e seqüenciais foram selecionados e classificados em Tipos, usando-se dois métodos diferentes de classificação: a Observação Visual (OV) e um método quantitativo denominado técnica da Similaridade do Contorno (CS). Duzentas e duas seqüências de assovios foram selecionadas e classificadas em vinte e sete Tipos, pelo método OV. Apesar de não se poder confirmar a individualidade destes Tipos, a possibilidade de que eles realmente representem assovios-assinatura é reforçada pelos seguintes fatores: serem, na maioria, formados por seqüências de assovios bem próximas umas das outras; terem sido emitidos principalmente durante os comportamentos de

pesca e deslocamento; e não serem completamente aberrantes em relação ao repertório geral da espécie. A técnica CS mostrou-se discordante do método OV, quanto à classificação dos assovios, e parece não ser aplicável ao repertório de *S. fluviatilis*. Foram selecionadas também dezenove seqüências de assovios formados por duas componentes simultâneas, que se assemelham a um tipo de interação vocal entre os golfinhos, descrita na literatura com o nome de "dueto".

Palavras-chave: Bioacústica; comportamento; assovios; *Sotalia fluviatilis*; Baía de Sepetiba.

ABSTRACT

According to the signature whistle hypothesis, bottlenosed dolphins (*Tursiops truncatus*) emit individually sequential stereotyped whistles, which may function to broadcast the whistler's identity and localization. Such whistles have been found in other dolphin species repertoires. Twelve hours of sound recordings of tucuxi dolphins, *Sotalia fluviatilis*, from Sepetiba Bay, were analyzed aiming at the detection of such signature whistles. All of the whistle sonograms which contours were stereotyped and sequential, were selected and classified in "Types" by means of two different methods: Visual Observation (VO) and a quantitative method named Contour Similarity technique (CS). Two hundred and two whistle sequences were chosen and classified in twenty seven Types, by means of the OV method. Although the individuality of this Types was not demonstrated, the possibility that they might really represent signature whistles is reinforced by the following factors: the majority of the Types were formed by whistle sequences quite next to each others; they were mainly emitted during the feeding and traveling behaviors; and being in accord with the general species repertoire. The CS technique presented a disagreement in relation to the VO method as to the whistles classification, and it does not seem to be useful for the *S. fluviatilis* repertoire. I also selected nineteen whistles sequences formed by two simultaneous components which

resemble to a kind of vocal interaction between dolphins known in the literature by the name of "duet".

Keywords: Bioacoustics; behavior; whistles; *Sotalia fluviatilis*; Sepetiba Bay.

1 - INTRODUÇÃO

A ordem Cetacea é formada por baleias, golfinhos e botos, animais de ampla distribuição nos oceanos, mares e alguns rios do mundo. Há muito que a capacidade de emissão de sons desses animais é conhecida, porém só a partir da segunda metade desse século é que este fato vem sendo sistematicamente estudado.

De forma geral, as emissões sonoras dos golfinhos oceânicos são divididas em duas principais categorias: os sons pulsantes, que são seqüências de pulsos de banda larga; e os assovios, sons contínuos puros ou de banda estreita, usualmente de frequência modulada (Herman e Tavolga, 1980; Popper, 1980). Os sons pulsantes são utilizados para comunicação e para ecolocação - na qual o animal emite o som e analisa sua reflexão nos objetos ao seu redor para observar o ambiente (sonar) - enquanto que os assovios são usados basicamente para comunicação (Herman e Tavolga, 1980). A

caracterização e compreensão do significado desses assovios é, portanto, objeto de estudos sobre comportamento relacionados à bioacústica.

A hipótese do “assovio-assinatura” surgiu de observações feitas por Caldwell e Caldwell (1965) de que cada golfinho da espécie *Tursiops truncatus* em um grupo cativo tendia a emitir sempre um mesmo tipo de assovio, independentemente da situação. Apesar de estes assovios poderem variar em certos parâmetros, o contorno básico de seus sonogramas permanecia o mesmo. A informação transmitida por esses assovios-assinatura seria a identidade e a localização do indivíduo assoviador (Caldwell *et al.*, 1990). A existência de sons assinatura já foi descrita para pássaros e mamíferos terrestres (Mundinger, 1970; Gouzoules e Gouzoules, 1990, por exemplo).

A hipótese do assovio-assinatura é importante, porque ela implica em uma habilidade por parte do golfinho em transmitir identidade individual, classificar indivíduos referencialmente e aprender assovios de coespecíficos (McCowan e Reiss, 1995).

O boto *Sotalia fluviatilis* é uma espécie restrita ao Atlântico Sul-Occidental, costa do Mar do Caribe e às bacias do rio Amazonas e do rio Orinoco (Borobia *et al.*, 1991; da Silva e Best, 1996). Apesar de ocorrer em áreas de fácil acesso, como estuários e baías, ainda existe uma escassez de informações sobre a ecologia e a história natural dessa espécie nas águas do Atlântico Sul-Occidental.

A equipe do Laboratório de Bioacústica de Cetáceos (DCA/UFRRJ) vem observando o boto *S. fluviatilis* na Baía de Sepetiba desde o ano de 1993. Um

dos frutos desse trabalho foi a descrição quali-quantitativa dos assovios dessa espécie (Figueiredo, 1997; Pereira, 1997). Esses assovios foram emitidos durante comportamento de socialização e neles foi encontrada uma grande variação nos parâmetros analisados, o que provavelmente traz um significado diferente em cada assovio. Entretanto, nenhuma relação sobre a função específica desses assovios foi estabelecida.

A pesquisa aqui apresentada visa identificar a existência ou não de possíveis assovio-assinatura na população de *S. fluviatilis* da Baía de Sepetiba, pois quanto mais soubermos sobre a complexidade comportamental das populações desta espécie, mais facilmente será possível traçar uma estratégia de conservação para ela.

2 - OBJETIVOS

2.1 - Objetivo Geral

Identificar a existência ou não de possíveis assovios-assinatura na população de *Sotalia fluviatilis* da Baía de Sepetiba.

2.2- Objetivo Específico

Caracterizar os possíveis assovios-assinatura identificados na população de *Sotalia fluviatilis* da Baía de Sepetiba e compará-los com os dados existentes na literatura sobre os assovios desta espécie.

3 - REVISÃO BIBLIOGRÁFICA

3.1 - Descrição da Área de Pesquisa

A Baía de Sepetiba (Anexo 1) é uma laguna costeira, com 519 km², localizada a aproximadamente 60km da cidade do Rio de Janeiro. Tem caracter de semi-confinamento sendo limitada ao sul pela Restinga da Marambaia e a norte e leste pelo continente (Rodrigues, 1990; SEMA/RJ, 1998). Em sua região litorânea apresenta uma variedade de ecossistemas, tais como: ilhas, costões rochosos, restingas, mangues e lameiros intertidais (SEMA/RJ, 1998).

Circundando a Baía de Sepetiba encontram-se diversos núcleos urbanos de pequeno e médio portes (como Pedra de Guaratiba, Sepetiba, Itaguaí e Mangaratiba) que não dispõem de rede de esgoto sanitário (SEMA/RJ, 1998). Os rios e canais que nela deságuam drenam uma extensa bacia de

aproximadamente 2.500 km², que incluem zonas agrícolas, urbanas e industriais. Na zona industrial destacam-se os ramos de metalurgia, siderurgia, química, gráfica e de borracha (Rodrigues, 1990).

A contaminação da baía por metais pesados concentra-se em áreas onde deságuam os rios e canais que recebem efluentes das indústrias e dos centros urbanos (Rezende, 1988). Além disso, a Baía de Sepetiba apresenta concentrações extremamente altas de pesticidas organoclorados (DDD, DDE, DDT e drins) - até cinco vezes maiores que na Baía de Guanabara (Rezende, 1988).

As principais atividades desenvolvidas na Baía de Sepetiba são a pesca comercial e o turismo. Na ilha Guaíba - área sudoeste da baía - encontra-se o porto da empresa Minerações Brasileiras Reunidas S.A. (MBR), onde ocorre o escoamento de sua produção de minério de ferro. Na Ilha da Madeira - área norte da baía - está o Porto de Sepetiba, o qual se encontra em fase de expansão. Esses dois portos propiciam o tráfego de embarcações de grande porte dentro da baía.

3.2 - A Espécie *Sotalia fluviatilis*.

Sotalia fluviatilis Gervais, 1853 é um pequeno cetáceo incluído na subordem Odontoceti, família Delphinidae, subfamília Steninae (da Silva e Best, 1996). Atualmente muitos autores consideram haver dois ecótipos da espécie *S. fluviatilis*: um marinho e outro fluvial. O ecótipo fluvial, conhecido

no Brasil como tucuxi, é endêmico das bacias do rio Amazonas e Orinoco. O ecótipo marinho é distribuído continuamente ao longo da costa Atlântica das Américas do Sul e Central. Os limites de sua distribuição são Honduras - ao norte - e Florianópolis (Brasil) - ao sul (Borobia *et al.*, 1991; da Silva e Best, 1996). O principal fator limite ao sul são as baixas temperaturas na superfície da água (Borobia, *et al.*, 1991).

O ecótipo marinho é normalmente encontrado em grupos de no máximo trinta indivíduos, divididos em sub-grupos (Geise, 1989; Simões-Lopes, 1988). Porém agregados de cerca de 200 indivíduos já foram avistados na Baía de Sepetiba (Simão *et al.*, 2000).

Geise (1989) descreve quinze padrões comportamentais de populações de *S. fluviatilis* nas baías de Guanabara (RJ) e Cananéia (SP): quatro formas de deslocamento, três comportamento de pesca, três de salto, quatro comportamentos aéreos e as brincadeiras.

Gravações acústicas da forma fluvial em cativeiro mostraram que esta espécie produz clicks de ecolocação breves com frequência dominante entre 8-15, 30 e 95 kHz, emitidos em uma taxa entre 600/s e 900/s (Norris *et al.*, 1972 *apud* da Silva e Best, 1996). Assovios simples têm sido gravados para o ecótipo fluvial desde a década de 70 e consistem de chamadas curtas (menos de 0,5s), ascendente ou em forma de U, com frequência dominante de 10-15 kHz (Norris *et al.*, *op. cit.*; Ding, 1993).

Aparentemente *S. fluviatilis* não é territorialista, no sentido de defender uma dada área, mas os mesmos animais podem ocorrer durante todo o ano em

uma determinada área (Geise, 1989; Simão-Lopes, 1988). Estudos mais recentes indicam fidelidade ao habitat para essa espécie (Flores, 1999; Pizzorno, 1999). Simão *et al.* (2000) catalogaram 88 indivíduos na Baía de Sepetiba, através de fotoidentificação. Porém esse número ainda não representa plenamente a população de botos nesta baía. Segundo estes autores, alguns exemplares são acompanhados desde o ano de 1994, comprovando assim que parte da população de botos é fiel a área de estudo.

Pereira (1999) observou, para a Baía de Sepetiba, um ritmo no qual o deslocamento dos grupos de *S. fluviatilis* em direção ao interior da baía ocorre preferencialmente pela manhã, acontecendo o oposto no período da tarde. Ritmo semelhante foi encontrado para as baías de Guanabara e Cananéia (Geise, 1989). Dentro da Baía de Sepetiba os botos preferem áreas de maior profundidade, que apresentam correntes mais rápidas e canais (Pereira, 1999).

A espécie *S. fluviatilis* encontra-se no estatus de *insuficientemente conhecido*, conforme a World Conservation Union (IUCN), merecendo maiores estudos quanto a sua distribuição, abundância e ecofisiologia, para que, dentro das necessidades, sejam traçadas metas de monitoramento e manejo para a preservação da espécie.

Para as populações marinhas a pesca e a poluição de seus habitats parecem ser as principais ameaças. Não há registros de captura comercial de *S. fluviatilis*, porém este boto é facilmente capturado de forma acidental em rede de espera, o que ocorre em praticamente toda a sua distribuição geográfica pelo Atlântico Sul (Borobia *et al.*, 1991). A poluição proveniente das

atividades industriais e agrícolas podem ser consideradas como uma ameaça direta, através da destruição do habitat, ou indireta, através da contaminação da cadeia alimentar (da Silva e Best, 1994).

3.3 - A Teoria do Assovio-Assinatura

A hipótese do assovio-assinatura surgiu de observações feitas por Caldwell e Caldwell (1965) em um grupo de cinco golfinhos recém-capturados da espécie *Tursiops truncatus*. Segundo os autores cada um desses animais mostrou uma clara tendência a emitir sempre um mesmo tipo de assovio, independentemente da situação. Este assovio individual possui um contorno (variação em freqüência sobre o tempo) específico, com um padrão próprio de queda ou elevação da modulação de freqüência. Mais tarde passou a ser usado o termo "estereotipado" para designar esse padrão individual de modulação de freqüência no contorno dos assovios (Tyack, 1986; Caldwell, *et al.*, 1990; Sayigh *et al.*, 1990, por exemplo.).

Segundo Caldwell *et al.* (1990), em uma revisão sobre esta hipótese, este contorno estereotipado é repetido um variado número de vezes em cada assovio. Os autores chamam esses elementos repetitivos de "loops", e cada uma das seqüência de "assovio-assinatura". Conforme descrito nessa revisão, os intervalos entre os loops são relativamente constantes. O golfinho repete tanto a seqüência de assovios como os intervalos de silêncio. Isto é, o intervalo de silêncio entre loops tem um "tempo" muito mais consistente do que o intervalo

entre assovios. Variações de contorno estão algumas vezes presentes no primeiro e no último loop do assovio. Estes loops são chamados de loop introdutório e terminal, respectivamente. Quando estão presentes, eles ajudam a discriminar entre um assovio multiloop e vários assovios com poucos loops.

Caldwell *et al.* (1990) relatam que o assovio-assinatura de um golfinho pode variar em duração, frequência, número de loops e outras feições acústicas, enquanto mantém um padrão no contorno do loop altamente distintivo. A hipótese desses autores é que os atributos individualmente distintos do assovio-assinatura funcionam para transmitir a identidade e a localização do animal assoviador. As feições acústicas mais variadas dos assovios podem comunicar outras informações e servir para outras funções. Segundo Sayigh *et al.* (1990), os golfinhos tendem a variar feições específicas no assovio-assinatura, enquanto mantém outras de forma constante. Esses autores citam como exemplo um animal por eles estudado que varia a duração da seção central não modulada de seu assovio mais do que qualquer outra feição. Janik e Slater (1998) sugerem que além de transmitir a identidade individual dos golfinhos, os assovios-assinatura também funcionariam como chamadas de coesão de grupo, pois, no cativeiro, são produzidos quase que exclusivamente quando o animal está isolado do restante do grupo.

Caldwell *et al.* (1990) relatam que esses assovios estereotipados podem parar em qualquer ponto, podendo ser, por exemplo, $2 \frac{1}{2}$ ou $3 \frac{3}{4}$ ou qualquer fração do número de loops. Similares abreviações dos loops foram

demonstradas para o golfinho-pintado-do-Atlântico, *Stenella plagiodon* (Caldwell *et al.*, 1973). O mais importante é que cada animal tende a produzir um contorno estereotipado de loop.

Caldwell e Caldwell (1979 *apud* Caldwell *et al.*, 1990) indicam que nenhum dos filhotes de *T. truncatus* por eles estudados produziam assovios-assinatura quando nasceram, mas a maior parte os desenvolveu entre 4 e 6 meses de idade. O desenvolvimento de assovio-assinatura em filhotes de golfinhos foi percebido até o final do primeiro ano de vida por outros autores (Sayigh *et al.* 1990; Tyack, 1986; Janik *et al.*, 1994). Em um dos filhotes machos estudado por Caldwell e Caldwell (1979, *op. cit.*), foi encontrada uma grande similaridade entre os seus assovios e os assovios-assinatura de sua mãe durante os primeiros dois anos de vida.

Esta mesma similaridade também foi observada por Sayigh *et al.* (1990, 1995) em golfinhos *T. truncatus* temporariamente aprisionados em águas da Flórida. Estes autores teorizam que o contato inicial com o assovio-assinatura materno, devido à associação próxima e de longa duração entre mãe e filhote, induzem os machos a modificar seus assovios não estereotipados iniciais, de forma a ficarem mais similares aos de sua mãe, enquanto que os filhotes fêmeas aparentemente modificam seus assovios de forma a ficarem mais distintos dos de sua mãe. Esse contraste pode refletir diferenças na história de vida de machos *versus* fêmeas, pois as fêmeas associam-se primeiramente com os membros de seu grupo matriarcal, enquanto que os machos tendem a se dispersar de seu grupo natal. Dessa forma, seria importante para a fêmea

desenvolver um assovio-assinatura distinto daqueles das outras fêmeas do seu grupo, enquanto que para o macho seria até vantajoso levar a informação sobre sua linhagem para seus novos associados.

Tyack (1986) descreve que em dois golfinhos *T. truncatus* que dividiam um mesmo tanque, cada animal produzia o assovio-assinatura de seu companheiro de tanque mais freqüentemente do que qualquer outro assovio, exceto o seu próprio assovio-assinatura. Burdin *et al.* (1975 *apud* Tyack, 1986) observaram que cada um dos dois *T. truncatus* por eles estudados, produz o assovio-assinatura do outro em taxas de 0,5% a 2,5%. Alguns experimentos já demonstraram a capacidade que golfinhos - particularmente *T. truncatus* - possuem de imitar sons artificiais, e também associar estes sons a objetos específicos, quando treinados (Lilly, 1965; Richards *et al.*, 1984). Em outros estudos, foi observada a mímica espontânea de sons por parte desta espécie (Caldwell e Caldwell, 1972; Reiss e McCowan, 1993). Janik (1997) observou a mímica de prováveis assovios-assinatura entre *T. truncatus* livres, em uma taxa de 17% de todas as interações de assovios.

A mímica vocal pode ter uma função social, como ser uma chamada de contato, um sinal afiliativo, ou servir para memorizar o assovio-assinatura dos indivíduos associados (Tyack, 1997). De qualquer forma, a presença de mímica vocal é mais uma evidência de que o desenvolvimento dos contornos dos assovios de golfinho é devido, em grande parte, ao aprendizado vocal (Reiss e McCowan, 1993; McCowan e Reiss, 1995b; Tyack, 1997).

Caldwell *et al.* (1990) relatam que tanto para machos quanto para fêmeas a porcentagem de assovios-assinatura em relação ao total de assovios emitidos diminui conforme a idade do animal aumenta. O número máximo e médio de loops por assovio aumenta conforme a idade do animal aumenta. A modulação de frequência e a duração do assovio também aumentam conforme a idade do animal.

Segundo Wood *et al.* (1970 *apud* Caldwell *et al.*, 1990), alguns animais emitem loops mais rapidamente do que suas próprias normas quando estão altamente excitados.

Caldwell *et al.* (1990) encontraram uma estabilidade nos assovios-assinatura dos golfinhos estudados por eles durante vários anos. Esses resultados sugerem que o assovio-assinatura uma vez estabelecido, permanece constante para golfinhos em grupos cativos. Sayigh *et al.* (1990) encontraram o mesmo resultado em golfinhos *T. truncatus* livres em águas da Flórida. Parece, entretanto, que esses animais podem desenvolver assovios mais complexos com o aumento da idade.

Sayigh *et al.* (1998), em um experimento de “playback” com *T. truncatus* temporariamente aprisionados, demonstraram que esses golfinhos são capazes de discriminar entre assovios de diferentes indivíduos familiares, fato que sugere que os assovios-assinatura são realmente utilizados para reconhecimento individual. Caldwell *et al.* (1971, 1972 *apud* Sayigh *et al.* 1998) já haviam demonstrado similar capacidade de reconhecimento do

assovio-assinatura de indivíduos associados, para um indivíduo em cativeiro desta mesma espécie.

Dados sobre assovios-assinatura e mímica de assovios apontam para um sistema de comunicação altamente dependente de aprendizado e para um sistema social baseado em relacionamentos individualmente específicos (Caldwell *et al.*, 1990). Segundo esses mesmos autores, um entendimento dos fatores que afetam o desenvolvimento dos assovios-assinatura e as diferenças funcionais entre sexos no uso dos assovios pode enriquecer nosso conhecimento das relações sociais e comportamento dos golfinhos.

4 - METODOLOGIA

4.1 - Obtenção das gravações sonoras

Foram analisadas cerca de doze horas de gravação das emissões sonoras do boto *Sotalia fluviatilis* na Baía de Sepetiba, pertencentes ao Laboratório de Bioacústica de Cetáceos da UFRRJ, registrados no período de maio de 1994 à fevereiro de 1999, em vinte e dois diferentes dias.

Essas gravações foram feitas de uma embarcação, parada a aproximadamente 20 metros dos golfinhos. Usou-se um hidrofone (Celesco-LC-10), a profundidade de três metros, acoplado à um pré-amplificador e este à um walkman profissional (Sony WM-D3, 1% de distorção harmônica total, resposta de frequência de 60 a 16000 Hz \pm 3dB, quatro trilhas, dois canais), equipado com fita cassete de óxido de cromo (Sony UCX-S). Nos momentos de gravação, tentava-se a menor interferência possível no comportamento dos

golfinhos. Dessa forma, cada gravação era uma coleção das emissões sonoras de todo o grupo, sem ser possível saber a qual indivíduo pertencia cada emissão.

Paralelamente às gravações dados sobre as condições ambientais (temperatura da água, vento, condição do mar e do tempo.), local e horário das avistagens e observações sobre o grupo de golfinhos avistados (tamanho, comportamento, presença de filhotes) eram anotados em uma ficha de campo e em um mini-gravador portátil. Também eram tiradas fotografias das nadadeiras dorsais dos animais para uma futura fotoidentificação.

As fitas cassete com as gravações foram digitalizadas no Laboratório de Bioacústica de Cetáceos da UFRRJ usando-se um computador (AM K6-II, 266MHz, 98 Mb de RAM, 2 Gb, ZIP drive 100Mb) por meio de uma placa de captura de som SoudBlaster 32P (Creative Labs) e do software Cool Edit Pro 1.2. Posteriormente foram armazenadas em arquivos .WAV de 26 segundos ou três minutos de duração (mono, 16 bits, taxa de amostragem de 44,1 kHz).

4.2 - Análise das gravações sonoras

O software Cool Edit Pro 1.2 foi utilizado para as seguintes análises: a) representação gráfica do sinal sonoro no domínio do tempo (oscilograma); b) representação gráfica do sinal sonoro no domínio da frequência (sonograma); c) análise quantitativa dos parâmetros sonoros. Os parâmetros acústicos foram obtidos por FFT do tipo Blackman-Harris com janela de 1024 pontos.

Análises visuais dos sonogramas de todos os arquivos .WAV produzidos pelas 12 horas de gravação foram realizadas, buscando-se encontrar assovios com loops estereotipados e em seqüências. Toda vez que assovios desse tipo foram observados, a imagem de seus sonogramas foi copiada, salva em arquivo .PCX e identificada por um número código. Decidiu-se padronizar que seriam considerados como loops seqüenciais aqueles que fossem visualmente muito estereotipados (isto é, aqueles que apresentassem uma grande semelhança visual de seus contornos, uma vez que ainda não existe um teste confiável para definir estatisticamente essa semelhança) e cujo intervalo de tempo entre loops não excedesse 2s, características compatíveis com a hipótese do assovio-assinatura. Porém, em raras exceções este intervalo ultrapassou os dois segundos (máximo encontrado 4,3 segundos). Uma vez encontrados assovios multiloops de um determinado contorno, passaram a ser considerados também os assovios formados por um único loop que apresentassem esse mesmo contorno.

De cada um dos assovios selecionados foram obtidos os seguintes parâmetros de caracterização quali-quantitativa: número de loops; presença de loops introdutório e terminal; presença de harmônico ou banda lateral (presença = 1, ausência = 0); duração; freqüências inicial, final, mínima e máxima; número de pontos de inflexão (i. é, mudança no contorno do sonograma); e duração do intervalo entre os loops. Uma vez que o número de loops pode variar entre os assovios, os parâmetros quantitativos foram

medidos apenas no primeiro loop, como uma forma de padronizar os dados obtidos.

4.3 - Separação dos assovios em Tipos

4.3.1 - Método de Observação Visual (OV)

Todos os sonogramas dos assovios selecionados foram impressos. Posteriormente, estes foram por mim agrupados em Tipos, levando-se em conta apenas a semelhança visual do contorno de seus loops. Todas aquelas imagens de assovios em que houvesse alguma dúvida sobre seu contorno, por exemplo devido à interferência de ruído de fundo, ou sobre em qual Tipo classificar, foram retiradas da amostra. Num passo seguinte, os parâmetros quali-quantitativos de cada assovio de cada Tipo foram reunidos em uma planilha eletrônica (MicroSoft Excel 7.0) e, para cada Tipo, foi então calculado o valor mínimo, máximo, médio, o desvio padrão e o coeficiente de variação para todos os parâmetros quantitativos.

Figueiredo (1997) e Pereira (1997) também utilizaram esse método para classificar os assovios encontrados em trinta minutos de gravação sonora de um grupo de *S. fluviatilis* na Baía de Sepetiba, formando, esses dois trabalhos, uma primeira caracterização do repertório deste boto. Por este motivo, os Tipos de assovios obtidos por mim com este método de classificação foram comparados com os resultados destes dois trabalhos, objetivando-se saber se

os assovios estereotipados e seqüenciais são consistentes ou não com o repertório geral da espécie.

Para tal, primeiro foi feita uma comparação visual entre os contornos dos assovios de cada Tipo do presente trabalho e os já descritos como presentes no repertório de *S. fluviatilis* (Figueiredo, 1997; Pereira, 1997). Para aqueles Tipos que apresentaram contornos consideravelmente similares foi, então, feita uma comparação entre os parâmetros quantitativos, usando-se o Teste de Hipótese para Diferenças de Médias. Este teste foi escolhido porque no trabalho de Pereira (1997) estão apresentados apenas a média e o coeficiente de variação dos parâmetros calculados para cada Tipo. Somente os parâmetros duração, freqüência inicial e freqüência final foram utilizados para a realização deste teste, pois eles são os únicos presentes em todos os três trabalhos.

4.3.2 - Método McCowan (técnica CS)

No método apresentado por McCowan (1995) para classificação de assovios de *Tursiops truncatus*, chamado de Técnica da Similaridade do Contorno (Técnica CS), são feitas vinte leituras de freqüência para cada contorno de assovio. As freqüências são obtidas dividindo-se a duração do loop por dezanove, levando-se em conta, portanto, a freqüência inicial e a freqüência final. Este método elimina qualquer diferença imposta pela duração

dos assovios. Todos os assovios são representados pelo mesmo número de variáveis e comparados apenas pela forma de seus contornos.

Essas medidas de frequência são então usada para gerar uma matriz de correlação de Pearson. A Análise de Componentes Principais (PCA) é então realizada sobre esta matriz de correlação para se reduzir o número de variáveis dependentes. Os escores dos autovalores maiores que 1 são então usados em uma Análise de Agrupamento do tipo K-médias, para se definir os diferentes grupos de assovios. Num último passo a Análise Discriminante é usada para testar a consistência dos grupos formados.

Para aplicação dessa técnica nos assovios de *S. fluviatilis* usou-se, ao invés de vinte, apenas quinze pontos de frequência. Isso se deve ao fato de os assovios de *S. fluviatilis* serem consideravelmente mais curtos do que os assovios de *T. truncatus*. Ding (1993) encontrou em sete diferentes populações de *T. truncatus* uma duração média de 0,756 segundos, enquanto que Figueiredo (1997) e Pereira (1997) relatam para *S. fluviatilis* uma média de duração de 0,135 e 0,094 segundos, respectivamente. Portanto a extração de vinte pontos de frequência seria metodologicamente impraticável em assovios de menores durações. Todos os outros passos da Técnica CS foram aplicados nos quinze pontos de frequência tomados sempre do primeiro loop de cada um dos assovios. Uma vez que na descrição da técnica, a autora considera não haver um teste estatístico largamente aceito para determinar o número de grupos em uma análise de agrupamento (McCowan, 1995), eu determinei que seria produzida a resposta que contenha o mesmo número de grupos formados

pelo método de Observação Visual, mais as duas respostas anteriores e as duas posteriores a ela. Portanto foram produzidas todas as soluções onde $n-2 \leq k \leq n+2$, sendo n o número de grupos formados pela Observação Visual e k o número de grupos formados pela Análise de Agrupamento.

A Análise Discriminante foi usada para testar a consistência dos grupos formados pela Técnica CS e daqueles formados pelo método de observação visual. Todas as análises foram feitas utilizando-se os softwares Statistica for Windows 5.1 e Fitopac 1.0 (G. J. Shethard - Unicamp).

Em adição, foi calculado para todos os assovios o coeficiente de modulação de freqüência (COFM). Segundo McCowan e Reiss (1995b) este coeficiente representa o total e a magnitude da mudança de freqüências ao longo de cada assovio. Ele é calculado usando-se os quinze pontos de freqüência medidos de cada assovio.

$$\text{COFM} : \frac{\sum_{n=1}^{14} |y_{n+1} - y_n|}{10} \quad (\text{Adaptado de McCowan e Reiss, 1995b}).$$

onde Y_n = a freqüência em cada um dos quinze pontos de freqüência.

5- RESULTADOS

Um total de 202 assovios estereotipados foram visualmente selecionados das doze horas de gravação do repertório vocal de *Sotalia fluviatilis* na Baía de Sepetiba. Em nenhum desses assovios foi encontrada a presença de loop introdutório, loop terminal ou banda lateral. A presença de harmônicos foi encontrada em 19,3% dos assovios. A maioria, 60,9%, é formada por dois loops; 27,2% são formados por um único loop e 9,4% são formados por 3 loops. Os 2,5% restantes são formados por quatro, cinco ou seis loops. Os valores mínimo, máximo e médio dos parâmetros mensurados para todos os assovios encontram-se na Tabela 1. Em todos os assovios a frequência máxima é igual a frequência final. Em 74% dos assovios a frequência mínima é igual a frequência inicial.

Esses assovios foram encontrados em quinze dos vinte e dois dias de gravação. Os comportamentos dos golfinhos mais freqüentemente encontrados nesses quinze dias foram deslocamento lento (48% das gravações) e pesca, aleatória ou coletiva (30% das gravações).

5.1 - Método de Observação Visual (OV)

Os assovios selecionados foram classificados em vinte e sete grupos ou Tipos, segundo este método. O sonograma típico de cada grupo está representado nas Figuras de 1 a 27. As Tabelas de 2 a 28 apresentam os valores mínimo, máximo e médio dos parâmetros mensurados nos assovios, para cada um dos vinte e sete grupos. De modo geral, as medidas de freqüência apresentam as menores variações (Coeficiente de Variação abaixo de 30%), enquanto que as medidas de duração variam mais (Coeficiente de Variação acima de 30%). A composição de cada grupo pode ser vista na Figura 28.

Dos vinte e sete Tipos classificados, dezessete (44,5% do número total de assovios) são formados por assovios produzidos no mesmo dia de gravação. São eles os tipos A, B, C, D, E, F, G, H, L, M, Q, R, U, V, X, Z e AA. Esses dezessete Tipos são claramente seqüências, pois em apenas quatro deles (Tipos A, R, X e AA) o número médio de loops apresentado não é próximo ou superior a dois. Os assovios formadores de cada um desses Tipos foram produzidos muito próximos um do outro (em média dentro de um espaço de

tempo de dois minutos e dezoito segundos), com exceção dos Tipos E, L, M e AA. Uma vez que no momento da gravação não foi possível definir a identidade dos indivíduos assoviadores, esses dezessete Tipos seriam, portanto, aqueles com maior potencial para serem assovios-assinatura.

A Análise Discriminante, feita com os quinze pontos de frequência medidos para a realização da Técnica CS, mostrou consistência em todos os vinte e sete grupos criados (Tabela 29).

Dos vinte e sete Tipos classificados por mim, dez deles apresentam contornos similares aos observados por Figueiredo (1997) e Pereira (1997). São eles os Tipos J, K, L, M, N, S, T, V, e Y. Um resumo dos resultados obtidos no Teste de Hipótese para Diferença de Médias pode ser visto na Tabela 30. Nenhum desses dez Tipos mostrou-se totalmente similar ou totalmente diferente dos assovios anteriormente descritos para o repertório de *S. fluviatilis*, quanto aos três parâmetros testados. Os outros dezessete Tipos possuem contornos visualmente diferentes daqueles encontrados nos trabalhos anteriormente citados.

5.2- Método McCowan (técnica CS)

A Análise de Componentes Principais, dos quinze pontos de frequência medidos de cada assovio para a reprodução desse método, resultou em três componentes com autovalores maiores que 1,0. Com estes componentes

buscou-se as soluções da Análise de Agrupamento do tipo K-médias, onde $25 \leq k \leq 29$, sendo k é o número de grupos formados pela análise.

A análise destas cinco soluções mostrou discordância com a classificação feita pelo método OV. A resposta $k=28$ foi a que mostrou maior concordância entre os dois métodos em relação àqueles dezessete grupos potencialmente formados por assovio assinatura (Figura 30). Mesmo assim, apenas dois grupos formados pelo método de Observação Visual (Tipos E e H) foram efetivamente reconhecidos pela técnica CS. Sete grupos de assovios potencialmente assinatura (Tipos D, F, M, Q, R, U e Z) foram misturados a outros assovios, porém seus componentes permaneceram unidos. Os oito grupos restantes tiveram seus componentes separados e misturados a outros assovios.

A Análise Discriminante mostrou consistência em todos os grupos formados nas cinco soluções analisadas. Na Tabela 31 encontra-se o resultado dessa análise para a resposta $k=28$.

5.3 - Outros assovios

Além dos 202 assovios selecionados, foram encontrados no repertório de *S. fluviatilis* dezenove seqüências de um tipo de assovio formado por duas componentes simultâneas (Figura 31 e Tabela 32). Não existe relação de harmônico entre estas componentes. Em nove desses assovios, a componente de posição superior no sonograma inicia-se antes da componente de posição

inferior (em média nove milisegundos antes). Em três casos, ambas iniciam-se simultaneamente e nos sete assovios restantes a componente superior inicia-se após a componente inferior (em média nove milisegundos após). De maneira geral a componente de posição inferior é a que possui maior energia, porém em alguns assovios essa situação se inverte ou então não é possível descobrir qual é a componente de maior energia devido à interferência de barulho de fundo. Por estes motivos, a possibilidade de tratar-se de um assovio com banda lateral não pode ser confirmada e, portanto, esse tipo de assovio foi retirado da amostra usada na aplicação das técnicas de classificação e serão analisados separadamente.

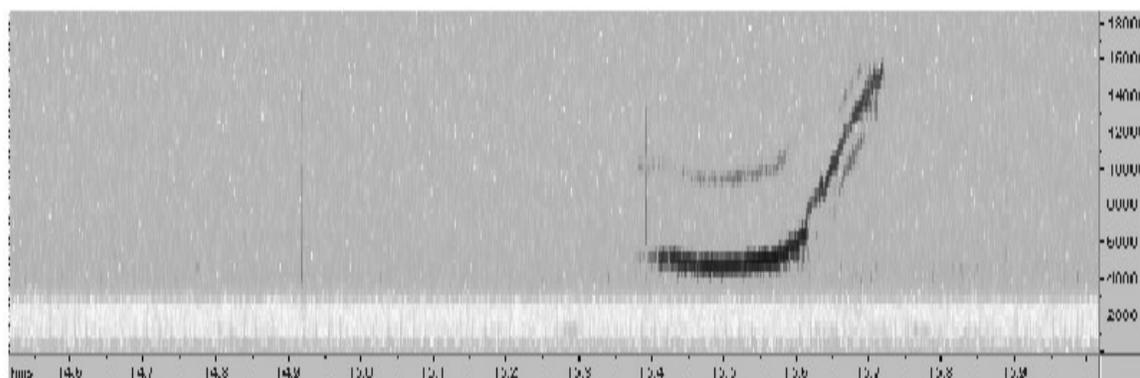


Figura 1. Sonograma típico dos assovios do tipo A.

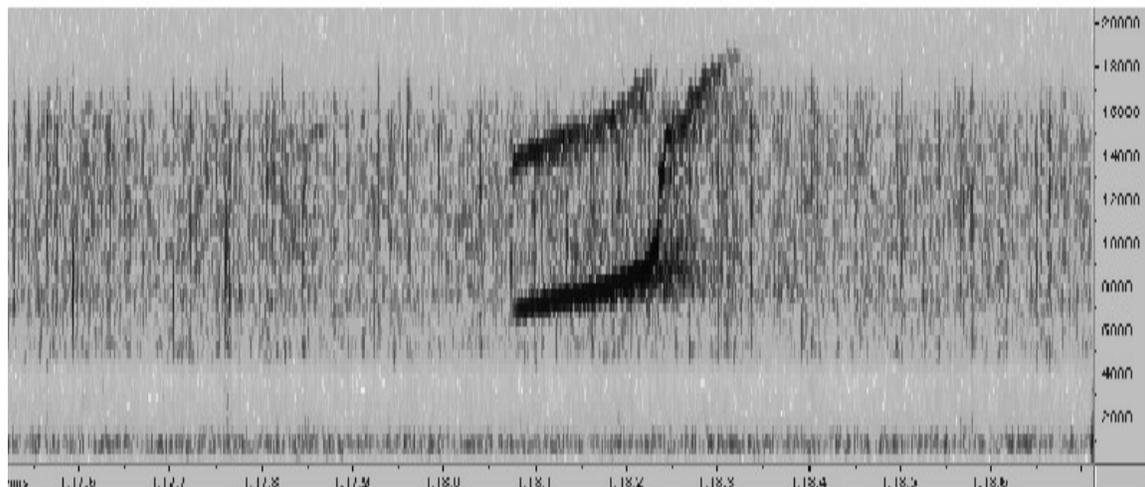


Figura 2. Sonograma típico dos assovios do tipo B.

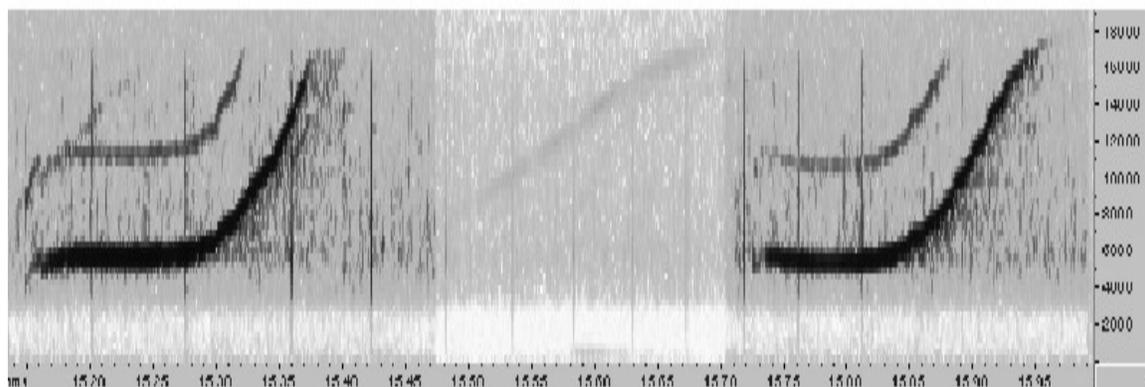


Figura 3. Sonograma típico dos assovios do tipo C.

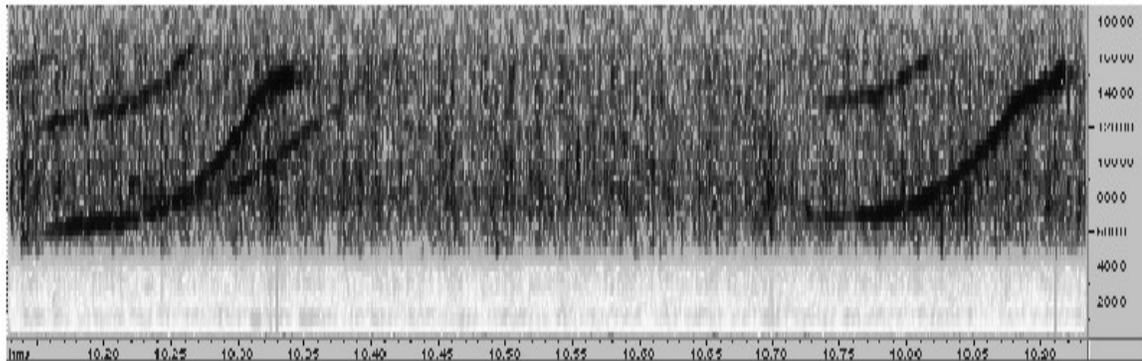


Figura 3. Sonograma típico dos assovios do tipo D.

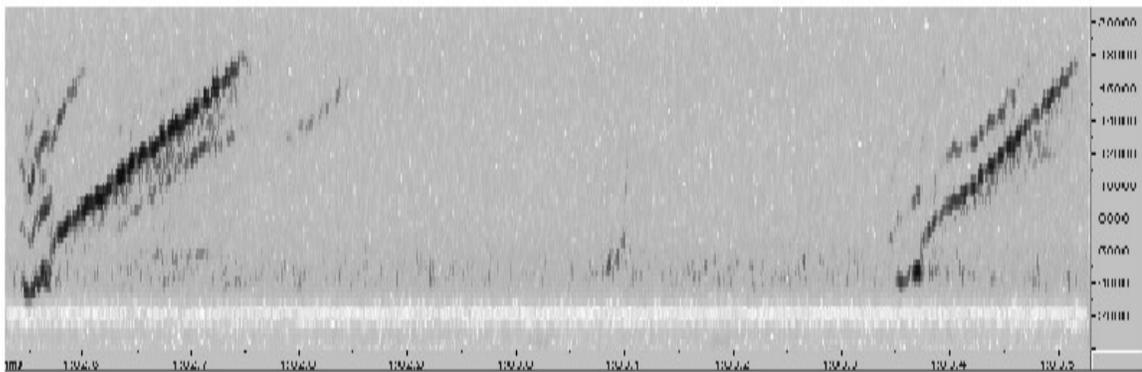


Figura 4. Sonograma típico dos assovios do tipo E.

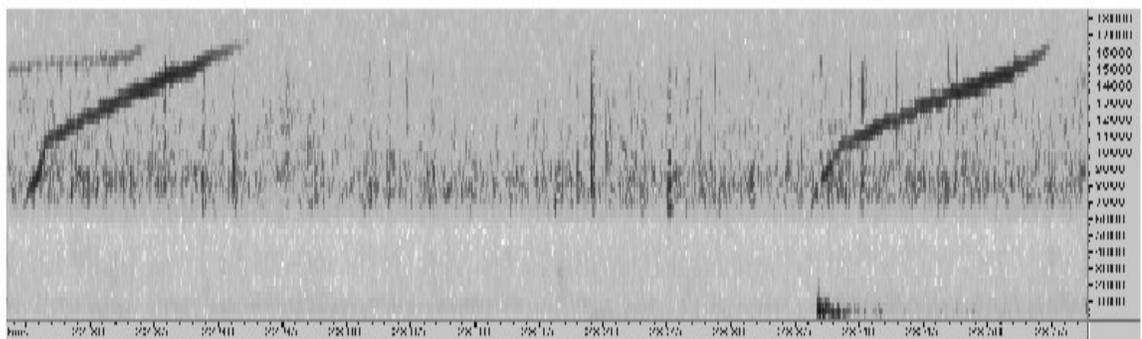


Figura 5. Sonograma típico dos assovios do tipo F.

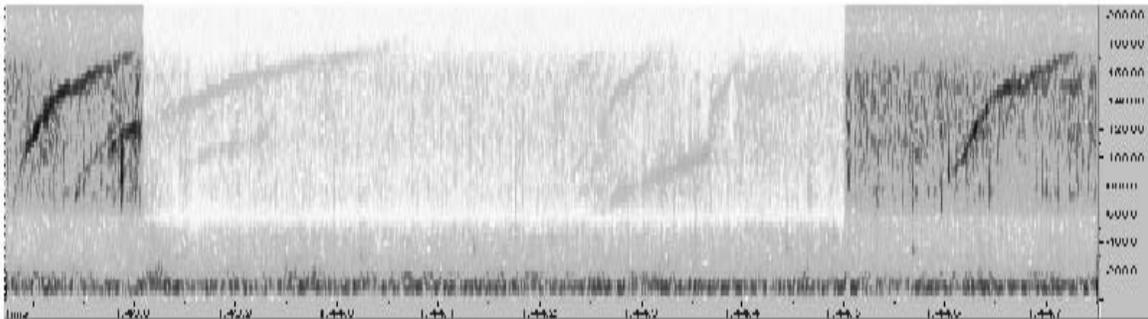


Figura 7. Sonograma típico dos assovios do tipo G.

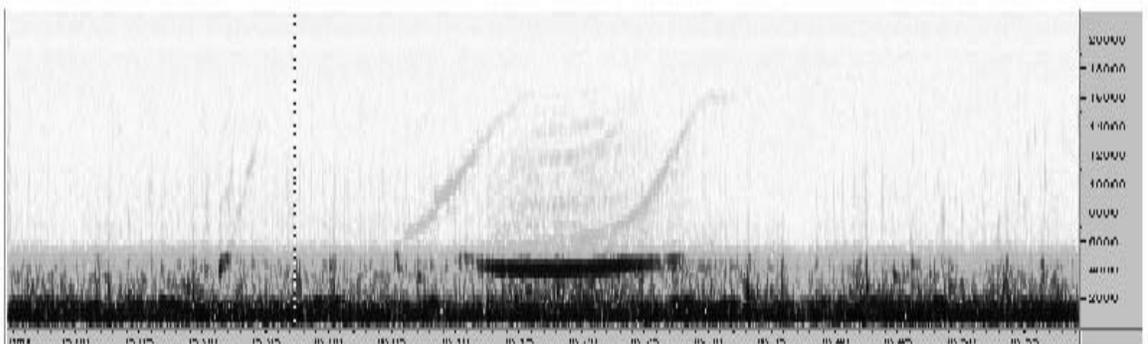


Figura 8. Sonograma típico dos assovios do tipo H.

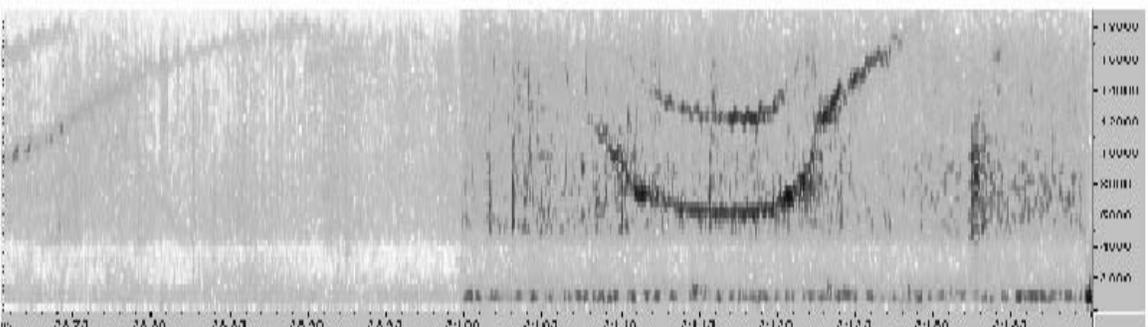


Figura 9. Sonograma típico dos assovios do tipo I.

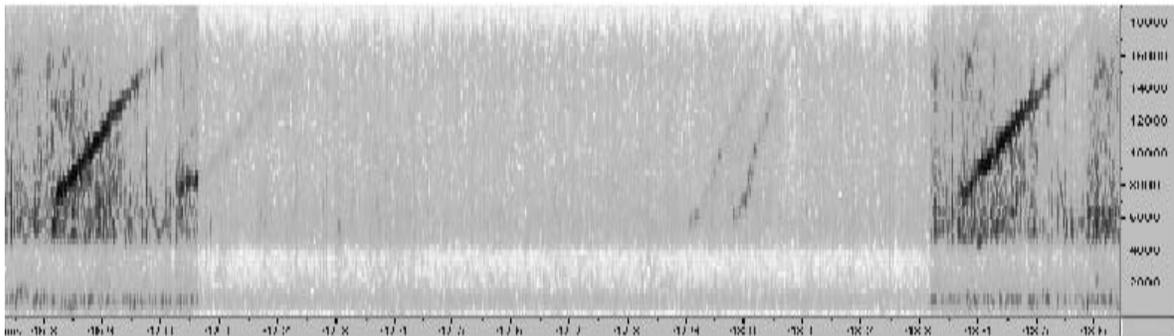


Figura 10. Sonograma típico dos assovios do tipo J.

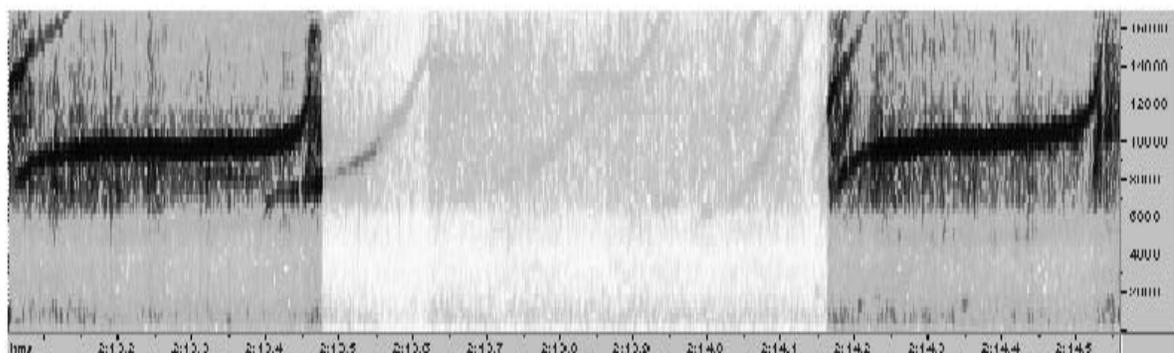


Figura 11. Sonograma típico dos assovios do tipo K.

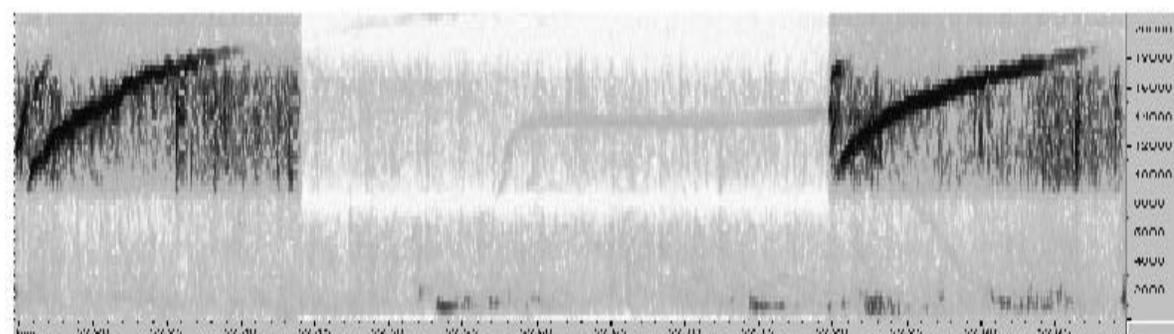


Figura 12. Sonograma típico dos assovios do tipo L.

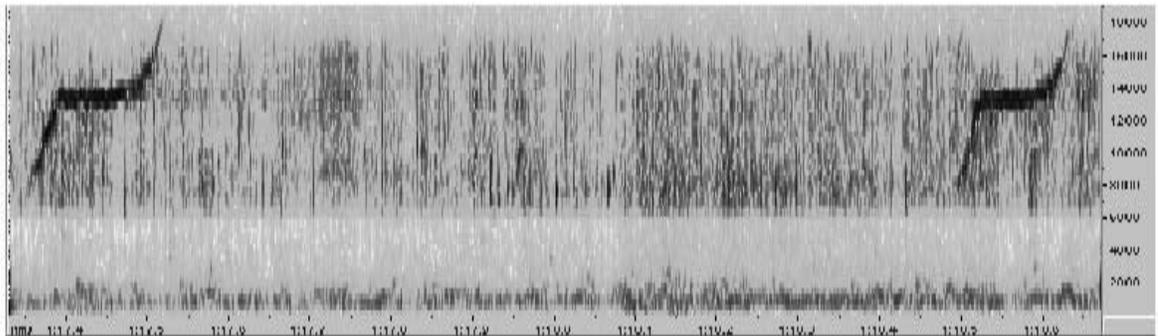


Figura 13. Sonograma típico dos assovios do tipo M.

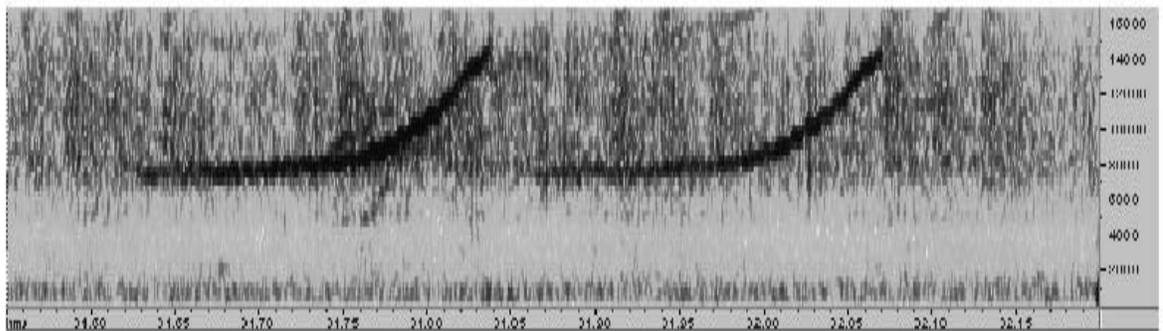


Figura 14. Sonograma típico dos assovios do tipo N.

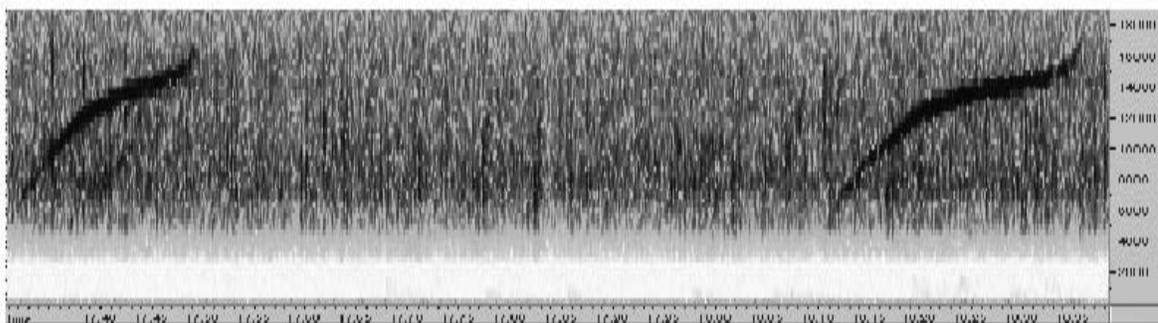


Figura 15. Sonograma típico dos assovios do tipo O.

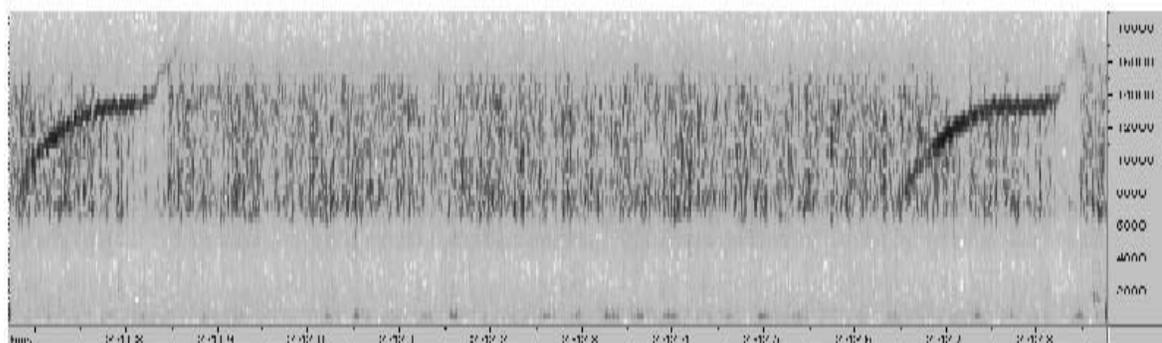


Figura 16. Sonograma típico dos assovios do tipo P.

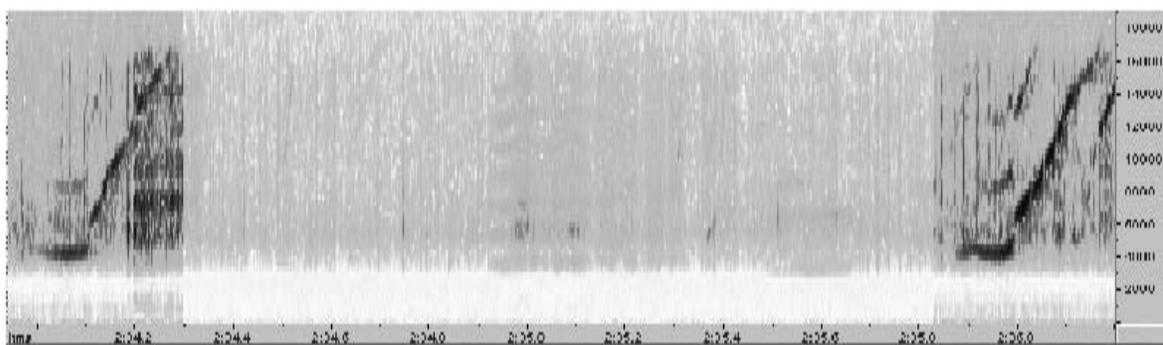


Figura 17. Sonograma típico dos assovios do tipo Q.

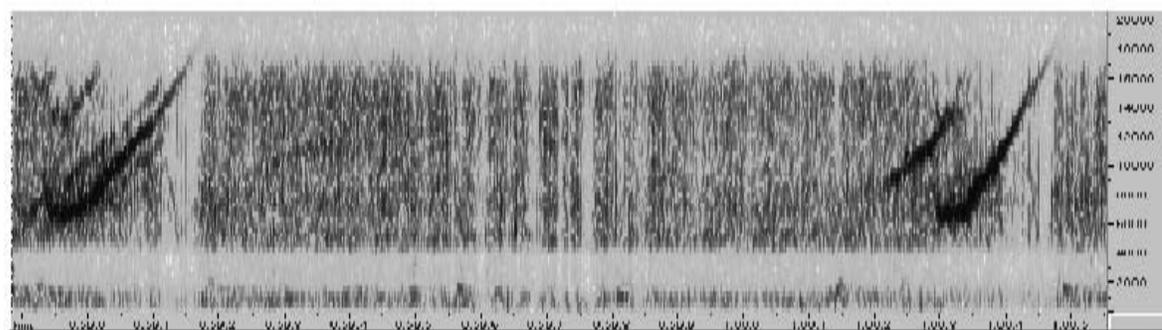


Figura 18. Sonograma típico dos assovios do tipo R.

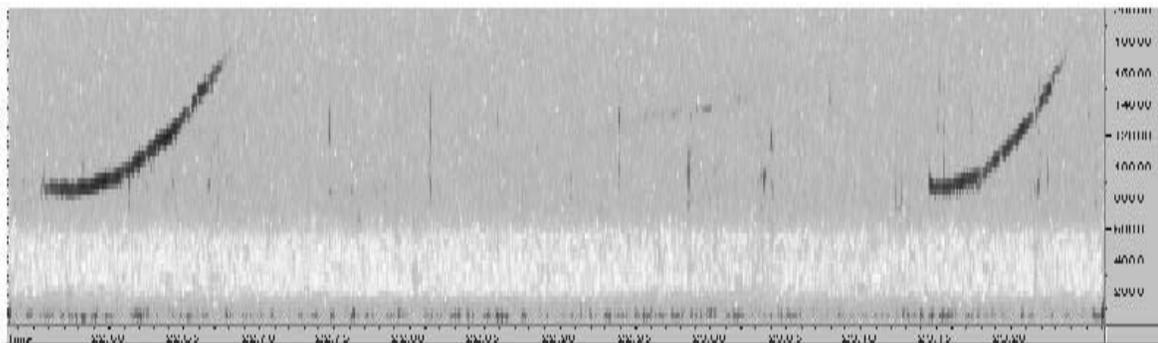


Figura 19. Sonograma típico dos assovios do tipo S.

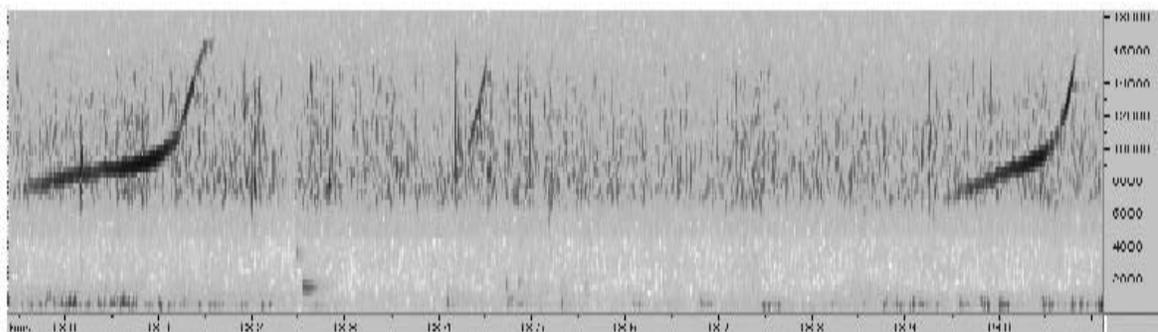


Figura 20. Sonograma típico dos assovios do tipo T.

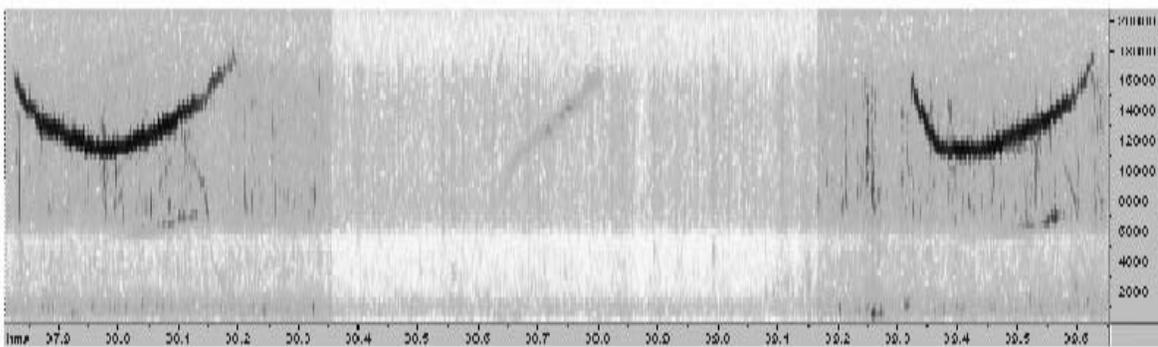


Figura 21. Sonograma típico dos assovios do tipo U.

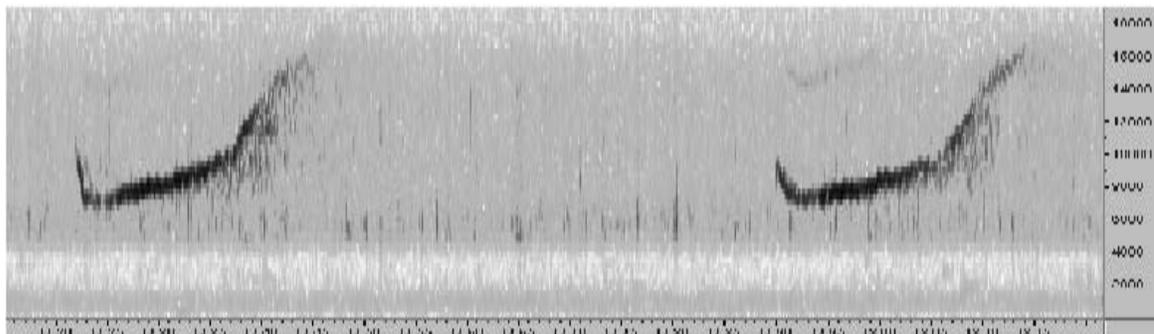


Figura 22. Sonograma típico dos assovios do tipo V.

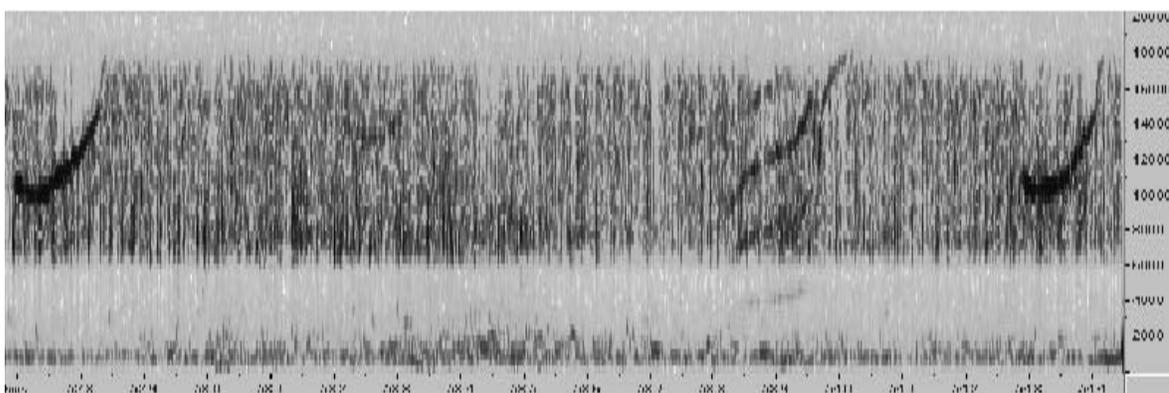


Figura 23. Sonograma típico dos assovios do tipo W.

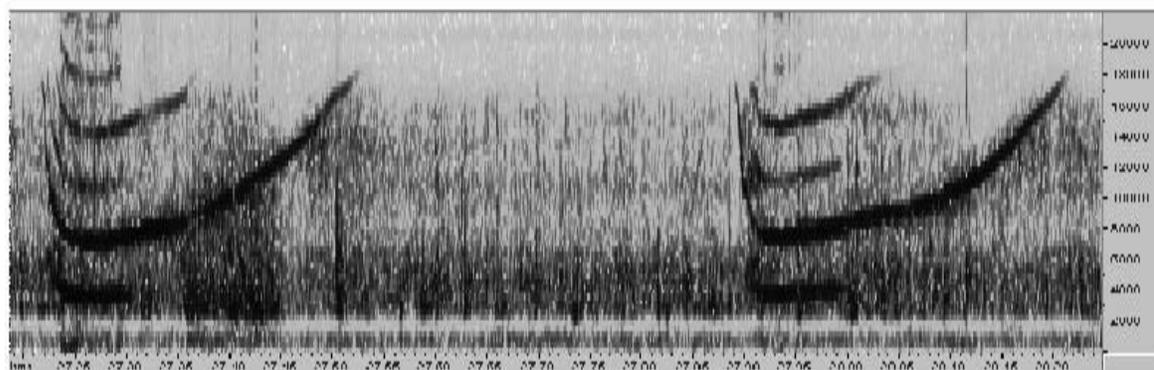


Figura 24. Sonograma típico dos assovios do tipo X.

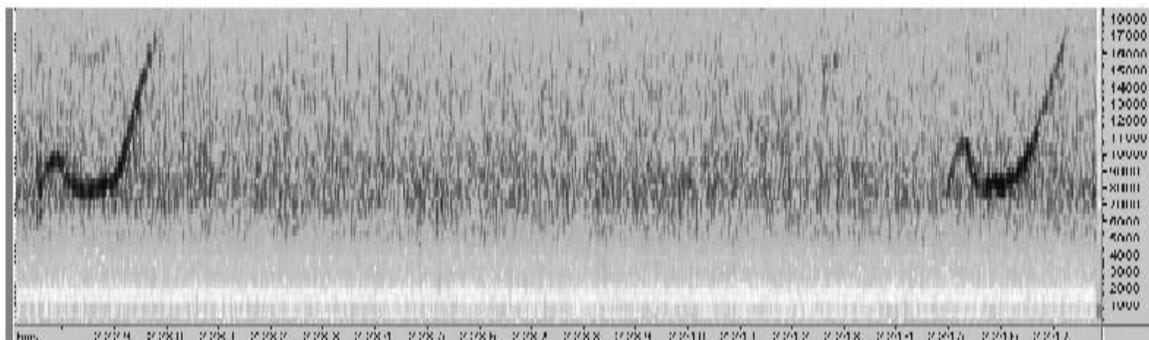


Figura 25. Sonograma típico dos assovios do tipo Y.

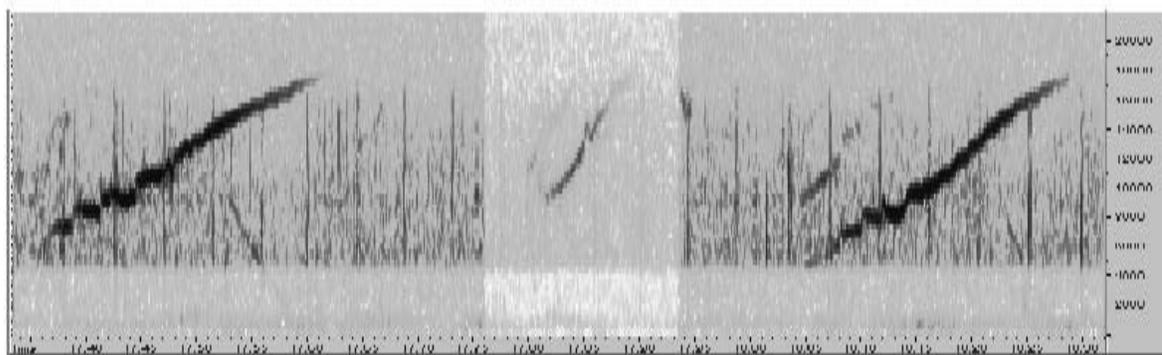


Figura 26. Sonograma típico dos assovios do tipo Z.

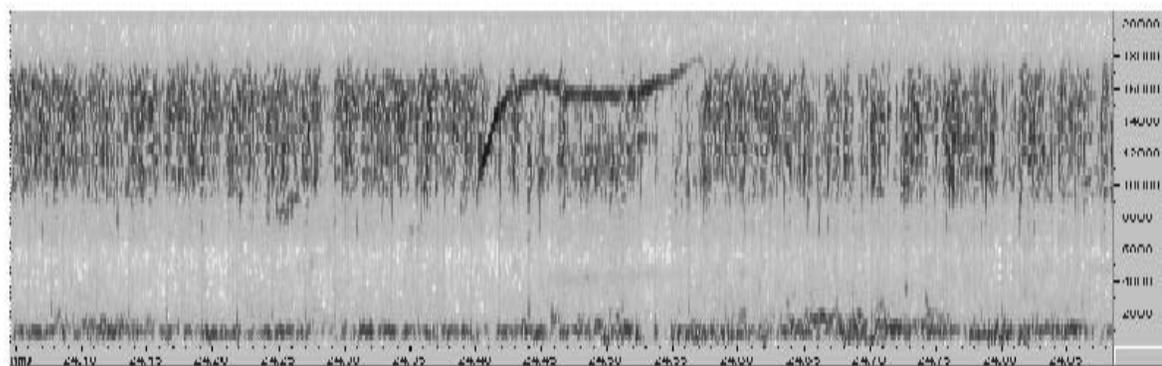


Figura 27. Sonograma típico dos assovios do tipo AA.

Tabela 1. Caracterização quantitativa dos 202 assovios selecionados.

	Duração	Fi (kHz)	Ff (kHz)	Fmi (kHz)	Fma (kHz)	In Lo (s)	Nº de inflexões	Nº de Loops	COFM
MÍNIMO	0,064	2,0	4,4	2,0	4,4	0,018	0,0	1,0	0,06
MÁXIMO	0,450	17,5	18,6	14,5	18,6	4,363	4,0	6,0	2,02
MÉDIA	0,202	8,5	16,5	7,8	16,5	0,924	1,5	1,9	0,98
DP	0,072	2,81	2,24	2,17	2,24	0,75	1,10	0,6	0,29
CV	35,53	33,36	13,55	28,02	13,55	81,90	71,06	34,01	29,59

Fi=Freqüência inicial, Ff=Freqüência final, Fmi=Freqüência mínima, Fma=Freqüência máxima, In Lo=Intervalo entre loops, Harm.=Harmônico, D.P.= Desvio Padrão, C.V.=Coeficiente de Variação.

Tabela 2. Caracterização quantitativa dos assovios do Tipo A.

	Duração (s)	Fi (kHz)	Ff (kHz)	Fmi (kHz)	Fma (kHz)	In Lo (s)	Harm.	Nº de inflexões	Nº de Loops	COFM
MÁXIMO	0,343	6,5	15,8	6,0	15,8	2,250	0,0	2,0	2,0	0,94
MÍNIMO	0,237	5,1	14,2	5,0	14,2	1,056	0,0	2,0	1,0	1,20
MÉDIA	0,286	6,1	15,2	5,6	15,2	1,653	0,0	2,0	1,2	1,09
D.P.	0,037	0,42	0,45	0,36	0,45	0,844	0,0	0,0	0,4	0,07
C.V.	13,04	6,82	2,99	6,43	2,99	51,08	0,00	0,00	33,36	6,42

Fi=Freqüência inicial, Ff=Freqüência final, Fmi=Freqüência mínima, Fma=Freqüência máxima, In Lo=Intervalo entre loops, Harm.=Harmônico, D.P.= Desvio Padrão, C.V.=Coeficiente de Variação. Amostra=12assovios.

Tabela 3. Caracterização quantitativa dos assovios do Tipo B.

	Duração (s)	Fi (kHz)	Ff (kHz)	Fmi (kHz)	Fma (kHz)	In Lo (s)	Harm.	Nº de inflexões	Nº de Loops	COFM
MÁXIMO	0,251	8,0	18,2	8,0	18,2	2,699	1,0	3,0	3,0	0,93
MÍNIMO	0,098	6,5	16,5	6,5	16,5	0,496	1,0	3,0	1,0	1,15
MÉDIA	0,180	7,2	17,9	7,2	17,9	1,631	1,0	3,0	1,8	1,07
D.P.	0,065	0,53	0,67	0,53	0,67	1,045	0,0	0,0	0,8	0,09
C.V.	36,09	7,30	3,75	7,30	3,75	64,09	0,00	0,00	41,06	8,41

Fi=Freqüência inicial, Ff=Freqüência final, Fmi=Freqüência mínima, Fma=Freqüência máxima, In Lo=Intervalo entre loops, Harm.=Harmônico, D.P.= Desvio Padrão, C.V.=Coeficiente de Variação. Amostra=6 assovios.

Tabela 4. Caracterização quantitativa dos assovios do Tipo C.

	Duração (s)	Fi (kHz)	Ff (kHz)	Fmi (kHz)	Fma (kHz)	In Lo (s)	Harm.	Nº de inflexões	Nº de Loops	COFM
MÁXIMO	0,324	4,8	17,5	4,8	17,5	4,363	1,0	2,0	3,0	1,20
MÍNIMO	0,192	3,8	4,5	3,8	4,5	0,244	1,0	2,0	1,0	1,35
MÉDIA	0,258	4,3	15,4	4,3	15,4	1,097	1,0	2,0	2,1	1,28
D.P.	0,053	0,36	4,43	0,36	4,43	1,485	0,0	0,0	0,7	0,05
C.V.	20,58	8,44	28,71	8,44	28,71	135,36	0,00	0,00	32,20	3,91

Fi=Freqüência inicial, Ff=Freqüência final, Fmi=Freqüência mínima, Fma=Freqüência máxima, In Lo=Intervalo entre loops, Harm.=Harmônico, D.P.= Desvio Padrão, C.V.=Coeficiente de Variação. Amostra=7 assovios.

Tabela 5. Caracterização quantitativa dos assovios do Tipo D.

	Duração (s)	Fi (kHz)	Ff (kHz)	Fmi (kHz)	Fma (kHz)	In Lo (s)	Harm.	Nº de inflexões	Nº de Loops	COFM
MÁXIMO	0,204	6,2	15,2	6,2	15,2	0,459	1,0	2,0	2,0	0,83
MÍNIMO	0,145	5,8	14,5	5,8	14,5	0,380	1,0	2,0	1,0	0,93
MÉDIA	0,168	6,1	14,8	6,1	14,8	0,418	1,0	2,0	1,8	0,87
D.P.	0,021	0,16	0,23	0,16	0,23	0,033	0,0	0,0	0,4	0,04
C.V.	12,63	2,72	1,57	2,72	1,57	7,91	0,00	0,00	22,27	4,60

Fi=Freqüência inicial, Ff=Freqüência final, Fmi=Freqüência mínima, Fma=Freqüência máxima, In Lo=Intervalo entre loops, Harm.=Harmônico, D.P.= Desvio Padrão, C.V.=Coeficiente de Variação. Amostra=6 assovios.

Tabela 6. Caracterização quantitativa dos assovios do Tipo E.

	Duração (s)	Fi (kHz)	Ff (kHz)	Fmi (kHz)	Fma (kHz)	In Lo (s)	Harm.	Nº de inflexões	Nº de Loops	COFM
MÁXIMO	0,240	2,6	18,0	2,6	18,0	0,924	0,0	1,0	4,0	1,52
MÍNIMO	0,184	2,0	17,2	2,0	17,2	0,616	0,0	1,0	3,0	1,54
MÉDIA	0,212	2,3	17,6	2,3	17,6	0,770	0,0	1,0	3,5	1,53
D.P.	0,040	0,42	0,57	0,42	0,57	0,218	0,0	0,0	0,7	0,01
C.V.	18,68	18,45	3,21	18,45	3,21	28,28	0,00	0,00	20,20	0,65

Fi=Freqüência inicial, Ff=Freqüência final, Fmi=Freqüência mínima, Fma=Freqüência máxima, In Lo=Intervalo entre loops, Harm.=Harmônico, D.P.= Desvio Padrão, C.V.=Coeficiente de Variação. Amostra=2 assovios.

Tabela 7. Caracterização quantitativa dos assovios do Tipo F.

	Duração (s)	Fi (kHz)	Ff (kHz)	Fmi (kHz)	Fma (kHz)	In Lo (s)	Harm.	Nº de inflexões	Nº de Loops	COFM
MÁXIMO	0,179	6,8	17,5	6,8	17,5	0,481	0,0	1,0	2,0	1,07
MÍNIMO	0,144	6,5	17,2	6,5	17,2	0,444	0,0	1,0	2,0	1,07
MÉDIA	0,162	6,7	17,4	6,7	17,4	0,463	0,0	1,0	2,0	1,07
D.P.	0,025	0,21	0,21	0,21	0,21	0,026	0,0	0,0	0,0	0,00
C.V.	15,32	3,19	1,22	3,19	1,22	5,66	0,00	0,00	0,00	0,00

Fi=Freqüência inicial, Ff=Freqüência final, Fmi=Freqüência mínima, Fma=Freqüência máxima, In Lo=Intervalo entre loops, Harm.=Harmônico, D.P.= Desvio Padrão, C.V.=Coeficiente de Variação. Amostra=2 assovios.

Tabela 8. Caracterização quantitativa dos assovios do Tipo G.

	Duração (s)	Fi (kHz)	Ff (kHz)	Fmi (kHz)	Fma (kHz)	In Lo (s)	Harm.	Nº de inflexões	Nº de Loops	COFM
MÁXIMO	0,143	9,0	18,3	9,0	18,3	0,805	0,0	1,0	2,0	0,84
MÍNIMO	0,113	8,0	17,4	8,0	17,4	0,463	0,0	1,0	2,0	1,00
MÉDIA	0,127	8,4	17,8	8,4	17,8	0,612	0,0	1,0	2,0	0,93
D.P.	0,015	0,51	0,47	0,51	0,47	0,175	0,0	0,0	0,0	0,08
C.V.	11,98	6,08	2,66	6,08	2,66	28,63	0,00	0,00	0,00	8,60

Fi=Freqüência inicial, Ff=Freqüência final, Fmi=Freqüência mínima, Fma=Freqüência máxima, In Lo=Intervalo entre loops, Harm.=Harmônico, D.P.= Desvio Padrão, C.V.=Coeficiente de Variação. Amostra=3 assovios.

Tabela 9. Caracterização quantitativa dos assovios do Tipo H.

	Duração (s)	Fi (kHz)	Ff (kHz)	Fmi (kHz)	Fma (kHz)	In Lo (s)	Harm.	Nº de inflexões	Nº de Loops	COFM
MÁXIMO	0,214	4,8	4,8	4,1	4,8	4,363	0,0	0,0	2,0	0,06
MÍNIMO	0,177	4,4	4,4	3,9	4,4	2,303	0,0	0,0	1,0	0,14
MÉDIA	0,194	4,5	4,5	4,1	4,5	3,178	0,0	0,0	1,8	0,09
D.P.	0,016	0,20	0,20	0,10	0,20	1,065	0,0	0,0	0,5	0,04
C.V.	8,09	4,44	4,44	2,47	4,44	33,50	0,00	0,00	28,57	44,44

Fi=Freqüência inicial, Ff=Freqüência final, Fmi=Freqüência mínima, Fma=Freqüência máxima, In Lo=Intervalo entre loops, Harm.=Harmônico, D.P.= Desvio Padrão, C.V.=Coeficiente de Variação. Amostra=4 assovios.

Tabela 10. Caracterização quantitativa dos assovios do Tipo I.

	Duração (s)	Fi (kHz)	Ff (kHz)	Fmi (kHz)	Fma (kHz)	In Lo (s)	Harm.	Nº de inflexões	Nº de Loops	COFM
MÁXIMO	0,276	11,6	18,0	6,5	18,0	0,460	1,0	3,0	2,0	1,15
MÍNIMO	0,180	7,0	15,5	5,5	15,5	0,371	1,0	3,0	1,0	1,70
MÉDIA	0,221	8,6	17,5	5,8	17,5	0,416	1,0	3,0	1,3	1,49
D.P.	0,043	1,65	0,96	0,42	0,96	0,063	0,0	0,0	0,5	0,19
C.V.	19,40	19,07	5,49	7,28	5,49	15,15	0,00	0,00	38,73	12,75

Fi=Freqüência inicial, Ff=Freqüência final, Fmi=Freqüência mínima, Fma=Freqüência máxima, In Lo=Intervalo entre loops, Harm.=Harmônico, D.P.= Desvio Padrão, C.V.=Coeficiente de Variação. Amostra=6 assovios.

Tabela 11. Caracterização quantitativa dos assovios do Tipo J.

	Duração (s)	Fi (kHz)	Ff (kHz)	Fmi (kHz)	Fma (kHz)	In Lo (s)	Harm.	Nº de inflexões	Nº de Loops	COFM
MÁXIMO	0,326	14,1	18,4	14,1	18,4	2,681	0,0	0,0	4,0	0,42
MÍNIMO	0,064	6,2	14,9	6,2	14,9	0,325	0,0	0,0	2,0	1,08
MÉDIA	0,161	8,8	16,9	8,8	16,9	0,903	0,0	0,0	2,3	0,83
D.P.	0,056	1,63	0,96	1,63	0,96	0,541	0,0	0,0	0,6	0,15
C.V.	34,77	18,51	5,70	18,51	5,70	59,95	0,00	0,00	24,36	18,07

Fi=Freqüência inicial, Ff=Freqüência final, Fmi=Freqüência mínima, Fma=Freqüência máxima, In Lo=Intervalo entre loops, Harm.=Harmônico, D.P.= Desvio Padrão, C.V.=Coeficiente de Variação. Amostra=38 assovios.

Tabela 12. Caracterização quantitativa dos assovios do Tipo K.

	Duração (s)	Fi (kHz)	Ff (kHz)	Fmi (kHz)	Fma (kHz)	In Lo (s)	Harm.	Nº de inflexões	Nº de Loops	COFM
MÁXIMO	0,408	11,4	17,8	11,4	17,8	1,621	0,0	2,0	2,0	0,61
MÍNIMO	0,214	7,6	13,7	7,6	13,7	0,534	0,0	2,0	1,0	0,65
MÉDIA	0,282	9,7	16,0	9,7	16,0	0,956	0,0	2,0	1,8	0,63
D.P.	0,088	1,57	1,69	1,57	1,69	0,583	0,0	0,0	0,5	0,02
C.V.	31,09	16,26	10,60	16,26	10,60	60,92	0,00	0,00	28,57	3,17

Fi=Freqüência inicial, Ff=Freqüência final, Fmi=Freqüência mínima, Fma=Freqüência máxima, In Lo=Intervalo entre loops, Harm.=Harmônico, D.P.= Desvio Padrão, C.V.=Coeficiente de Variação. Amostra=4 assovios.

Tabela 13. Caracterização quantitativa dos assovios do Tipo L.

	Duração (s)	Fi (kHz)	Ff (kHz)	Fmi (kHz)	Fma (kHz)	In Lo (s)	Harm.	Nº de inflexões	Nº de Loops	COFM
MÁXIMO	0,255	10,6	18,4	10,6	18,4	0,749	0,0	0,0	2,0	0,73
MÍNIMO	0,101	6,2	15,8	6,2	15,8	0,4	0,0	0,0	2,0	0,96
MÉDIA	0,151	9,0	17,5	9,0	17,5	0,537	0,0	0,0	2,0	0,85
D.P.	0,057	1,52	0,96	1,52	0,96	0,165	0,0	0,0	0,0	0,11
C.V.	37,77	16,84	5,49	16,84	5,49	30,70	0,00	0,00	0,00	12,94

Fi=Freqüência inicial, Ff=Freqüência final, Fmi=Freqüência mínima, Fma=Freqüência máxima, In Lo=Intervalo entre loops, Harm.=Harmônico, D.P.= Desvio Padrão, C.V.=Coeficiente de Variação. Amostra=6 assovios.

Tabela 14. Caracterização quantitativa dos assovios do Tipo M.

	Duração (s)	Fi (kHz)	Ff (kHz)	Fmi (kHz)	Fma (kHz)	In Lo (s)	Harm.	Nº de inflexões	Nº de Loops	COFM
MÁXIMO	0,165	10,3	17,9	10,3	17,9	0,971	0,0	2,0	2,0	0,72
MÍNIMO	0,093	8,9	17,0	8,9	17,0	0,656	0,0	2,0	1,0	0,86
MÉDIA	0,122	9,6	17,5	9,6	17,5	0,777	0,0	2,0	1,8	0,80
D.P.	0,035	0,57	0,37	0,57	0,37	0,170	0,0	0,0	0,5	0,06
C.V.	28,39	5,95	2,11	5,95	2,11	21,84	0,00	0,00	28,57	7,50

Fi=Freqüência inicial, Ff=Freqüência final, Fmi=Freqüência mínima, Fma=Freqüência máxima, In Lo=Intervalo entre loops, Harm.=Harmônico, D.P.= Desvio Padrão, C.V.=Coeficiente de Variação. Amostra=4 assovios.

Tabela 15. Caracterização quantitativa dos assovios do Tipo N.

	Duração (s)	Fi (kHz)	Ff (kHz)	Fmi (kHz)	Fma (kHz)	In Lo (s)	Harm.	Nº de inflexões	Nº de Loops	COFM
MÁXIMO	0,319	8,8	17,0	8,8	17,0	0,106	0,0	1,0	2,0	0,74
MÍNIMO	0,216	6,9	14,8	6,9	14,8	0,018	0,0	1,0	1,0	0,96
MÉDIA	0,253	7,8	16,4	7,8	16,4	0,050	0,0	1,0	1,6	0,86
D.P.	0,047	0,86	0,93	0,86	0,93	0,049	0,0	0,0	0,5	0,10
C.V.	18,72	10,92	5,65	10,92	5,65	98,48	0,00	0,00	34,23	11,63

Fi=Freqüência inicial, Ff=Freqüência final, Fmi=Freqüência mínima, Fma=Freqüência máxima, In Lo=Intervalo entre loops, Harm.=Harmônico, D.P.= Desvio Padrão, C.V.=Coeficiente de Variação. Amostra=5 assovios.

Tabela 16. Caracterização quantitativa dos assovios do Tipo O.

	Duração (s)	Fi (kHz)	Ff (kHz)	Fmi (kHz)	Fma (kHz)	In Lo (s)	Harm.	Nº de inflexões	Nº de Loops	COFM
MÁXIMO	0,233	6,9	17,6	6,9	17,6	1,018	0,0	2,0	2,0	0,97
MÍNIMO	0,110	4,4	16,6	4,4	16,6	0,073	0,0	2,0	2,0	1,26
MÉDIA	0,175	5,9	17,2	5,9	17,2	0,615	0,0	2,0	2,0	1,13
D.P.	0,040	1,12	0,36	1,12	0,36	0,304	0,0	0,0	0,0	0,11
C.V.	23,07	18,88	2,10	18,88	2,10	49,44	0,00	0,00	0,00	9,73

Fi=Freqüência inicial, Ff=Freqüência final, Fmi=Freqüência mínima, Fma=Freqüência máxima, In Lo=Intervalo entre loops, Harm.=Harmônico, D.P.= Desvio Padrão, C.V.=Coeficiente de Variação. Amostra=6 assovios.

Tabela 17. Caracterização quantitativa dos assovios do Tipo P.

	Duração (s)	Fi (kHz)	Ff (kHz)	Fmi (kHz)	Fma (kHz)	In Lo (s)	Harm.	Nº de inflexões	Nº de Loops	COFM
MÁXIMO	0,359	11,2	18,2	11,2	18,2	2,814	0,0	2,0	3,0	0,56
MÍNIMO	0,112	6,2	16,2	6,2	16,2	0,465	0,0	2,0	1,0	1,13
MÉDIA	0,219	8,4	17,2	8,4	17,2	1,054	0,0	2,0	2,0	0,85
D.P.	0,056	1,28	0,51	1,28	0,51	0,571	0,0	0,0	0,6	0,14
C.V.	25,80	15,20	3,00	15,20	3,00	54,19	0,00	0,00	28,74	16,47

Fi=Freqüência inicial, Ff=Freqüência final, Fmi=Freqüência mínima, Fma=Freqüência máxima, In Lo=Intervalo entre loops, Harm.=Harmônico, D.P.= Desvio Padrão, C.V.=Coeficiente de Variação. Amostra=23 assovios.

Tabela 18. Caracterização quantitativa dos assovios do Tipo Q.

	Duração (s)	Fi (kHz)	Ff (kHz)	Fmi (kHz)	Fma (kHz)	In Lo (s)	Harm.	Nº de inflexões	Nº de Loops	COFM
MÁXIMO	0,282	4,4	15,0	4,4	15,0	1,613	0,0	2,0	2,0	1,04
MÍNIMO	0,181	4,3	14,8	4,3	14,8	1,062	0,0	2,0	1,0	1,07
MÉDIA	0,238	4,3	14,9	4,3	14,9	1,338	0,0	2,0	1,7	1,05
D.P.	0,052	0,06	0,12	0,06	0,12	0,390	0,0	0,0	0,6	0,02
C.V.	21,74	1,33	0,78	1,33	0,78	29,13	0,00	0,00	34,64	1,90

Fi=Freqüência inicial, Ff=Freqüência final, Fmi=Freqüência mínima, Fma=Freqüência máxima, In Lo=Intervalo entre loops, Harm.=Harmônico, D.P.= Desvio Padrão, C.V.=Coeficiente de Variação. Amostra=3 assovios.

Tabela 19. Caracterização quantitativa dos assovios do Tipo R.

	Duração (s)	Fi (kHz)	Ff (kHz)	Fmi (kHz)	Fma (kHz)	In Lo (s)	Harm.	Nº de inflexões	Nº de Loops	COFM
MÁXIMO	0,226	6,8	17,8	6,8	17,8	1,122	0,0	1,0	3,0	1,06
MÍNIMO	0,224	6,7	17,4	6,7	17,4	1,122	0,0	1,0	1,0	1,11
MÉDIA	0,225	6,8	17,6	6,8	17,6	1,122	0,0	1,0	2,0	1,09
D.P.	0,001	0,07	0,28	0,07	0,28	0,000	0,0	0,0	1,4	0,04
C.V.	0,63	1,05	1,61	1,05	1,61	0,00	0,00	0,00	70,71	3,67

Fi=Freqüência inicial, Ff=Freqüência final, Fmi=Freqüência mínima, Fma=Freqüência máxima, In Lo=Intervalo entre loops, Harm.=Harmônico, D.P.= Desvio Padrão, C.V.=Coeficiente de Variação. Amostra=2 assovios.

Tabela 20. Caracterização quantitativa dos assovios do Tipo S.

	Duração (s)	Fi (kHz)	Ff (kHz)	Fmi (kHz)	Fma (kHz)	In Lo (s)	Harm.	Nº de inflexões	Nº de Loops	COFM
MÁXIMO	0,175	8,9	17,2	8,9	17,2	0,620	0,0	1,0	2,0	0,80
MÍNIMO	0,094	6,0	14,5	6,0	14,5	0,346	0,0	1,0	2,0	0,86
MÉDIA	0,132	8,0	16,3	8,0	16,3	0,473	0,0	1,0	2,0	0,83
D.P.	0,034	1,36	1,22	1,36	1,22	0,112	0,0	0,0	0,0	0,03
C.V.	25,56	16,91	7,51	16,91	7,51	23,76	0,00	0,00	0,00	3,61

Fi=Freqüência inicial, Ff=Freqüência final, Fmi=Freqüência mínima, Fma=Freqüência máxima, In Lo=Intervalo entre loops, Harm.=Harmônico, D.P.= Desvio Padrão, C.V.=Coeficiente de Variação. Amostra=4 assovios.

Tabela 21. Caracterização quantitativa dos assovios do Tipo T.

	Duração (s)	Fi (kHz)	Ff (kHz)	Fmi (kHz)	Fma (kHz)	In Lo (s)	Harm.	Nº de inflexões	Nº de Loops	COFM
MÁXIMO	0,242	7,5	18,4	7,5	18,4	1,479	0,0	1,0	3,0	0,90
MÍNIMO	0,081	5,0	16,4	5,0	16,4	0,597	0,0	1,0	1,0	1,22
MÉDIA	0,170	6,6	17,2	6,6	17,2	1,000	0,0	1,0	2,0	1,06
D.P.	0,065	0,99	0,69	0,99	0,69	0,351	0,0	0,0	0,6	0,12
C.V.	38,49	15,00	4,00	15,00	4,00	35,10	0,00	0,00	31,62	11,32

Fi=Freqüência inicial, Ff=Freqüência final, Fmi=Freqüência mínima, Fma=Freqüência máxima, In Lo=Intervalo entre loops, Harm.=Harmônico, D.P.= Desvio Padrão, C.V.=Coeficiente de Variação. Amostra=6 assovios.

Tabela 22. Caracterização quantitativa dos assovios do Tipo U.

	Duração (s)	Fi (kHz)	Ff (kHz)	Fmi (kHz)	Fma (kHz)	In Lo (s)	Harm.	Nº de inflexões	Nº de Loops	COFM
MÁXIMO	0,450	17,5	18,2	12,5	18,2	1,129	0,0	2,0	2,0	1,05
MÍNIMO	0,222	15,5	17,8	12,0	17,8	0,221	0,0	2,0	1,0	1,26
MÉDIA	0,352	16,5	18,0	12,1	18,0	0,821	0,0	2,0	1,8	1,16
D.P.	0,095	1,00	0,21	0,25	0,21	0,520	0,0	0,0	0,5	0,11
C.V.	26,96	6,04	1,14	2,06	1,14	63,30	0,00	0,00	28,57	9,48

Fi=Freqüência inicial, Ff=Freqüência final, Fmi=Freqüência mínima, Fma=Freqüência máxima, In Lo=Intervalo entre loops, Harm.=Harmônico, D.P.= Desvio Padrão, C.V.=Coeficiente de Variação. Amostra=4 assovios.

Tabela 23. Caracterização quantitativa dos assovios do Tipo V.

	Duração (s)	Fi (kHz)	Ff (kHz)	Fmi (kHz)	Fma (kHz)	In Lo (s)	Harm.	Nº de inflexões	Nº de Loops	COFM
MÁXIMO	0,236	10,3	17,0	7,5	17,0	0,496	1,0	3,0	2,0	0,86
MÍNIMO	0,159	7,9	13,8	6,5	13,8	0,046	1,0	3,0	1,0	1,18
MÉDIA	0,203	9,1	15,0	6,9	15,0	0,337	1,0	3,0	1,6	1,01
D.P.	0,027	0,85	1,00	0,32	1,00	0,253	0,0	0,0	0,5	0,13
C.V.	13,47	9,28	6,66	4,62	6,66	74,87	0,00	0,00	31,85	12,87

Fi=Freqüência inicial, Ff=Freqüência final, Fmi=Freqüência mínima, Fma=Freqüência máxima, In Lo=Intervalo entre loops, Harm.=Harmônico, D.P.= Desvio Padrão, C.V.=Coeficiente de Variação. Amostra=8 assovios.

Tabela 24. Caracterização quantitativa dos assovios do Tipo W.

	Duração (s)	Fi (kHz)	Ff (kHz)	Fmi (kHz)	Fma (kHz)	In Lo (s)	Harm.	Nº de inflexões	Nº de Loops	COFM
MÁXIMO	0,191	13,4	18,2	10,7	18,2	2,480	0,0	2,0	3,0	0,60
MÍNIMO	0,103	10,6	14,8	9,0	14,8	0,387	0,0	2,0	1,0	1,15
MÉDIA	0,144	12,2	17,0	10,0	17,0	1,442	0,0	2,0	1,4	0,95
D.P.	0,026	0,83	1,08	0,45	1,08	1,047	0,0	0,0	0,7	0,14
C.V.	18,02	6,79	6,32	4,56	6,32	72,58	0,00	0,00	46,98	14,74

Fi=Freqüência inicial, Ff=Freqüência final, Fmi=Freqüência mínima, Fma=Freqüência máxima, In Lo=Intervalo entre loops, Harm.=Harmônico, D.P.= Desvio Padrão, C.V.=Coeficiente de Variação. Amostra=25 assovios.

Tabela 25. Caracterização quantitativa dos assovios do Tipo X.

	Duração (s)	Fi (kHz)	Ff (kHz)	Fmi (kHz)	Fma (kHz)	In Lo (s)	Harm.	Nº de inflexões	Nº de Loops	COFM
MÁXIMO	0,374	17,0	18,2	8,0	18,2	0,467	1,0	2,0	2,0	1,33
MÍNIMO	0,318	12,0	16,2	7,4	16,2	0,368	1,0	2,0	1,0	2,02
MÉDIA	0,341	14,8	17,3	7,6	17,3	0,429	1,0	2,0	1,5	1,72
D.P.	0,025	2,08	0,67	0,22	0,67	0,053	0,0	0,0	0,5	0,24
C.V.	7,39	14,02	3,87	2,85	3,87	12,40	0,00	0,00	36,51	13,95

Fi=Freqüência inicial, Ff=Freqüência final, Fmi=Freqüência mínima, Fma=Freqüência máxima, In Lo=Intervalo entre loops, Harm.=Harmônico, D.P.= Desvio Padrão, C.V.=Coeficiente de Variação. Amostra=6 assovios.

Tabela 26. Caracterização quantitativa dos assovios do Tipo Y.

	Duração (s)	Fi (kHz)	Ff (kHz)	Fmi (kHz)	Fma (kHz)	In Lo (s)	Harm.	Nº de inflexões	Nº de Loops	COFM
MÁXIMO	0,306	8,6	18,2	8,6	18,2	4,1	0,0	3,0	2,0	1,12
MÍNIMO	0,176	4,8	13,6	4,8	13,6	1,5	0,0	3,0	1,0	1,94
MÉDIA	0,243	6,9	16,3	6,9	16,3	2,5	0,0	3,0	1,6	1,50
D.P.	0,054	1,57	1,66	1,57	1,66	1,39	0,0	0,0	0,5	0,30
C.V.	22,06	22,88	10,20	22,88	10,20	56,15	0,00	0,00	34,23	20,00

Fi=Freqüência inicial, Ff=Freqüência final, Fmi=Freqüência mínima, Fma=Freqüência máxima, In Lo=Intervalo entre loops, Harm.=Harmônico, D.P.= Desvio Padrão, C.V.=Coeficiente de Variação. Amostra=5 assovios.

Tabela 27. Caracterização quantitativa dos assovios do Tipo Z.

	Duração (s)	Fi (kHz)	Ff (kHz)	Fmi (kHz)	Fma (kHz)	In Lo (s)	Harm.	Nº de inflexões	Nº de Loops	COFM
MÁXIMO	0,269	7,5	18,2	7,5	18,2	0,500	0,0	1,0	3,0	1,04
MÍNIMO	0,192	5,6	17,5	5,6	17,5	0,422	0,0	1,0	1,0	1,26
MÉDIA	0,237	6,8	17,8	6,8	17,8	0,466	0,0	1,0	2,1	1,13
D.P.	0,027	0,65	0,23	0,65	0,23	0,025	0,0	0,0	0,7	0,08
C.V.	11,45	9,55	1,29	9,55	1,29	5,41	0,00	0,00	32,20	7,08

Fi=Freqüência inicial, Ff=Freqüência final, Fmi=Freqüência mínima, Fma=Freqüência máxima, In Lo=Intervalo entre loops, Harm.=Harmônico, D.P.= Desvio Padrão, C.V.=Coeficiente de Variação. Amostra=7 assovios.

Tabela 28. Caracterização quantitativa dos assovios do Tipo AA.

	Duração (s)	Fi (kHz)	Ff (kHz)	Fmi (kHz)	Fma (kHz)	In Lo (s)	Harm.	Nº de inflexões	Nº de Loops	COFM
MÍNIMO	0,253	14,5	18,6	14,5	18,6	1,615	0,0	4,0	2,0	0,47
MÁXIMO	0,120	9,2	15,0	9,2	15,0	0,670	0,0	4,0	1,0	1,00
MÉDIA	0,162	11,3	17,6	11,3	17,6	1,084	0,0	4,0	1,4	0,75
DP	0,046	2,02	1,27	2,02	1,27	0,48	0,0	0,0	0,5	0,21
CV	28,40	17,79	7,21	17,79	7,21	44,58	0,00	0,00	37,42	28,00

Fi=Freqüência inicial, Ff=Freqüência final, Fmi=Freqüência mínima, Fma=Freqüência máxima, In Lo=Intervalo entre loops, Harm.=Harmônico, D.P.= Desvio Padrão, C.V.=Coeficiente de Variação. Amostra=7 assovios.

Tabela 29. Sumário da Análise Discriminante para os 27 grupos formados pelo método de Observação Visual.

Sumário da Análise Discriminante

Nº de variáveis no modelo: 15; Grupos: 27

Wilks' Lambda: ,00000 approx. F (405,2145)=9,6551 **p<0,0000**

Variável	p-level
FI	0,000
F1	0,000
F2	0,070
F3	0,002
F4	0,000
F5	0,000
F6	0,946
F7	0,000
F8	0,000
F9	0,235
F10	0,604
F11	0,869
F12	0,015
F13	0,001
FF	0,000

Tabela 30. Resumo do Teste de Hipótese para Diferenças de Médias (teste T, $\alpha = 5\%$)

GRUPOS	Duração	Freq. Inicial	Freq. Final	Graus de Liberdade
Tipo J x Tipo 1.1* (n=33) (n=417)	≠	=	≠	Normal(**)
Tipo K x Tipo 3.1* (n=4) (n=5)	≠	=	=	7
Tipo L x Tipo 2.2* (n=6) (n=17)	=	=	≠	21
Tipo M x Tipo 3.2* (n=4) (n=17)	≠	=	≠	19
Tipo N x Tipo 2.5* (n=5) (n=23)	=	=	≠	26
Tipo S x Tipo 2.4* (n=4) (n=44)	=	≠	=	46
Tipo T x Tipo 2.1* (n=6) (n=23)	≠	=	≠	27
Tipo V x Tipo 3.3.7** (n=3) (n=4)	=	≠	=	5
Tipo W x Tipo 3.1.1** (n=25) (n=63)	≠	=	≠	86
Tipo Y x Tipo 2.5.1** (n=5) (n=2)	≠	=	=	5

- de figueiredo (1997); ** de Pereira (1997); =: não há diferença significativa entre as médias; ≠: há diferença significativa entre as médias. (***) Tamanho de amostra suficientemente grande para considerarmos como uma Distribuição Normal (sem grau de liberdade).

Tabela 31. Sumário da Análise Discriminante para os 28 grupos formados pelo método de McCowan.

Variável	p-level
FI	0,000
F1	0,000
F2	0,018
F3	0,011
F4	0,006
F5	0,000
F6	0,620
F7	0,001
F8	0,251
F9	0,000
F10	0,767
F11	0,007
F12	0,164
F13	0,466
FF	0,000

Tabela 32. Caracterização quantitativas dos assovios formado por duas componentes simultâneas.

	Componente inferior						Componente superior						In Lo	N° de Loops
	Duração (s)	Fi (kHz)	Ff (kHz)	Fmi (kHz)	Fma (kHz)	N° de inflexões	Duração (s)	Fi (kHz)	Ff (kHz)	Fmi (kHz)	Fma (kHz)	N° de inflexões		
MÁXIMO	0,278	5,1	18,2	5,1	18,2	2,0	0,170	11,7	18,0	11,7	18	1,0	1,8	4,0
MÍNIMO	0,098	3,4	16,2	3,4	16,2	2,0	0,052	5,8	15,5	5,8	15,5	1,0	0,6	1,0
MÉDIA	0,186	4,1	17,4	4,1	17,4	2,0	0,109	8,5	16,9	8,5	16,9	1,0	0,9	1,6
DP	0,059	0,39	0,61	0,39	0,61	0,00	0,039	1,93	0,73	1,93	0,73	0,00	0,4	0,85
CV	31,58	9,66	3,52	9,66	3,52	0,00	35,31	22,82	4,30	22,82	4,30	0,00	47,20	53,82

Fi=Freqüência inicial, Ff=Freqüência final, Fmi=Freqüência mínima, Fma=Freqüência máxima, In Lo=Intervalo entre loops, Harm.=Harmônico, D.P.= Desvio Padrão, C.V.=Coeficiente de Variação. Amostra=19 assovios.

Figura 28 .Classificação dos assovios usando o método de Observação Visual. Cada número representa um assovio em particular. Os Tipos com maior potencial para serem assovio-assinatura estão em negrito.

Figura 29. Classificação dos assovios conforme o método McCowan ($k=28$). Cada número representa um assovio particular. Os Tipos de assovios considerados com maior potencial de serem assinatura pelo método de Observação Visual estão em negrito. Aqueles que foram divididos pela técnica estão envolvidos por retângulos com o mesmo tipo de linha.

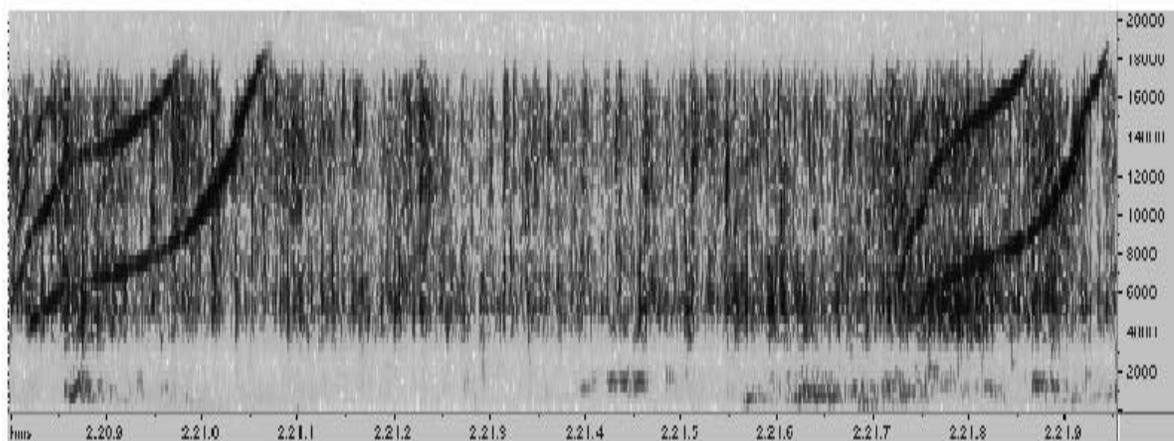


Figura 30. Sonograma típico dos assovios formados por duas componentes simultâneas.

6 - DISCUSSÃO

A grande maioria dos estudos feitos sobre assovio-assinatura de golfinhos foram realizados com animais em cativeiro ou temporariamente aprisionados em largas redes em áreas rasas (ver Caldwell *et al.*, 1990 e Sayigh *et al.*, 1990 como exemplos). Desta forma era garantida a identidade do indivíduo emissor de cada assovio. Smolker *et al.* (1993), fizeram uma das primeiras tentativas de se estabelecer a presença e função de assovio-assinatura em *T. truncatus* totalmente livres. As gravações sonoras eram feitas a partir de um pequeno barco simultaneamente a observações focais de filhotes ou pares mãe-filhote, pois estes sempre deslocam-se sozinhos ou, quando separados um do outro, como indivíduos solitários. Desta forma, qualquer assovio relativamente alto era assumido como sendo de um dos membros do par. A determinação da fonte assoviadora era feita

correlacionando dados da presença/ausência dos tipos de assovio gravados com presença/ausência dos filhotes. Assim, os autores conseguiram determinar a existência de assovio-assinatura para cinco diferentes filhotes de *T. truncatus* em ambiente natural. Esses assovios encaixam-se perfeitamente na hipótese do assovio-assinatura de Caldwell e Caldwell (1965), pois são visualmente estereotipados, individuais e produzidos repetidamente em séries. Herzing (1996) gravou o comportamento aquático e os sons de *T. truncatus* e *Stenella frontalis* interagindo livres nas águas das Bahamas, usando uma câmera subaquática e um hidrofone. A identificação do golfinho vocalizador era feita quando a emissão visível de bolhas era sincronizada com a vocalização e quando o golfinho estava sozinho próximo à aparelhagem de gravação. A presença de assovios assinatura foi observada nas duas espécies durante comportamentos de corte e durante a separação de filhotes ou jovens de seus associados.

No trabalho realizado por mim não foi possível, em nenhum momento, estabelecer o indivíduo fonte de cada assovio, devido a alguns fatores. Em primeiro lugar a alta turbidez da água da Baía de Sepetiba não permite um fácil acompanhamento dos animais e muito menos a utilização de gravações visuais subaquáticas. Segundo, em praticamente todos os momentos de gravação sonora os grupos de golfinhos encontrados eram grandes (em média trinta e nove indivíduos), com os grupos menores compreendendo cerca de seis indivíduos. Em raras ocasiões um par mãe-filhote foi visto se deslocando separadamente de outros golfinhos, e quando isto ocorreu não foi possível

gravar as emissões, por problemas técnicos. Esta parece não ser uma característica da espécie (da Silva e Best, 1996), mas um comportamento típico da Baía de Sepetiba (Simão, comunicação pessoal). E em terceiro lugar, a embarcação utilizada durante o estudo não permitia uma aproximação maior que vinte metros, devido ao seu tamanho, e gravações simultâneas ao funcionamento do motor poderiam danificar o hidrofone. A utilização de uma embarcação diferente, que permitisse uma maior proximidade e gravação sonora com o barco em movimento para perseguição de um animal focal, não foi buscada porque estes momentos de pesquisa não tinham como objetivo exclusivo as emissões sonoras, mas também análises comportamentais e fotoidentificação. Portanto tais interferências no comportamento normal do grupo de golfinhos não poderiam ocorrer.

Desta forma, das três características que identificam o assovio-assinatura, quais sejam, contorno esterotipado, loops seqüenciais e individualidade (Caldwell e Caldwell, 1990), apenas podemos usar as duas primeiras com o objetivo de averiguar a presença de tais tipos de emissões sonoras no repertório de *S. fluviatilis*. Seguindo essas características, foi possível encontrar 202 seqüências de assovios possivelmente assinatura.

A análise visual do sonograma dos assovios, conjugada ou não com a audição em baixa velocidade dessas emissões, tem sido largamente utilizada como método de classificação de assovios de golfinhos (Caldwell e Caldwell, 1965, 1971, 1972; Caldwell *et al.*, 1973, 1990; Tyack 1986; Janik *et al.*, 1994; Janik e Slater, 1998; Sayigh *et al.*, 1990, 1995; e Smolker *et al.*, 1993, por

exemplo). Em Janik e Slater (1998), a classificação de 2.472 assovios, provenientes de um grupo de quatro *T. truncatus* cativos, foi feita por esse método, sem que o observador conhecesse o contexto de produção das emissões ou a identidade do golfinho emissor. Notou-se então a presença de quatro contornos muito estereotipados e que eram freqüentemente produzidos em seqüências (menos de 500 ms de intervalo entre os loops). Nenhum dos tipos de contornos menos estereotipados formavam tais assovios multiloops. A análise posterior dos contextos em que cada emissão foi produzida, mostrou então que cada golfinho usou um assovio estereotipado diferente quando estava nadando em separado do grupo. Como em estudos anteriores o assovio-assinatura era o tipo de assovio mais freqüente para cada indivíduo quando ele estava isolado, os autores então concluíram que estes assovios eram os assovios-assinatura dos indivíduos em estudo.

Em meu estudo, uma metodologia similar foi utilizada para o boto *S. fluviatilis*: observação visual de contornos de assovios sem o conhecimento da identidade dos animais emissores e dos contextos de produção das emissões. Vinte e sete tipos de assovios muito estereotipados em seus contornos foram percebidos pelo observador. Esses tipos de assovios também se apresentaram em seqüências. Em média, o intervalo de tempo entre um loop e outro foi bastante próximo a um segundo, o que seria um valor bem maior que o determinado por Janik e Slater (1998) e outros autores. Porém meu estudo foi conduzido com animais totalmente livres, condição completamente diferente do

cativeiro, onde a frequência e a probabilidade de ocorrência de vários componentes comportamentais podem mudar (Tavolga, 1983).

Uma vez que no presente estudo não foi possível se estabelecer a identidade do golfinho emissor de cada assovio, há a impossibilidade de se confirmar se estes assovios selecionados tratam-se realmente de assovios-assinatura. Porém alguns fatores fornecem indícios fortes nesta direção. Primeiro, a maioria dos Tipos classificados são formados por assovios produzidos durante um mesmo dia de gravação e, em geral, muito próximos entre si, o que aumenta a possibilidade de se tratar de um único animal assoviador para cada Tipo. Segundo, a proposta de Caldwell e Caldwell (1965) é que o assovio-assinatura é um tipo de sinal acústico usado para transmitir a identidade e a localização do golfinho para associados. Para Tyack (1997), o assovio assinatura pode, por exemplo, permitir que indivíduos mantenham-se em contato um com o outro quando um grupo de golfinhos se dispersa para alimentação, ou quando um golfinho se aproxima do grupo. Smouker *et al.* (1993) observaram que filhotes livres de *T. truncatus* emitem seus assovios-assinatura muito mais frequentemente quando se deslocam em direção às suas mães. No presente estudo, os assovios selecionados como possíveis assovios-assinatura foram gravados em 78% das vezes quando os golfinhos estavam se deslocando ou pescando, fato que é consistente com a função proposta para tal tipo de emissão (observa-se porém, que esses foram os tipos de comportamentos mais frequentemente observados durante o estudo). Terceiro, Simão *et al.* (2000), ao iniciarem a formação de um catálogo de

fotoidentificação para *S. fluviatilis* na Baía de Sepetiba, observaram que em 16% das avistagens realizadas dois indivíduos já identificados aparecem juntos no mesmo grupo, o que indica a possibilidade de existir algum tipo de afinidade por parceiros entre esses animais. Segundo Beecher (1989), para um animal poder formar relacionamentos individualmente específicos, ele deve ser capaz de reconhecer sinais assinatura individualmente distintos. Até o presente momento tudo indica que, para golfinhos, esse tipo de sinal seria o assovio-assinatura (Tyack, 1997). E finalmente, a comparação dos Tipos de assovios selecionados no presente trabalho com os dados presentes na literatura, mostrou que esses assovios não destoam completamente do repertório anteriormente descrito para essa espécie (Figueiredo, 1997; Pereira, 1997) e que as diferenças encontradas - diferentes formas de contorno e diferenças quantitativas nos parâmetros analisados - são suficientes para carregar a informação assinatura (Caldwell *et al.*, 1990).

Ding (1993), comparando assovios entre populações e entre espécies, também observou a repetição de alguns assovios idênticos no repertório do ecotipo fluvial de *S. fluviatilis*. Portanto, os resultados obtidos por mim, juntamente com os observados por Ding, indicam que *S. fluviatilis*, assim como outras espécies de odontocetos, apresenta esse tipo de emissão sonora relacionada com o reconhecimento individual. Estudos posteriores, que confirmem a individualidade desses assovios são necessários para a comprovação dessa hipótese.

McCowan e Reiss (1995b) calcularam o COFM de assovios pertencentes a dez indivíduos adultos de *T. truncatus* cativos, porém de grupos sociais diferentes, e encontrou uma média geral para todos os assovios analisados de 0,88 (DP=0,27). No presente estudo, o cálculo desse mesmo coeficiente para todos os 202 assovios da amostra forneceu uma média geral de 0,98 (DP=0,29). Este resultado mostra que, apesar de os assovios do boto *S. fluviatilis* apresentarem duração consideravelmente menor do que os de *T. truncatus*, eles apresentam um grau semelhante de complexidade.

Para Caldwell *et al.* (1990), os assovios-assinatura compõem a grande maioria dos assovios produzidos pelos golfinhos (em 120 indivíduos estudados a média geral foi de 94% do repertório formado por assovios-assinatura). Portanto, a amostra de apenas 202 seqüências de assovios possivelmente assinatura do presente trabalho pode ser considerada pequena dentro de um universo de doze horas de gravação, onde o número de golfinhos por grupo era, em geral, grande. Essa amostra pequena deve-se, principalmente, a dois fatores. Primeiro, como descrito na Metodologia, só foram utilizados nas análises aqueles assovios sobre os quais não houvesse nenhuma dúvida quanto a forma do contorno ou quanto a sua classificação. Desta forma, um grande número de seqüências cujos loops sofreram interferência de ruído de fundo, ou que não possuíssem energia suficiente, foram desconsiderados. Segundo, no trabalho de Caldwell *et al.* (1990) a gravação sonora foi feita principalmente quando os golfinhos estavam isolados no tanque, condições em que o repertório dos animais pode ser limitado (McCowan e Reiss, 1995). Tyack

(1986), por exemplo, encontrou em dois indivíduos de *T. truncatus* cativos, porém nadando e interagindo livremente entre si, assovios-assinatura em porcentagens de 67% e 40%, respectivamente. Para Janik *et al.* (1994), o assovio-assinatura é produzido em todos os contextos comportamentais, porém é muito mais freqüente quando o golfinho encontra-se isolado. Uma vez que o presente trabalho foi realizado com golfinhos livres, com o mínimo de interferência possível em seus comportamentos normais, já era esperado um número menor de assovios-assinatura, dentro do repertório geral dos animais, do que o descrito na literatura.

O contorno do assovio tipo J (Figura 10) foi descrito na literatura como bastante freqüente no repertório de outras espécies, tanto em cativeiro quanto em liberdade (Dreher, 1961; Dreher e Evans, 1964; Sjare e Smith, 1986; Moore e Ridgway, 1995; e McCowan e Reiss, 1995). Este é um contorno bastante simples, sem nenhum ponto de inflexão ou harmônicos (Tabela 11). Segundo Dreher e Evans (1964) e McCowan e Reiss (1995) este contorno é o mais freqüente no repertório de todos os *T. truncatus* por eles estudados. Este contorno também foi o encontrado com mais freqüência no repertório de *S. fluviatilis* na Baía de Sepetiba (Figueiredo, 1997). No presente estudo, ele também foi o tipo de assovio mais freqüente, encontrado em onze dias diferentes de gravação, e numeroso, com trinta e oito assovios no total. Talvez, por estes motivos, esse tipo de contorno não tenha função de assinatura, mas um outro papel na comunicação dos golfinhos.

De forma geral, os Tipos de assovios estabelecidos por Figueiredo (1997) e Pereira (1997) apresentam uma variabilidade maior em seus parâmetros do que nos Tipos formados por mim. Um dos critérios usados por estes autores para classificar os assovios em Tipos foi o número de inflexões presentes nos contornos, sendo que foram por eles encontrados assovios com até seis pontos de inflexão. Os assovios selecionados no presente trabalho como sendo possíveis assovios-assinatura apresentam no máximo quatro pontos de inflexão. Além disso tais assovios possuem, na maioria, contornos ascendentes em frequência, fato que também foi percebido na população de assovios estudada por Figueiredo (1997) e Pereira (1997). Estes dois fatos, juntamente com o resultado obtido pelo Teste de Hipótese para Diferença de Médias, mostram que os assovios selecionados no presente trabalho possuem contornos compatíveis com o repertório já descrito para essa espécie, havendo, porém, mesmo entre aqueles contornos visualmente semelhantes, diferenças significativas que possam carregar novas informações.

Para muitos autores, apesar de a observação visual humana dos sonogramas ser um método bastante confiável de classificação de assovios de golfinhos, uma mensuração quantitativa de similaridade entre os contornos é desejável, porque pode prover uma base objetiva e facilmente imitável para comparações, particularmente em estudos entre populações (Buck e Tyack, 1993; McCowan, 1995). A aplicação de métodos quantitativos de comparação também tem sido buscada nos estudos acústicos de pássaros (Williams e Slater, 1991, por exemplo). Por esta razão, eu decidi então utilizar um método

quantitativo para comparar a similaridade dos assovios da minha amostra. A técnica da Similaridade do Contorno (McCowan, 1995) foi escolhida por dois motivos principais: ela utiliza cálculos de fácil aplicação, como visto no capítulo de Metodologia, e, segundo a autora, esta técnica categoriza assovios que compartilham contornos similares, mas que podem diferir na duração total, na frequência real ou que são expandidos ou comprimidos com respeito a frequência e tempo. Esse último critério não foi encontrado nas técnicas desenvolvidas por Buck e Tyack (1993) e Chabot (1988) e parece ser de grande importância, uma vez que segundo Caldwell *et al.* (1990), o assovio-assinatura de *T. truncatus* pode variar em duração, frequências, número de loops, etc., enquanto mantém um altamente distinto padrão no contorno do loop.

Os resultados obtidos por mim mostraram uma grande discordância entre a técnica CS e o método de OV. Como apresentado no capítulo anterior, apenas dois dos dezessete tipos de assovios com maior possibilidade de se tratarem de assovio-assinatura foram reconhecidos por esta técnica. Janik (1999), em seu estudo comparando diferentes métodos de classificação de assovios de golfinhos, encontrou esta mesma discordância entre a técnica CS e a Observação Visual. Para este autor a técnica CS pode não identificar assovios-assinatura tão confiavelmente quanto o observador humano. Usando a validação externa de que os tipos de assovios definidos por observadores humanos foram usados quase que exclusivamente de forma individual e apenas se o golfinho estava isolado de seu grupo, o autor mostrou que a

classificação humana reconheceu que esta é uma classe de comportamento que é significativa para o animal, o que não ocorreu com nenhuma das técnicas quantitativas testadas por ele.

Ainda segundo Janik (1999), o principal problema da técnica CS parece ser a normalização para as diferenças na duração e o número de mensurações de frequência tomadas de cada contorno. Talvez as vinte medidas de frequência não sejam suficientes para captar rápidas modulações de frequência que ocorrem em alguns contornos. No presente estudo, foram usados quinze medidas de frequência em cada contorno e a discordância desta técnica com o método de Observação Visual foi ainda maior do que a observada por Janik. Uma vez que os assovios de *S. fluviatilis* são bem mais curtos do que os de *T. truncatus*, como já descrito na Metodologia, fica impossível a tomada de mais de vinte medidas de frequências em cada contorno. Portanto, a técnica CS pareceu-me não aplicável aos assovios de *S. fluviatilis*.

No capítulo anterior foi mencionado o encontro de um tipo de asso... formado por duas componentes distintas e simultâneas (Figura 30). Uma vez que não se trata de um assovio com harmônicos ou com bandas laterais, a explicação para esta emissão pode ser um tipo de fenômeno especial encontrado por Lilly e Miller (1961) e Lilly (1962), chamado de "dueto". Em um dueto, dois indivíduos de *T. truncatus* cativos assoviam simultaneamente, algumas vezes casando padrões de frequência e tempo tão exatamente que a análise espectrográfica desses assovios mostra um contorno semelhante a um contorno com múltiplas componentes. Tyack (1993 *apud* Tyack, 1997)

descreve uma interação similar para *T. truncatus* livre: duas fêmeas adultas sincronizam seus assovios, apenas quando uma das fêmeas imita o assovio-assinatura da outra. Os assovios formados por duas componentes encontrados no presente trabalho foram todos produzidos em um mesmo dia de gravação e pertencem a um mesmo grupo de golfinhos e cada uma das suas componentes apresentam um contorno altamente estereotipado em todas as seqüências observadas. Eles são, portanto, um indício de que o tipo de interação vocal encontrado para *T. truncatus* também ocorra em *S. fluviatilis*.

7 - CONCLUSÕES

- Existem indícios da presença de assovio-assinatura no repertório vocal do boto *Sotalia fluviatilis*.
- Os assovios de *S. fluviatilis* são tão complexos quanto os de *Tursiops truncatus*.
- A técnica da Similaridade do Contorno (CS) não mostrou-se aplicável aos assovios de *S. fluviatilis*.
- O tipo de interação vocal descrito como “dueto”, encontrado em *T. truncatus* pode também ocorrer em *S. fluviatilis*.

8 - RECOMENDAÇÕES

Os resultados obtidos no presente trabalho sugerem que estudos com botos individuais em cativeiro sejam realizados para se comprovar a existência de assovio-assinatura na espécie *Sotalia fluviatilis*. Esse tipo de estudo pode perfeitamente ser realizado, uma vez que existem dois indivíduos desta espécie em cativeiro desde 1991 no Dolphinarium Münster, Alemanha (Sauerland e Dehnhardt, 1998).

9 - REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

BEECHER, M. D.. Signalling systems for individual recognition: an information theory approach. *Anim. Behaviour*, n. 38, p. 248-261. 1989.

BOROBIA, M., Siciliano, S., Lodi, L. e Hock, W.. Distribution of the South American dolphin *Sotalia fluviatilis*. *Canadian Journal of Zoology*, n.69, p. 1025-1039. 1991.

BUCK, J. R. e Tyack, P. L.. A quantitative measure of similarity for *Tursiops truncatus* signature whistles. *J. Acoust. So. Am.*, v. 5, n. 94, p. 2497-2506. 1993.

CALDWELL, M. C. e Caldwell, D. K.. Individualized whistle contours in bottlenosed dolphins (*Tursiops truncatus*). *Nature*, n. 207, p. 434-435. 1965.

CALDWELL, M. C. e Caldwell, D. K.. Statistical evidence for individual signature whistles in pacific whitesided dolphins, *Lagenorhynchus obliquidens*. *Cetology*, n. 3, p. 1-9. 1971.

CALDWELL, M. C. e Caldwell, D. K.. Vocal mimicry in the whistle mode by an Atlantic bottlenosed dolphin. *Cetology*, n. 9, p. 1-8. 1972.

CALDWELL, M. C., Caldwell, D. K. e Miller, J.F.. Statistical evidence for individual signature whistles in the spotted dolphin, *Stenella plagiodon* . *Cetology*, n. 16, p. 1-21. 1973.

CALDWELL, M. C., Caldwell, D. K. e Tyack, P. L.. Review of the signature-whistle hypothesis for the Atlantic bottlenose dolphin. In: THE BOTTLENOSE DOLPHIN (S. Leatherwood e R. R. Reeves, eds.). Academic Press Inc., San Diego, 1990. 653p., p. 199-234.

CHABOT, D.. A quantitative technique to compare e classify humpback whale (*Megaptera novaeangliae*) sounds. *Ethology*, n.77, p. 89-102. 1988.

- DING, W.. Dolphin whistles: comparisons between populations and species. Dissertação (Doctor of Philosophy), Marine Mammal Research Program - Texas A&M University, Galveston, Texas. 247p. 1993.
- DREHER, J. J.. Linguistic considerations of Porpoise sounds. *J. Acoust. Soc. Amer.*, n. 33, p. 1799-1800. 1961.
- DEEHER, J. J. e Evans, W. E.. Cetacean Communication. In: MARINE BIO-ACOUSTICS (W. L. Tavolga, ed.). Pergamon Press, New York, 1964. Vol. I, 413p. p. 373-393.
- FIGUEIREDO, L. D.. Análise quantitativa e qualitativa dos assovios de frequência ascendente do boto *Sotalia fluviatilis* Gervais, 1853 (Catacea, Delphinidae) na Baía de Sepetiba (RJ). Monografia (Bacharelado em Ecologia), Instituto de Biologia - Universidade Federal Rural do Rio de Janeiro, Seropédica, Rio de Janeiro. 135p. 1997.
- FLORES, P. A. C.. Preliminary results of a photoidentification study of the marine tucuxi, *Sotalia fluviatilis*, in southern Brazil. *Marine Mammal Science*, v. 15, n. 3, p. 840-847. 1999.

GEISE, L.. Estrutura social, comportamental e populacional de *Sotalia* sp. (Gray, 1886) (Cetacea, Delphinidae) na região estuarino-lagunar de Cananéia, SP e na Baía de Guanabara, RJ. Dissertação (Mestrado em Zoologia), Instituto de Biociências - Universidade de São Paulo, São Paulo, 197p. 1989.

GOUZOULES, H. e Gouzoules, S.. Matrilineal signatures in the recruitment screams of pigtail macaques, *Macaca nemestrina*. *Behaviour*, n. 115, p. 327-346. 1990.

HERMAM, L. M. e Tavolga, W. N.. The communication systems of cetaceans. In: CETACEAN BEHAVIOR: MECHANISMS AND FUNCTIONS (L. M. Hermam, ed.). Wiley Interscience, New York, 1980. 463p. p. 149-209.

HERZING, D.L.. Vocalizations and associated underwater behavior of free-ranging Atlantic spotted dolphins, *Stenella frontalis* and bottlenose dolphins, *Tursiops truncatus*. *Aquatic Mammals*, n. 22, p. 61-79. 1996.

JANIK, V. M.. Whistle matching in wild bottlenose dolphins. *J. Acoust. Soc. Am.*, v. 101, n. 5, p. 3136. 1997.

- JANIK, V. M.. Pitfalls in the categorization of behaviour: a comparison of dolphin whistle classification methods. *Animal behaviour*, n. 57, p. 133-143. 1999.
- JANIK, V. M., Dehnhardt, G. e Todt, D.. Signature whistle variation in a bottlenosed dolphin, *Tursiops truncatus*. *Behav. Ecol. Sociobiol.*, n. 35, p. 243-248. 1994.
- JANIK, V. M. e Slater, P. J. B.. Context-specific use suggests that bottlenose dolphin signature whistles are cohesion calls. *Animal Behavior*, n. 56, p. 829-838. 1998.
- LILLY, J. C.. Vocal behavior of the bottlenose dolphin. *Proceedings of the American Philosophical society.*, v. 106, n. 6, p. 520-529. 1962.
- LILLY, J. C.. Vocal mimicry in *Tursiops*: ability to match numbers and durations of human vocal burst. *Science*, v. 147, p. 300-301. 1965.
- LILLY, J. C. e Miller, A. M.. Vocal Exchanges between dolphins. *Science*, v. 134, n. 8, p. 1873-1876. 1961.
- MCCOWAN, B.. A new quantitative technique for categorizing whistles using simulated signals whistles from captive bottlenose dolphins (*Delphinidae, Tursiops truncatus*). *Ethology*, n. 100, p. 177-193. 1995.

McCOWAN, B. e Reiss, D.. Quantitative comparison of whistle repertoires from captive adult bottlenose dolphins (*Delphinidae, Tursiops truncatus*): a re-evaluation of the signature whistle hypothesis. *Ethology*, n. 100, p. 192-209. 1995.

McCOWAN, B. e Reiss, D.. Whistle contour development in captive-born infant bottlenose dolphins (*Tursiops truncatus*): role of learning. *C. of Comp. Psycho.*, v. 109, n. 3, p. 242-260. 1995b.

MOORE, S. E., Ridgway, S. H.. Whistles produced by common dolphins from southern California bight. *Aquatic Mammals*, v. 21, n. 1, p. 55-63. 1995.

MURDINGER, P. C.. Vocal imitation and individual recognition of finch calls. *Science*, v. 168, p. 480-482. 1970.

PEREIRA, T. C. C. L.. Análise quantitativa e qualitativa dos assovios de frequência descendente, de frequência up-down e de frequência down-up do boto *Sotalia fluviatilis* (Cetacea: Delphinidae) na Baía de Sepetiba (RJ). Monografia (Bacharelado em Biologia Animal), Universidade Federal Rural do Rio de Janeiro, Seropédica, Rio de Janeiro. 143p. 1997.

PEREIRA, T. C. C. L.. Estudo da dinâmica de uso do habitat da Baía de Sepetiba (RJ) pelo boto *Sotalia fluviatilis* (Cetacea, Delphinidae). Dissertação (Mestrado em Ciências Ambientais), Universidade Federal Rural do Rio de Janeiro, Seropédica, Rio de Janeiro. 99p. 1999.

PIZZORNO, J. L. A.. Estimativa populacional do boto-cinza, *Sotalia fluviatilis*, na Baía de Guanabara, por meio de fotoidentificação. Dissertação (Mestrado em Ciências Ambientais), Universidade Federal Rural do Rio de Janeiro, Seropédica, Rio de Janeiro. 83p. 1999.

POPPER, A. N.. Sound emission and detection by delphinids. In: CETACEAN BEHAVIOR: MECHANISMS AND FUNCTIONS (L. M. Hermam, ed.). Wiley Interscience, New York, 1980. 463p. p. 1-52.

REISS D. e McCowan, B.. Spontaneous vocal mimicry and production by bottlenose dolphins (*Tursiops truncatus*): evidence for vocal learning. *J. of Comp. Psycho.*, v. 107, n. 3, p. 301-312. 1993.

REZENDE, C. E.. Balanço de metais pesados e matéria orgânica em ecossistemas de mangue na Baía de Sepetiba, Rio de Janeiro. Relatório

(Departamento de Geoquímica) Universidade Federal Fluminense, Niterói, Rio de Janeiro. 112p. 1988.

RICHARDS, D. G., Wolz, J. P. e Herman, L. M.. Vocal mimicry of computer-generated sounds and vocal labeling of objects by a bottlenosed dolphin, *Tursiops truncatus*. *J. Comp. Psycho.*, v. 98, n. 1, p. 10-28. 1984.

RODRIGUES, P. P. G. W.. Aporte de metais pesados para a Baía de Sepetiba e seu comportamento na região estuarina. Dissertação (Mestrado em Geociências), Instituto de Química - Universidade Federal Fluminense, Niterói, Rio de Janeiro. 161p. 1990.

SAUERLAND, M. e Dehnhardt, G.. Underwater audiogram of a tucuxi (*Sotalia fluviatilis guianensis*). *J. Acoust. Soc. Am.*, v. 103, n. 2, p. 1199-1204. 1998.

SAYIGH, L. S., Tyack, P. L., Wells, R. S. e Scott, M. D.. Signature whistles of free-ranging bottlenose dolphins *Tursiops truncatus*: stability and mother-offspring comparisons. *Behav. Ecol. Sociobiol.*, n. 26, p. 247-260. 1990.

SAYIGH, L. S., Tyack, P. L., Wells, R. S., Scott, M. D. e Irvine, A. B.. Sex difference in signature whistle production of free-ranging bottlenose

dolphins, *Tursiops truncatus*. *Behav. Ecol. Sociobiol.*, n. 36, p. 171-177. 1995.

SAYIGH, L. S., Tyack, P. L., Wells, R. S., Solows, A. R., Scott, M. D. e Irvine, A. B.. Individual recognition in wild bottlenose dolphins: a field test using playback experiments. *Animal Behaviour*, n. 57: p. 41-50. 1998.

SEMA/RJ. Macroplano de gestão e saneamento ambiental da Bacia da Baía de Sepetiba. In: RELATÓRIO FINAL/PARTE I - DIAGNÓSTICO AMBIENTAL. Secretaria de Estado de Meio Ambiente (SEMA) - Governo do Estado do Rio de Janeiro, MNA/PNMA, Consórcio ETP/ECOLOGUS/SM GROUP, maio de 1998.

da SILVA, V. M. F. e Best, R. C.. Tucuxi, *Sotalia fluviatilis* (Gervais) 1853. In: HANDBOOK OF MARINE MAMMALS (S. H. Ridgway e R. J. Harrison, eds.). Vol. 5, Academic Press, London, 1994. 416p., p. 43-69.

da SILVA, V. M. F. e Best, R. C.. *Sotalia fluviatilis*. *Mammalian Species*, n. 527, p. 1-7. 1996.

SIMÃO, S. M., Siciliano, S., Novaes, U., Figueiredo, L. D. e Pereira, T. C. C. L.. Preliminary acoustical studies of tucuxi (*Sotalia fluviatilis*) in Sepetiba Bay, Rio de Janeiro, Brazil. In: BIENNIAL CONFERENCE ON THE BIOLOGY OF

- MARINE MAMMAL, 1995, Orlando. Abstracts... The Society for Marine Mammalogy, 1995. p. 106.
- SIMÃO, S. M., Pizzorno, J. L. A., Perry, V. N. e Siciliano, S.. Aplicação da técnica de fotoidentificação do boto-cinza, *Sotalia fluviatilis*, (Cetacea Delphinidae) da Baía de Sepetiba. *Floresta e Ambiente*, vol. 7. 2000 (no prelo).
- SIMÕES-LOPES, P. C.. Ocorrência de uma população de *Sotalia fluviatilis* Gervais, 1853 (cetacea, Delphinidae) no limite sul de sua distribuição, Santa Catarina, Brasil. *Biotemas*, n. 1, p. 57-62. 1986.
- SJARE, B. L. e Smith, T. G.. The vocal repertoire of white whales, *Delphinapterus leucas*, summering in Cunningham Inlet, Northwest Territories. *Canadian Journal of Zoology*, n. 64, p. 407-415. 1986.
- SMOLKER, R. A., Mann, J. e Smuts, B. B.. Use of signature whistles during separations and reunions by wild bottlenose dolphins mothers and infants. *Behav. Ecol. Sociobiol.*, n. 33, p. 393-402. 1993.
- TAVOLGA, N.. Theoretical principles for the study of communication in cetaceans. *Mammalia*, v. 47, n. 1, p. 3-26. 1983.

TYACK, P. L.. Whistles repertoires of two bottlenosed dolphins, *Tursiops truncatus*: mimicry of signature whistles? *Behav. Ecol. Sociobiol.*, n. 18, p. 251-257. 1986.

TYACK, P. L.. Development and social functions of signature whistles in bottlenose dolphins *Tursiops truncatus*. *Bioacoustics*, n. 8, p. 21-46 1997.

WILLIAMS, S. J. H. e Slater, P. J. B.. Computer analysis of bird sounds: a guide to current methods. *Bioacoustics*, n. 3, p. 121-128.

ANEXO 1: Mapa da costa brasileira e da área de estudo - a Baía de Sepetiba.

