

Lilian Sander Hoffmann

**Um estudo de longa duração de um grupo costeiro de golfinhos
Tursiops truncatus (Montagu, 1821) (Cetacea, Delphinidae) no sul
do Brasil: Aspectos de sua biologia e bioacústica**

**Tese apresentada ao Programa de Pós-Graduação em Biologia Animal,
Instituto de Biociências da Universidade Federal
do Rio Grande do Sul, como requisito parcial à obtenção do título
de Doutor em Biologia Animal.**

Área de Concentração: Biologia e Comportamento Animal

Orientador: Prof. Dr. Thales Renato O. Freitas

**UNIVERSIDADE FEDERAL DO RIO GRANDE DO SUL
PORTO ALEGRE
2004**

*D*edico este trabalho a meus
pais, por tudo o que não consigo
expressar em palavras...

Agradecimentos

Gostaria de agradecer a minha família, em especial aos meus pais e meu irmão, que sempre me apoiaram e ajudaram de todas as formas possíveis durante toda minha vida, pela confiança, compreensão e carinho, e pela incrível paciência que certamente tiveram que ter na fase final da elaboração da tese (sem falar nas intermináveis “passagens de som” e centenas de assobios que tiveram que ouvir e entusiasticamente aprovar, a cada “nova descoberta”).

Ao Guga, pelo incentivo, apoio, paciência, carinho, companhia, pela ajuda inestimável tanto na tese quanto em todos os outros momentos da minha vida, e por estar sempre ao meu lado. Sem ele, nunca teria começado a trabalhar com os botos. E à toda família Vieira, em especial a Isis Lucas de Oliveira Vieira, pela paciência, estímulo e carinho, mesmo nos momentos mais críticos.

Ao meu orientador, Thales R. O. de Freitas, por mais uma vez ter depositado confiança e entusiasmo irrestritos, pelo auxílio logístico, pela amizade ao longo dos anos, além do bom humor e tranqüilidade que lhes são característicos.

Ao meu ‘co-orientador’ Elton Ferlin, pela confiança, amizade e ajuda ao longo de todas as etapas do presente trabalho, sem as quais o mesmo teria sido praticamente impossível de ser realizado.

Ao pessoal do Setor de Engenharia Biomédica do HCPA, pela ajuda e amizade, bem como do GPPG do HCPA, em especial a Márcia Raymundo e José R. Goldim, pela viabilização do projeto junto ao setor de engenharia biomédica, e pelo estímulo, amizade e confiança. À Cristina Dornelles, Daniela Benzano, Vânia Hirakata e ao Professor Mário Wagner, do GPPG/HCPA, pela inestimável ajuda na análise estatística dos dados desta tese.

Ao César Dias de Castro Gonçalves e José (Zé) Carlos Rodrigues Nunes, IPH, pelo constante apoio e pela realização entusiástica da primeira batimetria da barra de Tramandaí. Aos Professores Lawson e Luís Emílio, do IPH, e ao Prof. Francisco Aquino (Geociências/UFRGS). Agradeço também ao DEPREC/RS e ao SPH/RS pelos dados ambientais do canal de Tramandaí.

A Dóris Halfen, Pedro Fruet, Juliana Eichenberg, Aline, Laila e Denise Araújo, pela amizade e companheirismo nos trabalhos de campo.

Aos colegas e amigos, em especial ao casal Gabriela Fernandez e José Stoltz, à Márcia B. Moreira (Marcinha), Lúcia Oliveira, César Drehmer, Maurício Tavares, Ana Rui, Daniela Sanfelice, Vanessa Andrade, Bianca, Demétrios, Dani Pimpão, Camila, Marcelo

Mazzolli, Cláudio Ricken, Claudinha (Baby), Gislene, Marco Aurélio (Marquinhos), Alexandre Azevedo, Vladimir, Féfis, Vicente e Rodrigo 'Baleia'. A todos do GEMARS, pela amizade e apoio, assim como pelo acesso ao arquivo fotográfico e referências bibliográficas.

A todos os amigos e pesquisadores que enviaram bibliografias, que trocaram idéias, deram dicas e sugestões. Em especial à Carmen Bazúa-Durán e William (IPqM). Ao Joe Olson (Cetacean Research), pelas trocas de informação sobre equipamentos e disposição em apoiar o trabalho. A todos aqueles que auxiliaram na obtenção dos equipamentos indispensáveis a esta pesquisa, em especial à colega Cláudia Rocha, aos amigos Karina Groch e José Truda Pallazzo (IWC/Brasil), ao "tio" Egídio Lucas de Oliveira e à colega Ana Karina.

Ao Luiz Flávio Pereira Lopes (DPE/IG/UFRGS) e Gérson (SENAC), pelo auxílio na revelação e cópia de vários filmes fotográficos.

Aos Profs. Zaro e Gertz, do Laboratório Medições Mecânicas, UFRGS, pelo apoio inicial e incentivo. Ao Professor Adalberto Schuck Jr. e a bolsista Márcia Bohrer, da Eng. Elétrica, UFRGS. Aos professores Lígia Krause, Suzana Amato, César L. Schultz, Clarice Fialho, Marta Fabián, Elírio Toldo e Eduardo Barboza, pela ajuda em diferentes momentos da tese. Ao Prof. Sérgio Leite, pelo contínuo apoio e eterno entusiasmo, desde os tempos de mestrado.

Aos pescadores e moradores de Tramandaí/Imbé, em especial à 'Tia Telma' e Mulato, pela amizade conquistada e ajuda durante os trabalhos de campo.

Ao CNPq, pela bolsa concedida, à FAPERGS, por financiar parte do equipamento necessário, e ao PPG BAN, pela oportunidade e auxílio na realização deste trabalho.

Resumo

Um pequeno grupo de golfinhos *Tursiops truncatus*, presente na barra da laguna de Tramandaí, RS, vem sendo acompanhado desde 1996 quanto a seus padrões de ocorrência e associação. A partir de 2002, tal acompanhamento passou a incluir dados de bioacústica. Através da fotoidentificação, os indivíduos foram observados na área em todos os anos, o que permite caracterizá-los como residentes, embora predominem os momentos em que estão ausentes. O tamanho do grupo é mantido constante, com oito indivíduos adultos, mas o nascimento de filhotes pode aumentar temporariamente este número, com até 11 golfinhos tendo sido observados num mesmo ano. Os nascimentos registrados para as duas fêmeas do grupo ocorreram em pelo menos duas épocas do ano (outono e primavera), num intervalo de aproximadamente 2,7 anos. Apesar da menor frequência de observação durante o período de inverno, em todas as épocas dos anos de estudo foram observados animais na área, embora tenham variado em número e grau de associação, assim como também em diferentes graus de fidelidade, onde alguns animais foram vistos mais frequentemente que outros. Animais solitários predominaram nas observações em qualquer período. Maiores agrupamentos foram mais frequentes no outono, e secundariamente na primavera, coincidindo com a presença dos filhotes. Nas associações predominaram as duplas, embora grupos de até sete golfinhos tenham sido registrados. Ao contrário do esperado para grupos pequenos, os índices de associação de superfície foram baixos ao longo do período analisado. Índices fortes ($>0,40$) ocorreram somente entre fêmeas e filhotes, mas também temporariamente (em um dia) entre outros indivíduos, caracterizando sua organização social num *continuum* entre diferentes extremos de associação, provavelmente adaptada às condições ambientais e sociais.

Na análise do repertório sonoro do grupo, foram registrados vários tipos de sons, desde assobios até cliques de ecolocalização e sons pulsantes, estes últimos bastante vinculados à atividade de alimentação. Foram analisados 1.768 assobios, dos quais identificou-se pelo menos cinco padrões gerais de modulação da frequência fundamental: ascendente, descendente, côncavo, múltiplo e em forma de parábola (não sendo registrados assobios com modulação constante). Estes, por sua vez, permitiram o reconhecimento de pelo menos 34 subcategorias de assobios. Os assobios ascendentes predominaram nos registros, mas os outros dois padrões mais frequentes (parábola e múltiplo) também foram representativos. O número e tipo de assobio variaram de acordo com o contexto, onde mais de 80% dos assobios foram registrados em momentos de associação. Assobios múltiplos foram mais frequentemente registrados em associações, principalmente na presença de fêmeas e filhotes. Durante estas interações com filhotes, houve também a predominância de

assobios ascendentes, mas as emissões apresentaram um padrão bastante distinto, com longas seqüências sendo registradas e a ocorrência de vários tipos de assobios diferentes, muitas vezes sobrepostos, sugerindo combinações que podem estar relacionadas a um aumento na troca de informações entre os animais, por sua vez vinculadas à importância da comunicação entre mães e filhotes neste período. Animais solitários emitiram predominantemente um tipo específico de assobio, com contorno da frequência fundamental semelhante a uma parábola. Esta classe apresentou os tipos mais variados, e devido a estas variações na modulação da fundamental e sua frequência de ocorrência em animais solitários, sugere-se que nesta categoria poderiam ser encontrados os assobios assinatura dos indivíduos deste grupo. O grande número de tipos de assobios encontrados, assim como a diferença nos contextos de emissão, sugere que os animais possuem um repertório variado, onde vários sinais parecem ser ainda compartilhados entre eles. Por fim, a comparação entre métodos de extração manuais e automáticos dos parâmetros acústicos não revelou diferenças significativas, viabilizando os resultados de ambas as técnicas.

Palavras chave: *Tursiops truncatus*, estudo de longa duração, fotoidentificação, intervalo de nascimento, padrões de associação, vocalizações, assobios, padrões acústicos.

Abstract

The occurrence and association patterns of a small group of dolphins, *Tursiops truncatus*, inhabiting the Tramandaí lagoon, RS, have been studied since 1996. The study includes bioacoustics data since 2002. The individuals were observed in that area every year through photo-identification, which characterizes them as resident, although their absence is very frequent. The size of the group is quite constant, with eight adults, but the birth of calves increases this number temporarily, being 11 the largest group size observed in one year. The births recorded for the two females of this group occurred at least twice a year (autumn and spring), with an interval of approximately 2.7 years. Although less observed in the winter, animals were present in the area, with varying degrees of association and fidelity, some animals being observed more frequently than others. Solitary animals were frequent in any period. Larger groups were most frequent in autumn and secondarily in spring, due to the presence of calves. Regarding associations, pairs of dolphins were the most frequent form, although groups of up to seven dolphins were recorded. Different from the expected for small groups, surface association indexes were low in the whole period of the study. Strong association (>0.40) occurred only between females and calves; strong associations were temporary (one day) among other individuals, characterizing their social organization as a *continuum* from different extremes of association, probably adapted to social and environmental conditions.

In the analysis of the sound repertory of the group, various kinds of vocalizations were observed, from whistles to clicks of echolocation and burst sounds, the latter ones associated to feeding activities. A total of 1768 whistles were observed, from which five general patterns of the fundamental frequency modulation were distinguished: Ascending, descending, concave, multiple and in parabolic form. Constant modulation whistles were not recorded. The five patterns allowed distinguishing at least 34 subcategories of whistles. Ascending whistles predominate in the records, but the other two frequent patterns (parabola and multiple) were also representative. The number and kind of whistles varied according to the context, where more than 80% of them were recorded in association periods. Multiple whistles were most frequently recorded in associations, mainly between females and calves. During this interaction, ascending whistles predominated, but vocalizations presented a very distinct pattern, with long sequences and several different kinds of whistles, sometimes superimposed, suggesting combinations which might be related to the importance of the communication between female and calf in this period. Solitary animals produced a specific kind of whistle, with a parabolic form around the fundamental frequency. This class

presented the most varied kinds. Due to the frequency of occurrence as well as their variations in the modulation of the fundamental frequency, it is suggested that in this category one could find the individual signatures of this group. The large number of whistle kinds and the different contexts in which they were recorded suggest that the animals have a varied repertory, where several signals are shared among them. Finally, the comparison of manual and automatic extraction methods of acoustic parameters did not show meaningful differences, thus allowing the results of both techniques.

Key words: *Tursiops truncatus*, long-term study, photo-identification, birth interval, association patterns, vocalizations, whistles, acoustic patterns.

Sumário	
1. Introdução.....	1
1.1. <i>Tursiops truncatus</i>	1
1.2. Estudos de longa duração.....	2
1.3. Organização social.....	3
1.4. Bioacústica.....	8
1.4.1. Sons de ecolocalização e sensibilidade auditiva: uma breve revisão.....	8
1.4.2. Sons de comunicação.....	13
1.4.3. Assobios.....	16
1.4.4. Assobios de <i>Tursiops truncatus</i>	16
1.5. Grupo de golfinhos <i>T. truncatus</i> da barra da laguna de Tramandaí.....	18
1.6. Contexto ambiental da barra da laguna de Tramandaí.....	19
1.6.1. Ictiofauna da região.....	22
2. Objetivos.....	24
3. Material e métodos.....	26
3.1. Registro de informações e procedimentos de campo.....	26
3.1.1. Área de estudo.....	26
3.1.2. Delimitação amostral dos anos de estudo.....	27
3.1.3. Fotoidentificação.....	27
3.1.4. Associações de superfície.....	28
3.1.5. Intervalo e épocas de nascimentos.....	29
3.1.6. Variáveis ambientais.....	29
3.1.7. Sazonalidade.....	29
3.2. Tratamento estatístico.....	30
3.2.1. Observações gerais.....	30
3.2.2. Observações sazonais.....	30
3.2.3. Avistagens individuais.....	31
3.2.4. Tamanho de grupo.....	32
3.2.5. Variáveis ambientais.....	32
3.2.6. Índices de associação.....	32
3.2.7. Intervalo de nascimentos.....	33
3.3. Métodos de extração das vocalizações.....	33
3.3.1. Registro das vocalizações.....	33
3.3.2. Procedimentos de análise dos dados acústicos.....	36
3.3.2.1. Arquivamento das vocalizações.....	36
3.3.2.2. Limites dos assobios: problemática da unidade básica.....	37
3.3.2.3. Análise quantitativa dos parâmetros dos assobios.....	38
3.3.2.4. Análise qualitativa da modulação da frequência fundamental dos assobios.....	39
3.3.3. Métodos de caracterização e descrição dos dados.....	40
3.3.3.1. Avaliação dos parâmetros acústicos.....	40
3.3.4. Programa de extração automática: considerações sobre seu processo funcional e pré-requisitos para sua execução.....	40
3.3.4.1. Descrição do software.....	40
3.3.4.2. Procedimento de avaliação entre métodos de extração: uma avaliação de concordância entre o método manual e o automático.....	41
3.4. Tratamento estatístico referente às análises acústicas.....	41
3.4.1. Comparação entre métodos de extração.....	41
3.4.2. Avaliação dos parâmetros acústicos.....	42
4. Resultados.....	44
4.1. Capítulo I: Um estudo de longa duração em um pequeno grupo costeiro de <i>Tursiops truncatus</i> (Montagu, 1821) no sul do Brasil: aspectos de sua biologia e ecologia.....	44
4.1.1. Observações gerais.....	44
4.1.2. Ocorrência sazonal.....	46
4.1.2.1. Sazonalmente, em cada um dos anos.....	49
4.1.2.2. Em cada estação, entre os anos.....	52
4.1.3. Fotoidentificação e ocorrência individual.....	55
4.1.3.1. Detalhamento da ocorrência individual.....	62
4.1.4. Tamanho de grupo.....	64
4.1.5. Variáveis ambientais.....	66

4.1.6. Padrões associação.....	70
4.1.7. Intervalo de nascimentos.....	72
4.2. Capítulo II: Registro e análise das vocalizações de <i>Tursiops truncatus</i> (Montagu, 1821) (Cetacea, Delphinidae) no sul do Brasil.....	75
4.2.1. Registro geral.....	75
4.2.1.1. Parâmetros acústicos gerais.....	76
4.2.1.2. Pontos de inflexão.....	77
4.2.1.3. Inclinações iniciais e finais.....	80
4.2.2. Classificação dos tipos de assobios e ocorrência das classes.....	81
4.2.2.1. Grandes grupos.....	81
4.2.2.2. Categorias.....	91
4.2.2.3. Subcategorias.....	104
4.2.3. Assobios <i>versus</i> tamanho de grupo.....	110
4.2.4. Assobios <i>versus</i> grupo social.....	115
4.2.5. Assobios <i>versus</i> mãe e filhote.....	118
4.2.6. Sequências de assobios.....	119
5.2.7. Tipos de assobios registrados por indivíduo.....	123
4.2.8. Comparação entre métodos de extração.....	124
5. Discussão.....	127
5.1. Biologia e aspectos ecológicos do grupo de golfinhos da desembocadura da barra de Tramandaí, RS.....	127
5.1.1. Padrões de ocorrência.....	127
5.1.1.1. Ocorrência geral.....	127
5.1.1.2. Ocorrência a sós ou associados.....	129
5.1.2. Tamanho de grupo.....	131
5.1.3. Variáveis ambientais.....	132
5.1.4. Fotoidentificação: marcas e ocorrência individual.....	140
5.1.4.1. Deslocamentos.....	144
5.1.5. Fêmeas e filhotes: uma análise preliminar dos intervalos de nascimento.....	145
5.1.6. Padrões de associação.....	151
5.1.7. Considerações finais.....	155
5.2. Bioacústica.....	157
5.2.1. Problemática da extração dos parâmetros acústicos dos assobios.....	157
5.2.2. Contorno do assobio: uma breve revisão dos métodos de análise.....	159
5.2.3. Análise quantitativa e qualitativa dos assobios do grupo de <i>T. truncatus</i> de Tramandaí.....	161
5.2.3. 1. Parâmetros gerais dos assobios.....	161
5.2.3. 2. Adaptação ecológica.....	165
5.2.3.3. Tipos de assobios.....	168
5.2.3.4. Modulações gerais de frequência.....	169
5.2.3.5. Categorias e subcategorias.....	171
5.2.4. Contexto de ocorrência.....	173
5.2.4.1. Sequências.....	175
5.2.4.2. Ascendentes.....	179
5.2.5. Sistema aberto de comunicação.....	182
5.2.5.1. Assobios: sistema gradual?.....	183
5.2.5.2. Problemática do assobio assinatura.....	185
5.2.5.2.1. Mímica e adaptações à diferenças de pressão.....	188
5.2.5.3. Assobios individuais?	189
5.2.6. Outros sons registrados e a problemática das harmônicas.....	197
5.2.6.1. Sons pulsantes.....	199
5.2.6.2. Harmônicas e direcionalidade.....	202
5.2.7. Considerações finais.....	203
6. Conclusões.....	205
7. Referências bibliográficas.....	208
8. Anexos.....	249

Índice de Tabelas	
Tabela 1. Tempo de observação dos golfinhos para os anos de 1996, 2002 e 2003, subdividindo as observações totais em momentos de associação ou não.....	44
Tabela 2. Comparações entre as observações de golfinhos sozinhos e associados, para cada um dos três anos considerados (1996, 2002 e 2003).....	46
Tabela 3. Comparação do tempo de visualização dos golfinhos, para o total de observações, assim como quando estavam a sós ou associados, entre as estações de 2002 e 2003.....	47
Tabela 4. Comparação do tempo de visualização dos golfinhos, para o total de observações, assim como para quando estava sozinhos ou associados, entre as estações, no decorrer dos anos de 1996, 2002 e 2003.....	48
Tabela 5. Comparação do tempo de visualização dos golfinhos, para o total de observações, assim como para quando estava sozinhos ou associados, entre as estações de 1996.....	49
Tabela 6. Comparação do tempo de visualização dos golfinhos, para o total das observações, assim como para quando estava sozinhos ou associados, entre as estações de 2002.....	50
Tabela 7. Comparação do tempo de visualização dos golfinhos, para o total das observações, assim como para quando estava sozinhos ou associados, entre as estações de 2003.....	51
Tabela 8. Comparações do tempo de avistamento para golfinhos sozinhos ou associados, para cada um dos três anos (1996, 2002 e 2003), no período de verão.....	52
Tabela 9. Comparações do tempo de avistamento para golfinhos sozinhos ou associados, para cada um dos três anos, no período de outono.....	53
Tabela 10. Comparações do tempo de avistamento para golfinhos sozinhos ou associados, para cada um dos três anos, no período de inverno.....	53
Tabela 11. Comparações do tempo de avistamento para golfinhos sozinhos ou associados, para cada um dos três anos, no período de primavera.....	54
Tabela 12. Comparações do tempo de avistamento para golfinhos sozinhos e para golfinhos associados, entre os três anos, para o período de outono.....	54
Tabela 13. Comparações do tempo de avistamento para golfinhos sozinhos e para golfinhos associados, entre os três anos, para o período de inverno.....	55
Tabela 14. Comparações do tempo de avistamento para golfinhos sozinhos e para golfinhos associados, entre os três anos, para o período de primavera.....	55
Tabela 15. Comparações do tempo de avistamento para golfinhos sozinhos e para golfinhos associados, entre os três anos, para o período de verão.....	55
Tabela 16. Comparação entre as frequências de ocorrências totais de cada um dos golfinhos, estando a sós ou associado (2002 e 2003 considerados conjuntamente).....	63
Tabela 17. Comparação entre frequências de ocorrências dos golfinhos, sozinhos ou associados em 2003..	64
Tabela 18. Comparação do tamanho dos grupos por ano (1996, 2002 e 2003), mostrando a o valor médio e o desvio padrão.....	65
Tabela 19. Comparação do tamanho médio dos grupos, considerando-se apenas as observações com associações, por ano (1996, 2002 e 2003), mostrando a o valor médio e o desvio padrão (dp), assim como a mediana.....	65
Tabela 20. Comparação do tamanho dos grupos entre os anos (1996, 2002 e 2003), através da comparação de médias entre eles.....	66
Tabela 21. Correlação de Spearman entre temperatura superficial da água e observações de golfinhos (totais, a sós e associados), considerando os dados dos três anos conjuntamente.....	66
Tabela 22. Correlação de Spearman entre nível da água e observações dos golfinhos no total dos três anos e separadamente para 1996, 2002 e 2003.....	70
Tabela 23. Distribuição das classes dos índices de associação por ano.....	71
Tabela 24. Representação das épocas onde ocorreram os primeiros registros das fêmeas acompanhadas por seus mais novos filhotes.....	74
Tabela 25. Descrição dos parâmetros espectrais (em Hz) e temporais (em segundos) extraídos de todos os assobios analisados para o grupo.....	76
Tabela 26. Descrição dos valores de frequência (em Hz) nos pontos de inflexão (de 1 a 10) dos assobios que apresentavam este parâmetro.....	79
Tabela 27. Ocorrência e frequência relativa das inclinações iniciais e finais da frequência fundamental de todos os assobios verificados para o grupo.....	80
Tabela 28. Comparação entre as inclinações iniciais e finais dos assobios, em relação à modulação.....	81
Tabela 29. Caracterização quantitativa da ocorrência dos assobios para cada uma das classes de modulação da frequência fundamental.....	84
Tabela 30. Valores mínimos, máximos, média, desvio padrão e coeficiente de variação para os seis	

parâmetros gerais observados para os assobios de cada um dos cinco grandes grupos de modulação da frequência fundamental.....	89
Tabela 31. Ocorrência e frequência relativa dos assobios em cada um dos grandes grupos de modulação da frequência fundamental, para os parâmetros inclinação inicial e inclinação final.....	90
Tabela 32. Taxa de modulação dos assobios (variação entre valores de frequência máximos e mínimos)....	91
Tabela 33. Ocorrência dos assobios analisados em cada das 10 categorias, e sua frequência relativa dentro dos respectivos grandes grupos de modulação da frequência fundamental.....	95
Tabela 34. Valores mínimos, máximos, média, desvio padrão e coeficiente de variação nos seis parâmetros gerais observados para os assobios de cada uma das 10 categorias de modulação da frequência fundamental.....	96
Tabela 35. Descrição dos valores de frequência nos pontos de inflexão registrados para os assobios em cada uma das 10 categorias de modulação da frequência fundamental.....	99
Tabela 36. Ocorrência e frequência relativa das inclinações iniciais e finais para os assobios classificados dentro de cada uma das categorias de modulação da frequência fundamental.....	101
Tabela 37. Ocorrência dos assobios nas 34 subcategorias, e suas frequências relativas nas respectivas categorias de modulação da frequência fundamental.....	105
Tabela 38. Ocorrência e frequência relativa de assobios em cada uma das sete classes de tamanho de grupo observadas para os golfinhos de Tramandaí.....	110
Tabela 39. Ocorrência e frequência relativa de cada um dos grandes grupos de modulação da frequência fundamental em cada um dos diferentes agrupamentos de golfinhos observados.....	112
Tabela 40. Ocorrência e frequência relativa de cada um dos grandes grupos de modulação da frequência fundamental ao longo dos diferentes tipos de agrupamentos de golfinhos observados.....	113
Tabela 41. Ocorrência e frequência relativa de cada uma das categorias de modulação da frequência fundamental dentro de cada um dos diferentes agrupamentos de golfinhos observados.....	114
Tabela 42. Ocorrência e frequência relativa de cada uma das categorias de modulação da frequência fundamental ao longo dos diferentes tipos de agrupamentos.....	115
Tabela 43. Ocorrência e frequência relativa de assobios em cada grupo social.....	116
Tabela 44. Ocorrência e frequência relativa de cada um dos grandes grupos de modulação da frequência fundamental em cada grupo social distinto.....	117
Tabela 45. Ocorrência e frequência relativa de cada um dos grandes grupos de modulação da frequência fundamental nos diferentes grupos sociais observados.....	118
Tabela 46. Margem de erro entre os dois métodos de extração utilizados pra avaliar os assobios, calculada para cada um dos seis parâmetros acústicos considerados.....	124

Índice de Figuras	
Figura 1. Delimitação da área de estudo, na barra da laguna de Tramandaí.....	26
Figura 2. Representação gráfica da ação do filtro.....	34
Figura 3. Representação gráfica da ação do filtro.....	35
Figura 4. Representação da frequência fundamental de um assobio.....	38
Figura 5. Gráficos representando a distribuição do tempo de observação de golfinhos para 1996, 2002 e 2003.....	45
Figura 6. Gráficos representando a distribuição do tempo de observação de golfinhos para as estações.....	49
Figura 7. Gráficos representando a distribuição do tempo de observação de golfinhos nas estações de 1996.....	50
Figura 8. Gráficos representando a distribuição do tempo de observação de golfinhos nas estações de 2002.....	51
Figura 9. Gráficos representando a distribuição do tempo de observação de golfinhos nas estações de 2003.....	52
Figura 10. Contorno das nadadeiras dorsais dos golfinhos observados na área da barra de Tramandaí.....	57
Figura 11. Mudanças nas marcas naturais da nadadeira dorsal do indivíduo I ₁₀	59
Figura 12. Mudanças nas marcas naturais da nadadeira dorsal do indivíduo I ₅	59
Figura 13. Outras marcas (arranhões) observadas nos golfinhos I ₈ e I ₇	60
Figura 14. Vista do flanco direito da nadadeira dorsal do indivíduo I ₁	60
Figura 15. Indivíduo M ₁ , registrado na barra do rio Tramandaí.....	61
Figura 16. Gráfico de correlação entre observações totais dos golfinhos em 1996 e temperatura da água....	67
Figura 17. Gráfico de correlação entre temperatura da água e observações de golfinhos em 1996.....	67
Figura 18. Gráfico de correlação entre observações totais dos golfinhos em 2002 e temperatura da água....	68
Figura 19. Gráfico de correlação entre temperatura da água e observações de golfinhos em 2002.....	68
Figura 20. Gráfico de correlação entre observações totais dos golfinhos em 2003 e temperatura da água....	69
Figura 21. Gráfico de correlação entre temperatura da água e observações de golfinhos em 2003.....	69
Figura 22. Distribuição das classes dos índices de associação nos anos de 1996, 2002 e 2003.....	72
Figura 23. Vista do flanco esquerdo da nadadeira dorsal da fêmea I ₁₁ acompanhada do filhote.....	73
Figura 24. Vista do flanco esquerdo da nadadeira dorsal da fêmea I ₆ acompanhada do filhote.....	73
Figura 25. Espectrograma mostrando seqüência de cliques e sons pulsantes.....	75
Figura 26. Distribuição da ocorrência dos assobios.....	77
Figura 27. Média dos valores de frequência fundamental de todos os assobios registrados.....	80
Figura 28. Espectrogramas de modulação da frequência fundamental, representativo de cada um dos grandes grupos encontrados.....	82
Figura 29. Distribuição da ocorrência dos assobios em cada um dos cinco grandes grupos.....	83
Figura 30. Valores de frequência mínima para cada um dos cinco grandes grupos de modulação da frequência fundamental dos assobios analisados.....	86
Figura 31. Valores de frequência máxima para cada um dos cinco grandes grupos.....	86
Figura 32. Valores do intervalo de variação de frequência para cada um dos cinco grandes grupos.....	87
Figura 33. Valores do intervalo de duração para cada um dos cinco grandes grupos.....	87
Figura 34. Espectrogramas apresentando a caracterização visual do padrão de modulação da frequência fundamental, representativo de cada uma das 10 categorias encontradas para os assobios.....	93
Figura 35. Distribuição da ocorrência dos assobios em cada uma das 10 categorias de modulação.....	94
Figura 36. Valores de frequência mínima para cada uma das 10 categorias de modulação.....	102
Figura 37. Valores de frequência máxima para cada uma das 10 categorias de modulação.....	102
Figura 38. Valores de intervalo de frequência para cada uma das 10 categorias de modulação.....	103
Figura 39. Valores de duração para cada uma das 10 categorias de modulação.....	103
Figura 40. Espectrogramas apresentando a caracterização visual do padrão de modulação da frequência fundamental, representativo de cada uma das 13 subcategorias da categoria I.....	106
Figura 41. Espectrogramas apresentando a caracterização visual do padrão de modulação representativo de algumas subcategorias, categorias e grandes grupos.....	107
Figura 42. Espectrogramas apresentando a caracterização visual do padrão de modulação representativo de algumas subcategorias, categorias e grandes grupos.....	108
Figura 43. Distribuição da ocorrência dos assobios em cada uma das sete classes de tamanho de grupo de golfinhos, verificadas durante os registros acústicos.....	111
Figura 44. Distribuição da ocorrência dos assobios em cada um dos cinco grandes grupos de modulação da frequência fundamental, durante os momentos de agrupamentos que incluíam fêmeas e filhotes.....	116
Figura 45. Espectrogramas mostrando assobios concomitantes emitidos na presença de uma da dupla I ₁₁ e I ₁₂	119

Figura 46. Espectrogramas mostrando seqüências de assobios emitidos na presença da dupla I_{11} e I_{12}	120
Figura 47. Espectrogramas mostrando seqüências de assobios emitidos na presença da dupla I_{11} e I_{12}	121
Figura 48. Espectrogramas mostrando seqüências de assobios emitidos na presença das fêmeas com filhotes.....	122
Figura 49. Exemplo da aquisição dos parâmetros de um assobio pelo método de extração automática.....	125
Figura 50. Representação da margem de erro entre os dois métodos de extração utilizados para avaliar os assobios. A margem de erro foi calculada para os seis parâmetros analisados.....	126
Figura 51. Representação gráfica dos valores de atenuação na faixa de atuação inferior do filtro, mostrando os valores de dB referentes à mínima freqüência registrada para um assobio, de 1.384,1 Hz.....	163
Figura 52. Espectrograma com assobio na mesma banda de freqüência do ruído de uma embarcação.....	168
Figura 53. Espectrograma mostrando assobio múltiplo.....	178
Figura 54. Espectrogramas mostrando assobios típicos da categoria VIII e da categoria IV.....	184
Figura 55. Espectrogramas mostrando uma variação na modulação dos assobios da categoria I.....	192
Figura 56. Espectrogramas mostrando variações na modulação dos assobios da subcategoria 8.....	193
Figura 57. Espectrogramas mostrando assobios classificados na subcategoria 13 registrados em um momento de encontro entre dois indivíduos do grupo.....	194
Figura 58. Espectrograma mostrando um exemplo de assobio da categoria I, apresentando variações de amplitude ao longo da modulação do assobio.....	195
Figura 59. Espectrograma mostrando dois assobios com modulação ascendente, emitidos em seqüência, e seguidos da emissão de um som pulsante.....	200
Figura 60. Espectrogramas mostrando sons pulsantes com diferentes padrões de emissão, duração e modulação de freqüência.....	201
Figura 61. Espectrograma mostrando um assobio com mais de uma harmônica, sendo que a segunda harmônica é cortada pelo limite de freqüência do sistema.....	202

Índice de Anexos	
Anexo 1. Valores médios da temperatura superficial da água da barra da laguna de Tramandaí.....	249
Anexo 2. Ocorrência sazonal para cada dos indivíduos observados na barra de Tramandaí.....	250
Anexo 3. Freqüência das estações com registros de indivíduos na área da barra da laguna de Tramandaí....	251
Anexo 4. Reavistagens das fêmeas I ₁₁ e I ₆	252
Anexo 5. Freqüências de ocorrências dos golfinhos sozinhos ou associados no ano de 2002.....	253
Anexo 6. Freqüências de ocorrências dos golfinhos sozinhos ou associados no verão de 2003.....	254
Anexo 7. Freqüências de ocorrências dos golfinhos sozinhos ou associados no outono de 2003.....	255
Anexo 8. Freqüências de ocorrências dos golfinhos sozinhos ou associados no inverno de 2003.....	256
Anexo 9. Freqüências de ocorrências dos golfinhos sozinhos ou associados na primavera de 2003.....	257
Anexo 10. Freqüências de ocorrências dos golfinhos sozinhos ou associados no verão de 2002.....	258
Anexo 11. Freqüências de ocorrências dos golfinhos sozinhos ou associados no outono de 2002.....	259
Anexo 12. Freqüências de ocorrências dos golfinhos sozinhos ou associados no inverno de 2002.....	260
Anexo 13. Freqüências de ocorrências dos golfinhos sozinhos ou associados na primavera de 2002.....	261
Anexo 14. Matriz dos índices de associação para o ano de 2002, para cada dupla de golfinho avistado.....	262
Anexo 15. Matriz dos índices de associação para o ano de 2003, para cada dupla de golfinho avistado.....	263
Anexo 16. Descrição dos valores de freqüência nas inflexões para os assobios em cada um dos grandes grupos.....	264
Anexo 17. Número de registros de assobios, por indivíduo ou grupo de golfinhos, entre 2002 e 2003.....	266
Anexo 18. Ocorrência dos grandes grupos para cada indivíduo.....	268
Anexo 19. Descrição dos procedimentos estatísticos e resumo das fórmulas.....	270

*“Agora, minha suspeita é que o universo
não é somente mais estranho do que supomos
mas mais do que podemos supor”*

J. B. S. Haldane

Um estudo de longa duração de um grupo costeiro de golfinhos *Tursiops truncatus* (Montagu, 1821) (Cetacea, Delphinidae) no sul do Brasil: aspectos de sua biologia e bioacústica

1. Introdução

1.1. *Tursiops truncatus*

O gênero *Tursiops* Gervais, 1855, engloba mais de sessenta formas nominais hoje largamente sinonimizadas (Hershkovitz, 1966). Atualmente são aceitas apenas duas espécies para o gênero: *Tursiops aduncus*, endêmica do Oceano Índico, e *T. truncatus*, distribuída nos demais oceanos (Rice, 1998; Wang *et al.*, 1999).

O golfinho *T. truncatus* (Montagu, 1821) é o mais estudado dos odontocetos (Odell, 1975; Würsig & Würsig, 1979; Shane *et al.*, 1986), sendo extensivamente pesquisado em cativeiro desde 1914. Esta espécie não apresenta muita variação na forma do corpo, embora possam haver variações geográficas no tamanho (Perrin, 1984) e no padrão de coloração (Mitchell, 1970). Filhotes nascem após um período de gestação de aproximadamente um ano (McBride & Kritzler, 1951; Tavalga & Essapian, 1957; Cockcroft & Ross, 1990), e sugere-se que o intervalo entre os filhotes seja de aproximadamente dois anos (Tavalga & Essapian, 1957). O tamanho ao nascer varia entre 98 e 130 cm (Perrin & Reylly, 1984 *apud* Simões-Lopes, 1995), embora os valores possam diferir conforme a região. Nas águas do Japão, os filhotes nascem com aproximadamente 128 cm (Kasuya *et al.*, 1986 *apud* Wells & Scott, 1999), no sul da África com aproximadamente 103 cm (Cockcroft & Ross, 1990), e ao longo da costa Atlântica central americana com cerca de 117 cm (Mead & Potter, 1990).

Embora alguns estudos indiquem que a taxa de mortalidade atua igualmente em ambos os sexos e todas as categorias de idade (Hersch *et al.*, 1990a), pouco ainda se sabe a respeito da estrutura populacional e taxas de vida de populações de animais de vida livre. A maioria dos estudos indica uma proporção sexual de aproximadamente 1:1 (Sergeant *et al.*, 1973; Tyack, 1986; Hersh *et al.*, 1990a). Wells *et al.* (1987), entretanto, registraram que a proporção sexual pode se tornar assimétrica (2:1) em favorecimento de fêmeas adultas, devido a maior mortalidade juvenil de machos. Estudos na Flórida e sul da África mostram que *T. truncatus* pode viver mais de 40 anos (Cockcroft & Ross, 1990; Scott *et al.*, 1990; Wells *et al.*, 1990). Fêmeas parecem viver mais de 50 anos, e machos de 40 a 45 anos. A fêmea mais velha encontrada em uma população de Sarasota, Flórida, tinha 52 anos de idade, 8 anos a mais do que o macho mais velho registrado até então (Wells *et al.*, 1987).

Em relação à idade de maturidade sexual, parece haver variação nos resultados obtidos de autor para autor e de uma população à outra (Odell, 1975). Na Flórida, fêmeas maturam em geral com idade entre 5 e 12 anos, quando atingem um comprimento de 220 a 235 cm, e machos de 10 a 13 anos, com 245 a 260 cm (Sergeant *et al.*, 1973; Tyack, 1986). Na África, segundo Cockcroft & Ross (1990), fêmeas atingem a maturidade sexual de 9 a 11 anos, e machos podem iniciar a puberdade entre 9 e 12, com um valor médio de idade de maturidade sexual atingido em torno de 14,5 anos. Já no Japão, 50% das fêmeas estavam sexualmente maduras aos 7 anos de idade e com 267 cm de comprimento, e estimou-se que os animais mais novos sexualmente ativos tinham em torno de 3,5 anos de vida (Kasuya *et al.*, 1986 *apud* Wells & Scott, 1999). Mead & Potter (1990) registraram, ao longo da costa Atlântica central americana, fêmeas que atingiam a maturidade sexual entre 7 e 13 anos.

O golfinho *T. truncatus* apresenta uma distribuição cosmopolita, tanto em águas costeiras quanto oceânicas (Rice, 1998; Wells & Scott, 1999). Estas duas formas, costeira e oceânica, são reconhecidas com base em estudos de hematologia, morfologia, conteúdo estomacal (Ross, 1977; Walker, 1981; Duffield *et al.*, 1983), genética (Hoelzel *et al.*, 1998; Wang, 1999; Wang *et al.*, 1999) e mesmo presença ou ausência de parasitas (Hersch & Duffield, 1990; Kenney, 1990; Mead & Potter, 1990; Van Waerebeek *et al.*, 1990). Ocorre nas águas tropicais e temperadas de todo o mundo (Kenney, 1990; Mead & Potter, 1990; Boutiba, 1994; Jefferson *et al.*, 1997), e é muitas vezes observado entrando em lagoas e subindo rios, como na laguna dos Patos, RS (Castello & Pinedo, 1977), no rio Tubarão, em Laguna, SC (Simões-Lopes, 1991; Simões-Lopes & Ximenez, 1993), assim como em sistemas de mangue (Martuscelli *et al.*, 1996). No Brasil, além de populações costeiras (Pinedo, 1982; Gomes, 1986; Möller *et al.*, 1994a,b; Simões-Lopes, 1995; Hoffmann, 1997; Dalla Rosa, 1999; Bernardi, 2000), também já foi registrada a ocorrência desta espécie em águas oceânicas (Dalla Rosa, 1998; Sampaio & Reis, 1998; Zerbini *et al.*, 1998) e ao redor de ilhas e atóis (Skaf & Secchi, 1994; Caon & Ott, 2000, 2001).

1.2. Estudos de longa duração

A longevidade, amadurecimento tardio e intervalo entre os nascimentos apresentados pelos cetáceos fazem com que um entendimento acurado de suas sociedades seja difícil de se obter a partir apenas de uma ou duas estações de campo. O valor das pesquisas de longa duração vêm sendo reconhecido como um acesso viável para algumas espécies de odontocetos (Mann & Smuts, 1999).

Com um acompanhamento freqüente, é possível distinguir características e padrões insuspeitos ou inacessíveis através de observações esparsas e pontuais. Assim, um trabalho de longa duração pode revelar a estrutura e composição social de um determinado grupo, sua dinâmica etária e populacional, bem como os históricos de vida dos indivíduos, desde seu nascimento até a maturidade. Um trabalho de longa duração pode revelar, ao longo do tempo, a composição do grupo, e principalmente seu possível aumento, através do nascimento de filhotes, podendo, através destas observações, ser realizadas a sexagem de alguns golfinhos (no caso, das fêmeas com filhotes) sem que ocorram maiores interferências por parte dos pesquisadores. Um estudo de longa duração permite ainda acompanhar a evolução das marcas naturais que são utilizadas na fotoidentificação dos indivíduos, conferindo então um maior grau de acuidade a este método.

Segundo Connor *et al.* (1998), existem ainda poucos estudos de campo de longa duração, onde os indivíduos do grupo são identificados, ambos fatores importantes para um melhor conhecimento do sistema social desses animais e para um melhor entendimento da evolução social no ambiente marinho. Estudos das unidades sociais de animais individualmente reconhecidos têm revelado vários níveis de estabilidade de grupo. Trabalhos com orcas (*Orcinus orca*), como o de Condy *et al.* (1978), Lopez & Lopez (1985) e de Felleman *et al.* (1991), são facilitados pelo fato dos animais possuírem marcas individuais altamente distintas de sexo e idade. Com *T. truncatus*, vários estudos foram realizados a partir de observações das populações naturais, através de indivíduos fotoidentificados reavistados (Connor & Smolker, 1985, 1990; Wells *et al.*, 1987; Ballance, 1990; Corkeron, 1990; Hansen, 1990; Würsig & Harris, 1990; Würsig & Jefferson, 1990; Wells, 1991; Ballance, 1992; Bräger *et al.*, 1994; Capella *et al.*, 1994; Möller *et al.*, 1994a,b; Schultz & Corkeron, 1994; Dufault & Whitehead, 1995, 1998; Simões-Lopes, 1995; Bearzi *et al.* 1997; Dalla Rosa, 1999; Möller & Beheregaray, 2001; Shirakihara *et al.*, 2002; Markowitz *et al.*, 2003). Neste tipo de trabalho é necessária uma análise cuidadosa das marcas naturais da nadadeira dorsal dos indivíduos (Würsig & Würsig, 1977), e em muitos casos técnicas mais precisas de avaliação das diferenças individuais podem ser aplicadas, principalmente para grandes populações (Defran *et al.*, 1990).

1.3. Organização social

Todos os cetáceos são animais sociais, embora o grau de sociabilidade varie intensamente de uma espécie para outra. As possíveis razões para viverem em grupos podem ser: (1) aumento da eficiência na captura de presas, (2) benefícios na reprodução e

crescimento, (3) integração social e comunicação, (4) aprendizagem, (5) defesa e (6) respostas aos ciclos ambientais (Norris & Dohl, 1980). De acordo com Tyack (1986) os misticetos geralmente formam grupos pouco coesos durante o seu deslocamento. Nas áreas de alimentação e reprodução, porém, ocorre uma agregação dos indivíduos e intensa atividade social. Já os odontocetos podem ter estruturas sociais mais complexas, sendo encontrados desde indivíduos solitários até grupos de centenas de animais.

A espécie *T. truncatus* é encontrada geralmente em grupos de dois a 15 animais (Shane *et al.*, 1986), embora os grupos possam atingir 10.000 indivíduos, em algumas localidades do Oceano Pacífico tropical (Scott & Chivers, 1990). A densidade de *T. truncatus* varia entre 0,27 e 0,75 indivíduos/km² para diferentes localidades (Barham *et al.*, 1980 *apud* Geise, 1991). O tamanho do grupo tende a aumentar com a profundidade da água ou habitats mais abertos (Wells *et al.*, 1980; Shane *et al.*, 1986). Agrupamentos maiores podem também estar relacionados com certas atividades ou comportamentos (Würsig & Würsig, 1979; Cockcroft & Ross, 1990), como a redução do risco de ataque por predadores (Scott & Chivers, 1990). Porém, indivíduos solitários são também registrados em algumas regiões (Lockyer, 1990; Bloom, 1991).

Shane *et al.* (1986) observaram que, dentro de populações de *T. truncatus* que formam unidades sociais relativamente permanentes, em uma área de vida definida ('home range'), as interações sociais e os movimentos individuais são baseadas na idade e sexo dos indivíduos. Wells *et al.* (1987) também corroboram a hipótese de uma estrutura social estável baseada na idade e sexo, sendo que as interações sociais envolvem os membros da mesma comunidade. A condição reprodutiva e as relações familiares também foram salientadas por Wells (1991), sendo que o autor apresenta quatro unidades estruturais principais que parecem basear a comunidade: (1) pares, mãe-filhote, (2) grupos de subadultos de um único sexo ou misturados, (3) grupos de fêmeas com seus mais recentes filhotes, (4) machos adultos, a sós ou em fortes ligações de duplas ou trios.

Estudos de longa duração que calcularam índices de associação para grupos diferentes mostram uma variedade de resultados, desde grupos com muitas ligações fortes e duradouras entre os indivíduos (Wells *et al.*, 1987) até grupos com interações fracas e fluídas (Ballance, 1990; Bräger *et al.*, 1994), indicando que *T. truncatus* apresenta uma organização social extremamente flexível, adaptando-se às mais variadas situações.

Bräger *et al.* (1994) apontam para o fato dos estudos dos padrões de associação de *T. truncatus* serem baseados na premissa de que a proximidade física é um sinal de afiliação. Esses padrões tem sido usados para sugerir ligações ao longo do tempo e até mesmo

elementos de estratégias de acasalamento (Norris & Dohl, 1980; Wells *et al.*, 1987; Wells, 1991). Apesar disto, foi observado que os índices de associação nem sempre indicam a qualidade ou importância da associação para os golfinhos envolvidos (Bräger *et al.*, 1994), e os baixos índices encontrados em grandes populações não representam, necessariamente, a falta de associações importantes, pois elas podem estar relacionadas somente com certos comportamentos ou certas áreas. A alta fluidez e a natureza breve das associações parece ser devida ao fato dos golfinhos reconhecerem-se mutuamente, sem necessitarem de associações regulares (Bräger *et al.*, 1994). Os pré-requisitos seriam o reconhecimento individual e a existência de um sistema baseado em um considerável grau de altruísmo recíproco (Connor & Norris, 1982).

As mais fortes associações encontradas foram entre mãe e filhote (Shane *et al.*, 1986; Wells *et al.*, 1987; Ballance, 1990; Scott *et al.*, 1990), embora fortes associações entre machos também tenham sido observadas (Wells *et al.*, 1987; Smolker *et al.*, 1992; Felix, 1994; Krützen *et al.*, 2003; Lusseau *et al.*, 2003). Wells *et al.* (1987) registraram um jovem acompanhando sua mãe até os 10 anos de idade, e observaram que eles tendiam a ser encontrados em grupos maiores, que diminuía de tamanho com a idade do golfinho. As associações entre machos e fêmeas adultos foram mais frequentes durante a estação de acasalamento, fato corroborado pelas observações de Tayler & Saayman (1972), que notaram que não há ligações fixas de pares sexuais.

Shane *et al.* (1986) e Wells *et al.* (1987) sugerem que o aprendizado, dentro do contexto de unidade social, é de maior importância para explicar as associações prolongadas entre mãe e filhote. Em grupos de fêmeas, mães com filhotes de idades similares tendem a formar associações estáveis entre si. Como consequência, seus filhotes formarão associações estáveis entre eles. Fêmeas, após maduras, retornam ao grupo de origem, e os machos que cresceram juntos podem ser parentes, devido à proximidade genética de suas mães. Segundo os autores, este padrão teria implicações genéticas, pois os membros dos grupos tenderão a se relacionar mais estritamente. Se tais relações genéticas entre associações fechadas existem, haverá um favorecimento para a evolução do comportamento altruístico e cooperativo.

Em cetáceos, a estabilidade do grupo varia desde estáveis grupos familiares de *O. orca* até a fluída sociedade fusão-fissão do golfinho rotador, *Stenella longirostris*. Segundo Bräger *et al.* (1994), *T. truncatus* parece ser intermediário entre esses extremos. Em um trabalho realizado na Baía de Galveston, Texas, os padrões de associação entre os indivíduos foram fracos, com poucas associações fortes entre eles. Na Flórida, foi observada a alta heterogeneidade genética da comunidade a despeito da sua natureza relativamente fechada,

sugerindo que ela pode ter sido mantida pelo movimento de machos para fora da área normal de sua comunidade e de possíveis cruzamentos férteis resultante dessas excursões (Wells, 1986; Duffield & Wells, 1986 *apud* Wells *et al.*, 1987).

Outros tipos de interações intraespecíficas têm sido documentados entre cetáceos, além dos comportamentos sociais afiliativos. Dentre estes, podem ser encontrados, por exemplo, comportamentos envolvendo agressão física (Herzing, 1996; Connor *et al.*, 2001). Em *T. truncatus*, agressão entre machos da mesma espécie freqüentemente envolve interações entre vários indivíduos, como quando alianças de machos competem por acesso às fêmeas (Connor *et al.*, 1999). Comportamentos agonísticos podem ser observados desde posturas e emissões acústicas ('ameaças'), até contato corporal com violência física (Parsons *et al.*, 2003, observaram perda temporária de consciência de um dos machos envolvidos em uma briga). Tais comportamentos parecem estar vinculados a um aumento no sucesso reprodutivo para estes animais. Estudos em cativeiro mostram que *T. truncatus* tem uma complexa organização social, freqüentemente com uma hierarquia de macho dominante (McBride & Kritzler, 1951; Essapian, 1953; Tavalga & Essapian, 1957; Östman, 1991; Samuels & Gifford, 1997).

Outro tipo de interação interespecífica onde a organização social dos animais é importante envolve comportamentos utilizados nas atividades alimentares. Espécies como *T. truncatus* e o golfinho comum, *Delphinus delphis*, podem apresentar nítido comportamento de grupo entre os indivíduos (Würsig & Würsig; 1979; Reynoso, 1991), fato também registrado para grupos de orcas (Condy *et al.*, 1978; Lopez & Lopez, 1985; Whitehead & Glass, 1985). Populações costeiras de *T. truncatus* apresentam ainda outros tipos de técnicas alimentares, como a interação verificada entre *T. truncatus* com pescadores artesanais de tainhas (*Mugil spp.*), no sul do Brasil (Simões-Lopes, 1991, 1995) e na costa da Maurîtânia (Robineau, 1995). Algumas outras espécies, como o boto-vermelho da Amazônia (*Inia geoffrensis*), também apresentam interações cooperativas similares (Lamb, 1954).

No sudeste da África (Cockcroft & Ross, 1990) a variedade de presas consumida por *T. truncatus* nesta região é uma das maiores já registradas para qualquer cetáceo, suportando a interpretação usual de que os golfinhos são oportunistas. Segundo Pinedo (1982), a dieta de *T. truncatus* no sul do Brasil também caracteriza-se por um comportamento oportunista, onde não haveria seleção das presas por espécies e sim por tamanhos. Vários autores referem ser a tainha (*Mugil spp.*) a presa dominante em sua dieta (Gunter, 1942; Hamilton & Nishimoto, 1977; Wells *et al.*, 1980, Irvine *et al.*, 1981), embora Barros & Odell (1990) tenham relatado que esta espécie pode ser superestimada na alimentação de *T. truncatus*. Outras espécies de

peixes, como a corvina, *Micropogonias furnieri*, e o peixe espada, *Trichiurus lepturus*, também são descritas como presas predominantes de *T. truncatus*, no Estado do Rio Grande do Sul (Pinedo; 1982; Moreno, 1999; Mehesen *et al.*, 2005), o que parece corroborar com a idéia de Corkeron *et al.* (1990) de que, caso tenha escolha, *T. truncatus* mostra preferência por certos itens alimentares. Rossbach & Herzing (1997) relataram um tipo específico de estratégia alimentar em *T. truncatus* nas Bahamas, onde os indivíduos capturam a presa retirando-as diretamente da areia de fundo, comportamento denominado de ‘crater-feeding’, visto deixarem uma pequena cratera na areia após a retirada de pequenos peixes.

O comportamento flexível de *T. truncatus* tem contribuído para o seu sucesso em diversos habitats, registrando-se uma ampla variedade de comportamentos alimentares, cada um dos quais podendo estar associado com condições ecológicas específicas (Shane, 1990a,b). As diferenças nos padrões de residência e atividade observadas em diferentes populações, podem refletir indiretamente diferenças na oferta trófica ou nas correntes, pois estas últimas podem influenciar diretamente o movimento das presas (Würsig & Würsig, 1979; Shane, 1990a; Hanson & Defran, 1993; Capella *et al.*, 1994). Características da área como a profundidade também pode influenciar os padrões de ocupação dos animais. Würsig & Würsig (1979), por exemplo, constataram que os golfinhos despendiam 92% do seu tempo em águas com menos de 10 metros de profundidade, no Golfo de San José, Argentina. Também Griffin & Griffin (2003) observaram que *T. truncatus* foi a espécie dominante em águas costeiras mais rasas que 20 m, na porção leste do Golfo do México.

Shane *et al.* (1986) fazem também algumas amplas generalizações acerca do comportamento alimentar de *T. truncatus*, dentre as quais as de que: (1) golfinhos parecem ser ativos tanto de dia quanto de noite, (2) baseado em observações diurnas, eles tem picos alimentares no início da manhã e no final da tarde (Bräger, 1993, e Hanson & Defran, 1993, observaram o mesmo padrão, embora no último trabalho apenas no período de verão), (3) a proporção de tempo devotado à alimentação parece aumentar no outono e inverno, ao menos no Texas (Bräger, 1993, relacionou o fato com o decréscimo na abundância de presas no outono), (4) estratégias alimentares são flexíveis e adaptadas ao habitat e recursos alimentares e (5) o comportamento social é o maior componente do regime de atividade diária dos animais.

De acordo com vários autores (Irvine *et al.*, 1981; Shane *et al.*, 1986; Shane, 1990a; Bräger, 1993), muitos grupos de *T. truncatus* apresentam um padrão de ciclos diários definidos e uma marcada sazonalidade. Sugeriu-se também que a frequência de interações sociais pode ser afetada por tais ciclos diários (Saayman *et al.*, 1973; Mate *et al.*, 1995). O

tamanho e configuração da área, assim como as variáveis ambientais, também podem ser fatores limitantes das interações sociais, visto que podem condicionar a ocorrência dos golfinhos direta ou indiretamente, como, por ex., através da influência na frequência e abundância de presas. Defran *et al.* (1999), ao estudarem quatro populações desta espécie ao longo da costa da Califórnia e México, encontraram diferenças de fidelidade dos animais em relação aos locais. Os autores relacionaram este padrão à características específicas da região, diferenças de conformação de costa, como maior número de baías ou áreas protegidas, podem ser refletidas em diferenças de escala espaciais e temporais na distribuição destes recursos alimentares.

1.4. Bioacústica¹

A audição nos cetáceos é mais desenvolvida do que na maioria dos mamíferos, o que lhes permitiu explorar meios onde as condições de visibilidade são, muitas vezes, limitadas (Berta & Sumich, 1999). Dado que na água o som se propaga aproximadamente 4,4 vezes mais rápido que no ar, os sinais acústicos são um meio de comunicação ideal para mamíferos marinhos. Assim, o porte de um sistema bem desenvolvido de emissão e recepção acústica confere uma nítida vantagem adaptativa aos cetáceos. De maneira geral, as emissões acústicas produzidas pelos cetáceos possuem duas funções básicas: ecolocalização e comunicação.

1.4.1. Sons de ecolocalização e sensibilidade auditiva: uma breve revisão

A ecolocalização (ou biosonar) destina-se a localizar e analisar objetos, bem como definir sua própria orientação, onde o animal emite e detecta seu próprio som refletido de objetos do ambiente. Ainda não há evidência de seu uso pela Subordem Mysticeti. Alguns sons emitidos por odontocetos caracterizam-se por serem pulsos sonoros de banda ampla (até 150 kHz), com duração de 10 a 200 μ sec (Diercks *et al.*, 1973). Sequências de cliques tendo intervalo interclique maior que 10 ms são provavelmente usados para ecolocalização, e estes sons de ecolocalização tendem a ter uma estrutura de frequência bimodal², como descrito por Au *et al.* (2004) para a orca. Altas frequências resultam em maior eficiência na

¹ **Bioacústica:** é um ramo da ciência referente à produção do som e seus efeitos nos sistemas vivos. Em particular, a comunicação animal, que trata da produção, significados (lingüística animal e cognição) e efeitos dos sons gerados por animais.

² Um **padrão bimodal** de um pulso significa que os maiores valores de intensidade são encontrados em duas zonas do espectro deste sinal (máximos locais). Por exemplo, em um pulso que atinge uma frequência de até 120 kHz, as maiores intensidades podem ser encontradas tanto no intervalo de frequência de 10 a 20 kHz quanto no de 60 a 80 kHz.

ecolocalização, por apresentarem comprimentos de onda mais curtos e com maior poder de resolução, possuindo ainda, de acordo com Marten (2000), uma maior direcionalidade. Estas ondas sonoras de alta frequência, quando refletidas, indicam de maneira mais acurada a presença, tamanho e forma de um objeto. Trabalhos iniciais já relacionavam estas propriedades como um importante sentido de percepção do meio, principalmente para golfinhos que se deslocam rapidamente e ocasionalmente habitam baías e estuários, locais geralmente de águas mais rasas e grande reverberação, onde a produtividade orgânica e a presença de partículas sedimentares em suspensão podem gerar águas com maior grau de turbidez (Kellog & Kohler, 1952; Kellog *et al.*, 1953; Kellog, 1958).

Wiersma (1982) sugere que o uso do termo banda ampla não seja empregado para os sinais de ecolocalização, pois eles são simultaneamente curtos no tempo e estreitos em frequência. Visto que eles se aproximam do limite inferior teórico para o produto da duração do tempo *versus* largura de banda de frequência (onde a interdependência destas propriedades gera uma relação inversa entre ambas), o autor sugere que não sejam tratados nem como sons de ‘banda larga’ nem ‘banda estreita’, mas meramente ‘sinais de largura de banda de pequena duração’. No presente trabalho, entretanto, serão utilizados os termos ‘banda ampla’ e ‘banda estreita’, uma vez que a grande maioria das referências bibliográficas ainda preserva tal nomenclatura.

Seqüências de cliques com pequeno intervalo interclique, menor que 3ms (ou não excedendo 10ms, segundo Lammers *et al.*, 2003) são usualmente referidos como sons pulsantes explosivos (‘burst pulsed sounds’), e são muito diferentes dos cliques de ecolocalização. Eles consistem de seqüências muito rápidas de pulsos com picos de frequências entre 40 e 80 kHz, gerando um ‘aspecto contínuo’ quando visualizados no espectrograma, sendo que também podem apresentar um espectro bimodal, com alguns picos abaixo de 20 kHz e outros em torno de 80 kHz (Lammers *et al.*, 2003). Sons pulsantes parecem ser emotivos e produzidos principalmente em contatos íntimos entre indivíduos (Dawson, 1991; Herzing, 1996).

Cada espécie parece produzir sons de ecolocalização com padrões de emissão de seqüência, intervalos e alcances (âmbito de frequência) diferentes. O boto de Harbour, *Phocoena phocoena*, emite cliques de ecolocalização que iniciam em 28 kHz e atingem frequências de até 180 kHz (Akamatsu *et al.*, 1994), a cachalote-pigmeu, *Kogia breviceps*, parece emitir cliques de ecolocalização somente em frequências altas, entre 60 kHz a 200 kHz, com máxima energia em 125 kHz (Marten, 2000), e a baleia bicuda nariz-de-garrafa,

Hyperoodon ampullatus, apresenta cliques em torno de 24 kHz (Hooker & Whitehead, 2002), consideravelmente menor do que outras espécies. A taxa de emissão de sons de ecolocalização pode ser afetada pelo comportamento alimentar, diferenças individuais e contexto em que o animal se encontra (Akamatsu *et al.*, 1994). A frequência emitida também parece se adaptar ao contexto. Hooker & Whitehead (2002) correlacionaram a frequência dos cliques (24 kHz) de *H. ampullatus* com o tamanho corporal de sua presa potencial (sua dieta é composta predominantemente por lulas da espécie *Gonatus steenstrupi*), com aproximadamente 10 cm, e onde os cliques de ecolocalização parecem estar adaptados para forragear objetos maiores que 6 cm.

Miller *et al.* (1995) descreveram uma técnica utilizada por narvais, *Monodon monoceros*, através dos cliques de ecolocalização e sons pulsantes, onde o espectro de frequência dos primeiros sons atingiu um valor máximo de 40 ± 10 kHz, e do segundo tipo 19 ± 1 kHz. Os autores creditaram o uso destes sons a um método de captura, onde os cliques de ecolocalização (de banda ampla e alta intensidade) parecem ser emitidos para buscas a maiores distâncias, alterando este padrão para sons pulsantes, momentos antes da captura efetiva, traçando uma correlação com técnicas utilizadas por algumas espécies de morcegos. No momento de captura, o animal reduz significativamente tanto a amplitude quanto a taxa de emissão das seqüências de cliques.

Wahlberg (2002) também relacionou o uso de sons de ecolocalização com o comportamento de forrageio de cachalotes, *Physeter catodon*, em profundidades de até 1.245 m, e observou que o padrão de intervalo intercliques não é somente ditado pela atividade do sonar, mas também por mecanismos pneumáticos de geração de sons, trabalhando sob uma variedade de pressões ambientais. O órgão espermaceti desta espécie, interpretado inicialmente como uma estrutura envolvida na emissão sonora para fins de forrageio e captura de presas, parece apresentar também uma outra função acústica. Cranford (1999), devido ao grande dimorfismo sexual observado nesta estrutura, sugere que as informações de tamanho corpóreo, transmitidas pelos intervalos intercliques (por sua vez influenciados diretamente pelo tamanho do órgão espermaceti, Gordon, 1991), poderiam servir como ‘autopropaganda’, relacionada à seleção sexual.

Hult (1982) sugere uma outra função para os sons de ecolocalização, utilizado por *T. truncatus*. Utilizando seqüências de cliques de alta intensidade, golfinhos cativos conseguem agrupar e selecionar peixes de dentro do cardume. Algumas outras espécies de odontocetos também parecem desenvolver habilidades acústicas que as ajudam na captura de presas (Norris & Mohl, 1983; Zaegaeski, 1987). Entretanto esta técnica parece não funcionar para

qualquer presa. Utilizando intensidades maiores do que a esperada para a atividade vocal de um animal, Mackay (1988) registrou, em simulações, a ausência de debilitação em polvos, sugerindo que o atordoamento acústico de certas presas, que possuam propriedades acústicas semelhantes à água (por não terem proteção óssea), pode não ser um método de caça totalmente eficaz.

Muitas espécies de cetáceos parecem reconhecer e responder aos sons de outras espécies. Sons de orcas em específico parecem afetar o comportamento de muitas baleias, sendo que reações como afastamento ou alteração de comportamento são observadas, sugerindo que estão evitando um perigo potencial. Baleias cinzentas, *Eschrichtius robustus*, da região de San Diego, Califórnia, reagiram a sons de orcas emitidos artificialmente em experimentos (Cummings & Thompson, 1971), nadando em direção oposta à fonte sonora. A migração de belugas, *Delphinapterus leucas*, para regiões internas do rio Kvichak, Alasca, também parece ter sido interrompida pela emissão destes sons (Fish & Vânia, 1971).

Barrett-Lennard *et al.* (1996) observaram na Columbia Britânica e Alasca uma redução na atividade de ecolocalização de orcas não residentes, sugerindo o uso de audição passiva na detecção de presas. O tamanho do grupo também parece afetar estas emissões, sendo que em grupos maiores a taxa de emissão individual diminuiu. Os autores comparam a relação custo-benefício da emissão de sons de ecolocalização para indivíduos que estão transitando pela costa, onde a necessidade da ecolocalização para evitar encalhes pode afetar o sucesso de captura de presas (como outros mamíferos marinhos), que possuem sensibilidade auditiva na mesma faixa de frequência usada por elas. Estes animais não residentes usaram frequentemente sinais de ecolocalização curtos e com baixa taxa de emissão, o que sugere que podem obter informações importantes destes períodos temporais ínfimos, sem alertar de maneira significativa presas potenciais.

Muitos estudos recentes, como os de Moore (1997) e Finneran *et al.* (2002a,b), vêm abordando diversos aspectos relacionados à capacidade e aos limites da audição de várias espécies de odontocetos, principalmente quanto à detecção e discernimento dos sons de ecolocalização. Johnson (1967) assumiu que *T. truncatus* tem um intervalo de audição funcional que vai de 100 Hz a 150 kHz. A melhor sensibilidade desta espécie, entretanto, encontra-se entre os 15 e 110 kHz (Au, 1993).

O intervalo de frequência para a melhor audição é arbitrariamente definido como o intervalo em que a sensibilidade auditiva está dentro de 10dB da sensibilidade máxima. Esta propriedade também foi definida para outras espécies como o tucuxi, *Sotalia guianensis*, que, embora tenha o limite superior de audição em 135 kHz, apresenta melhor audição entre 64 e

105 kHz (Sauerland & Dehnhardt, 1998). Já para outra espécie, o golfinho listrado, *Stenella coeruleoalba*, a capacidade auditiva foi definida entre 0,5 a 160 kHz (Kastelein *et al.*, 2003), embora o intervalo de melhor sensibilidade tenha sido encontrado na faixa de 29 a 123 kHz (aproximadamente duas oitavas), e a máxima sensibilidade registrada a 64 kHz. Brill *et al.* (2001) descrevem ainda a diminuição da sensibilidade auditiva de altas frequências com o aumento da idade, como foi observado em cativeiro para um macho da espécie *T. truncatus*, com idade de 33 anos, que apresentou perda bilateral de sensibilidade para frequências acima de 55 kHz.

Marler (1955), descrevendo as características de alguns sons dos animais, salientou a importância da modulação de frequência na sensibilidade auditiva, onde mudanças rápidas de frequência fornecem pontos de referência para comparações de tempo binaurais. Renaud & Popper (1975) relacionaram o meato auditivo externo a sons de baixa frequência em *T. truncatus*, e a mandíbula como área importante para detecção de altas frequências. Vários trabalhos concordam que os corpos gordurosos da mandíbula dos golfinhos atuam como canal para a incidência de sons frontais, direcionando-os para as respectivas bulas timpânicas (Brill *et al.*, 1988, 2000, 2001; Brill & Harder, 1991; Møhl *et al.*, 1999; Aroyan, 2001). Sons abaixo de 1,5 kHz podem ser localizados usando diferenças interaurais no tempo de chegada do som, ou por diferenças binaurais de fase, devido ao fato de cada ouvido estar em um ponto diferente do ângulo de fase. Para frequências baixas, entretanto, diferenças de intensidade interaural são mínimas, visto que o comprimento de onda é maior que a cabeça e, conseqüentemente, esta não projeta uma sombra acústica útil ou não atenua suficientemente o sinal. Já em frequências um pouco mais altas, como acima de 3 kHz, o comprimento de onda é menor que a distância interaural para a maioria dos delfínídeos, sendo que maiores informações podem ser obtidas pela diferença de intensidade binaural (Renaud & Popper, 1975; Moore *et al.*, 1995).

Habilidades auditivas incluem alta sensibilidade, uso de um intervalo amplo de frequência, e a capacidade de detectar sinais acústicos em ambientes ruidosos (Au, 1993). Uma característica primária do sistema auditivo nestes animais é a habilidade de perceber sons complexos em seus vários componentes de frequência (Finneran *et al.*, 2002b). Nos sistemas auditivos de mamíferos, esta capacidade seletiva é frequentemente interpretada e modelada como uma coleção de filtros passa-banda sobrepostos, chamada ‘filtros auditivos’ (Patterson, 1974). Um golfinho ecolocalizando é também capaz de discriminar, em seqüências de ecos, os que apresentam ou não amplitude modulada (AM), sendo que este

fenômeno caracteriza a capacidade do animal de integração e processamento dos múltiplos ecos (Dankiewicz *et al.*, 2002; Helweg *et al.*, 2003).

Dubrovsky (2004) sugere que os golfinhos apresentem dois sistemas de percepção auditiva (audição ativa e passiva), separados funcionalmente e, provavelmente, também anatomicamente. Animais em cativeiro parecem apresentar nítidas evidências para o tipo de audição passiva, onde foi observada a diminuição da sua própria taxa de emissão de ecolocalização e o deslocamento para muito próximo do outro indivíduo que emitia estes sons (Xitco & Roitblat, 1996). Esta capacidade de acessar informações provenientes dos ecos de outros animais pode ser favorável para animais de vida livre, por exemplo em formações de deslocamento, onde seu comportamento e distribuição pode estar refletindo a utilização desta técnica. Visto que a ecolocalização e a audição de altas frequências apresentam grande direcionalidade, limitadas a um cone de 10° (Au & Moore, 1984; Au *et al.*, 1986), a eficiência da técnica de escuta passiva para sons de ecolocalização implica na necessidade de íntimo contato entre os animais.

Apesar da evidente necessidade das capacidades auditivas para a sobrevivência dos animais, particularmente aqueles de vida livre, o relato da existência de um golfinho surdo/mudo em cativeiro (Ridgway & Carder, 1997), mas que apresentava boas condições de saúde e peso quando foi coletado em águas do Mississipi, levanta questões a respeito da importância das outras capacidades sensoriais dos animais e da importância das relações sociais existentes entre eles. Os autores sugeriram que sua sobrevivência deve-se à capacidade não só da utilização de outros sentidos que não a audição, mas também pela observação do comportamento dos outros animais, uma vez que benefícios mútuos têm sido reportados por vários estudos (Norris & Dohl, 1980; Connor & Norris, 1982).

1.4.2. Sons de comunicação

A categoria de sons relacionada à comunicação ocorre em toda a Ordem Cetacea, onde as vocalizações³ destinam-se a transmissão de informações variadas, tais como a presença de perigo, recurso alimentar, sua própria posição, identidade, condição reprodutiva, etc. Muitas espécies animais que vivem em grupos possuem sinais de comunicação grupo-específicos, para os quais seus membros convergem através do aprendizado. Tais fenômenos

³ O termo ‘vocalização’ utilizado neste trabalho não implica que o uso de pregas vocais esteja necessariamente vinculado ao mecanismo de produção sonora. É utilizado como termo geral para os sons de golfinhos que, segundo Cranford *et al.* (2000), produzem sons através dos ‘monkey lips’ ou ‘lábios de macaco’ de seu sistema nasal, embora trabalhos recentes (Reidenberg & Laitman, 2001) sugiram o uso das pregas da laringe, que possuem orientação paralela ao fluxo de ar, e podem transmitir as vocalizações diretamente para a água através dos tecidos da região da garganta.

têm sido particularmente descritos para cetáceos (Ford, 1991), onde a especificidade dos sinais individuais, do grupo ou da população frequentemente reflete o sistema social da espécie em questão (Tyack, 1986). Em adição, sons de comunicação podem variar com o contexto comportamental (Taruski, 1979; Ford, 1989).

As vocalizações dos mysticetos parecem ser mais evidentes em momentos de associação, podendo ser produzidas por grupos tanto em momentos acasalamento, quanto outras interações, assim como entre fêmeas e filhotes, indicando a importância da comunicação em contextos sociais (Edds-Walton, 1997). Os sons desta Subordem caracterizam-se, de modo geral, por serem bastante estereotipados, com frequências muito inferiores (em média menores que 5 kHz) às registradas pelos odontocetos, embora existam diferenças entre as espécies. Por exemplo, Oleson *et al.* (2003) registraram a mais baixa vocalização da baleia de Bryde, *Balaenoptera edeni*, com frequências menores que 60 Hz. Mellinger & Clark (2003) observaram vários tipos de sons para baleia azul, *Balaenoptera musculus*, onde seqüências de sinais longos variaram de 15 a 20 Hz, mas outros tipos de vocalizações registradas, de menor duração, atingiram frequências tão baixas como 9 Hz. Dawbin & Cato (1992) registraram os sons emitidos por um juvenil da espécie baleia franca pigméia, *Caperea marginata*, onde as frequências registradas para o início das vocalizações, que se assemelham a pulsos de até 225ms, variaram entre 90 e 135 Hz, mas sempre terminando em torno de 60 Hz, embora os autores sugiram que variações nos parâmetros registrados possam ocorrer como uma função da idade. A baleia jubarte, *Megaptera novaeangliae*, uma das espécies que parece possuir um dos mais complexos repertórios dentre os animais (Wilson, 1975 *apud* Au *et al.*, 2000), possui em suas vocalizações picos de frequências entre 315 e 630 Hz.

Nos odontocetos, os sons de comunicação podem ser de dois tipos: pulsos sonoros e sinais contínuos. Estes pulsos sonoros também possuem banda ampla, como os pulsos de ecolocalização, embora não sejam necessariamente vinculados a esta função, e pareçam ter um papel significativo na comunicação (Herman & Tavolga, 1980). O assobio, um som de frequência modulada de banda estreita, é um tipo de vocalização extremamente comum entre a maioria das espécies de odontocetos (Steiner, 1981). Quase todas as espécies de delfínidos produzem vocalizações similares a assobios e guinchos, exceto para o golfinho heavisidi (ou golfinho de Benguela), *Cephalorhynchus heavisidii* (Watkins *et al.*, 1977; Watkins & Schevill, 1980), para qual somente seqüências de cliques foram registrados. Para as espécies

que não produzem assobios, acredita-se que a comunicação é feita exclusivamente por sons pulsantes (Dawson, 1991).

Características da estrutura das vocalizações parecem, de modo geral, seguir linhas taxonômicas (Steiner, 1981; Wang *et al.*, 1995b). Wang *et al.* (1995b) apresentam também evidências de que o tamanho corporal pode determinar parcialmente a frequência utilizada na vocalização, embora saliente que adaptações ambientais também poderiam levar à adaptações nas características acústicas dos sons, como no caso do boto-vermelho da Amazônia, que produz assobios de baixa frequência, apesar de seu reduzido tamanho, podendo significar uma adaptação ao ambiente de rio.

A habilidade de transmissão e aquisição de informações fornece várias vantagens para os animais, principalmente nos que vivem em grupos socialmente estruturados. Segundo Kastak & Schusterman (1992), “...eficiência no forrageamento, habilidades de navegação e reconhecimento de predadores podem ser melhoradas uma vez que o animal pode generalizar capacidades, que foram apreendidas resolvendo determinado problema. No âmbito sociobiológico, tais aperfeiçoamentos podem servir para reconhecimento de indivíduos ou espécies...”. Sinais de comunicação parecem apresentar intrínsecas pistas de direcionalidade, dadas por mudanças no espectro do som, como resultado da orientação do emissor quando em movimento, e podem ser importantes em vários momentos da vida social dos animais, onde a grande sincronia de grupo observada durante deslocamentos e atividades de pesca parecem refletir a capacidade de produzir tais sinais (Miller, 2002).

Variações nos repertórios acústicos podem ser encontradas diferentemente no repertório de indivíduos, de grupos ou de populações, na medida em que as interações sociais se baseiam em níveis diferentes de relações, e onde a estrutura social parece influir significativamente nos tipos e nas taxas de emissão das vocalizações. Orcas residentes, por exemplo, apresentam repertórios grupo-específico (Ford, 1991), e vivem em sociedades matrilineares altamente estáveis com comportamento alimentar cooperativo (Baird, 2000), onde dialetos próprios ao grupo parecem favorecer esta convivência (Connor *et al.*, 1998).

Ao contrário, em populações de *T. truncatus* que apresentam uma típica estrutura social baseada em diferentes graus de associação, onde o padrão fluído das interações parece predominar (Connor *et al.*, 2000), assobios individuais (ver adiante: assobios assinatura?) podem garantir o reconhecimento interindividual de animais que interagem repetidamente ao longo de anos, sem necessariamente formar associações fortes (Sayigh *et al.*, 1995).

1.4.3. Assobios

Os sons de frequência modulada de banda estreita, comumente chamados de assobios, apresentam a frequência fundamental usualmente abaixo de 20 kHz e com harmônicas até 100 kHz (Lammers *et al.*, 2003), com durações entre 0,05 e 3,2s (Wang *et al.*, 1995b; Bazua-Durán & Au, 2002). Golfinhos parecem produzir um grande número de diferentes contornos de assobios que, todos juntos, compreendem o repertório de assobios da espécie e/ou população (McCowan & Reiss, 1995b; Janik & Slater, 1998). Assobios são considerados sinais usados para regular a organização do grupo (Janik & Slater, 1998).

Wang *et al.* (1995a) analisaram variações nos assobios entre populações de *T. truncatus*, onde as maiores diferenças foram encontradas entre populações de áreas não adjacentes. Segundo os autores, variações na estrutura dos assobios também podem variar conforme o ambiente, onde os animais parecem alterar parâmetros como frequência, duração e modulação, para se adaptar aos níveis de ruído ambiental.

1.4.4. Assobios de *Tursiops truncatus*

A estrutura dos assobios vem sendo estudada principalmente com animais em cativeiro, sendo que a espécie de golfinho mais utilizada em oceanários é *T. truncatus*. Esses golfinhos produzem um amplo repertório de complexas vocalizações, sendo considerada uma espécie extremamente vocal (Wood, 1953; Richardson *et al.*, 1995), com assobios sendo registrados nas mais diversas circunstâncias. Powell (1966) menciona que animais cativos apresentam certa periodicidade vocal, que parece estar vinculada aos ciclos de luz, onde os menores níveis de atividade vocal ocorreram entre 21:00 e 3:00. Os assobios geralmente são o foco das pesquisas devido a sua facilidade de aquisição e análise.

Lilly & Miller (1961a,b), Lilly (1963) e Lang & Smith (1965) estudaram inicialmente os vários tipos de sons emitidos por *T. truncatus* cativos, indicando que os assobios são uma forma de comunicação. Sua frequência pode variar entre 4 e 20 kHz, mas o registro destes valores pode variar em diferentes trabalhos (Herman & Tavolga, 1980). Frequências tão baixas como 1 ou 2 kHz também já foram registradas (Caldwell *et al.*, 1990; Schultz *et al.*, 1995), podendo indicar variações regionais. O componente de frequência mais baixo de um assobio emitido por esta espécie foi 1 kHz, embora tenha sido registrado no meio aéreo (Lilly, 1962 *apud* Schultz & Corkeron, 1994).

Caldwell & Caldwell (1965, 1968), observando cinco *T. truncatus* cativos, propuseram a hipótese do assobio assinatura ('signature whistle'), indicando uma tendência

definida em direção a um assobio estereotipado individual. O assobio assinatura é definido como um assobio individualmente distintivo e estereotipado, que é freqüentemente o tipo de assobio predominante nas emissões de determinado golfinho (de 74 a 95 % do repertório individual), sendo primariamente produzido quando em isolamento (Caldwell & Caldwell, 1965). Contudo, em outros momentos que não de isolamento, os golfinhos podem produzir uma variedade de outros tipos de assobios. Muitos *T. truncatus* cativos observados por três anos (Caldwell *et al.*, 1990) nunca mudaram o contorno da freqüência básica do assobio. Caldwell & Caldwell (1968) registraram a falta de variação nos assobios de vários golfinhos por um período de 3 anos. O assobio de um golfinho pode variar em duração, freqüência, número de inflexões, entre outras características, enquanto mantêm um padrão no contorno da freqüência fundamental altamente distintivo. A constância em tais características levou os autores a sugerirem que este assobio assinatura pode servir primariamente para transmitir a sua identidade para outros membros do grupo. Cada golfinho parece ter seu próprio padrão de assobio, com um repertório primariamente baseado em variações de seu assobio personalizado e incluindo imitações de assobios de outros golfinhos, apontando para um sistema de comunicação altamente dependente do aprendizado e das relações sociais. Trabalhos de longa duração têm demonstrado que os assobios assinatura podem se manter estáveis por no mínimo 12 anos (Sayigh *et al.*, 1990).

Observações de jovens golfinhos cativos mostram que seus assobios assinatura muito parecidos com os de suas mães. Ao nascer os filhotes apresentam um assobio, mas que é instável e não classificado como personalizado. Existem mudanças significativas nos assobios ao longo das classes etárias, geralmente ocorrendo o desenvolvimento do assobio assinatura até o fim do primeiro ano. Diferenças entre os sexos também existem, sendo que machos adultos geralmente assobiam menos freqüentemente que jovens e fêmeas (Caldwell *et al.*, 1990).

A função de reconhecimento individual dos assobios vem sendo corroborada também por experimentos de “playback” (Sayigh *et al.*, 1998), que demonstram que os golfinhos são capazes de discriminar entre assobios de diferentes indivíduos, apresentando reações mais intensas quando eram reproduzidos sons da mãe ou filhote. Janik & Slater (1998) observaram a produção de assobios assinatura em animais cativos somente em momentos de separação voluntária ou forçada dos outros membros do grupo, levando os autores a sugerirem que estes assobios servem para manter o contato entre os indivíduos. McCowan & Reiss (1995b) registraram, em golfinhos cativos, um tipo específico de vocalização (“*thunk*”), usada

predominantemente por mães e outras fêmeas adultas e direcionada aos filhotes, com o intuito de manter sua proximidade física.

Embora vários pesquisadores tenham relatado a presença de assobios assinatura em animais cativos em isolamento, ou animais de vida livre, temporariamente restritos (Caldwell *et al.*, 1990; Sayigh *et al.*, 1990, 1995; Smolker *et al.*, 1993; Janik *et al.*, 1994; Janik & Slater, 1998), McCowan & Reiss (1995a,b, 2001) e McCowan *et al.* (1998) não observaram a ocorrência de assobios assinatura, mas sim tipos de assobios emitidos por todos os animais. As autoras sugerem que os assobios fazem parte de um repertório compartilhado, com a predominância de um tipo específico de assobio com modulação ascendente. Segundo estes estudos, variações acústicas sutis dentro deste tipo poderiam conter informações individuais, para o qual definiram o achado como ‘informação assinatura’ ou ‘informação sobre o indivíduo’ (‘signature information’).

Vários estudos têm mostrado que esta espécie produz uma variedade de tipos de assobios em diferentes contextos (Dreher, 1961; Dreher & Evans, 1964; Burdin *et al.*, 1975; Kaznadzei *et al.*, 1976; McCowan & Reiss 1995,a,b, 1997; Wang *et al.*, 1995a,b; Janik & Slater, 1998). Caldwell *et al.* (1990) e Schultz *et al.* (1995) acreditam que qualquer estudo de comunicação em cetáceos deve começar com a individualização dos assobios e suas variantes, assim como relacioná-los com idade, sexo e outras características. Além disto, como sugerido por Wang *et al.* (1995a), a definição das diferenças na estrutura dos assobios dentro de uma população ou grupo é uma etapa necessária para comparações dos repertórios de diversas localidades.

1.5. Grupo de golfinhos *T. truncatus* da barra da laguna de Tramandaí

No sul do Brasil encontram-se vários grupos costeiros de *T. truncatus* observados entrando em canais e lagunas, principalmente em busca de áreas de alimentação (Möller *et al.*, 1994a,b; Simões-Lopes, 1995; Hoffmann, 1997; Dalla Rosa, 1999; Bernardi, 2000). Um pequeno grupo desta espécie vem sendo observado freqüentemente na área da barra da laguna de Tramandaí, RS, em campanhas isoladas realizadas desde o ano de 1982 (Möller *et al.*, 1994a; Simões-Lopes & Fabián, 1999). Foi também caracterizada a interação dos golfinhos com os pescadores artesanais de tainha (*Mugil* spp.), onde alguns autores (Pryor *et al.*, 1990; Simões-Lopes, 1991; Simões-Lopes *et al.*, 1998) ressaltam a importância da área para a alimentação, com a tainha representando o recurso mais explorado.

Durante o ano de 1996, em um estudo sobre padrões de associação e ocupação da área (Hoffmann, 1997), verificou-se a ocorrência dos indivíduos adultos do grupo (n = 8) em

praticamente todos os meses, com a predominância de animais solitários. Foi registrada a presença de um filhote e sua mãe a partir do mês de abril (Hoffmann *et al.*, 2000), época do ano na qual também ocorreram os maiores agrupamentos.

T. truncatus foi classificado, pela IUCN/2003 (Reeves *et al.*, 2003) e pelo Plano de Ação para Mamíferos Aquáticos do Brasil - versão II (IBAMA, 2001), como “*data deficient*” – DD, significando que os dados conhecidos não permitem uma avaliação. Encontra-se ainda no grupo de espécies “vulneráveis em virtude de sua proximidade às atividades humanas”, sendo recomendado, pelo Plano de Ação para Mamíferos Aquáticos do Brasil (IBAMA, 2001), uma revisão do grau de conservação do gênero através da identificação de populações e do levantamento dos graus de vulnerabilidade destas.

No Plano de Ação, fica exposto que, devido à ampla distribuição da espécie em uma série de habitats distintos, provavelmente ela está sujeita a diferentes pressões antrópicas ao longo da costa brasileira. A maior ameaça para as populações costeiras seria a captura acidental em redes de espera (Pinedo, 1994; Siciliano & Santos, 1994; IBAMA, 2001; Moreno *et al.*, 2001). Apesar da mortalidade por pesca (captura direta ou indireta) não ser expressiva (IWC, 1995), alterações nas artes e/ou áreas de pesca podem mudar esta situação, tornando a espécie mais vulnerável a estas atividades. A mortalidade por captura pode estar sendo subestimada, uma vez que a maioria dos espécimes encalhados é encontrada em avançado estado de decomposição, o que impossibilita a visualização de marcas associadas às atividades de pesca (Pinedo, 1982; Barreto, 2000).

Apesar de ser protegida pelo Decreto Municipal nº 49 (Imbé, RS), de 31 de janeiro de 1990, que declara *T. truncatus* como Patrimônio Natural do município, pouco ainda se sabe a respeito da biologia deste grupo de golfinhos. Estudos de longo prazo orientados para a identificação e acompanhamento de grupos costeiros residentes, assim como de seu grau de vulnerabilidade, podem gerar recomendações mais adequadas para medidas de manejo, principalmente frente aos crescentes problemas ambientais, como poluição e tráfego marítimo. O conhecimento do tamanho, estruturas e status das populações é indispensável para o estabelecimento de programas de conservação eficientes.

1.6. Contexto ambiental da barra da laguna de Tramandaí

A barra da laguna de Tramandaí (29°58'S 50°07'W) localiza-se na Planície Costeira do Estado do Rio Grande do Sul, que apresenta uma superfície aproximada de 22.270 km² de terras emersas e 14.260 km² de superfície de lagoas e lagunas (Schwarzbold, 1982). Por encontrar-se na Zona Subtropical Sul da costa oriental da América do Sul, o clima da região é

controlado por massas de ar de origem tropical marítima e polar marítima (Strahler & Strahler, 1976). As temperaturas médias do ar do mês mais quente, superam os 22°C, e as do mês mais frio se encontram entre -3°C e 18°C. A temperatura média anual situa-se em torno dos 22°C, com uma amplitude térmica de 9,4°C. O vento em toda a área é predominantemente de nordeste, oriundo do Anticiclone de Santa Helena (Anticiclone Subtropical Semipermanente do Atlântico Sul), com direções secundárias de leste no verão e oeste no inverno, quando da penetração dos Ciclones Migratórios Polares. A precipitação na região é uniforme durante todo o ano, com pequeno aumento no inverno (Hasenack & Ferraro, 1989).

O equilíbrio dinâmico das águas circulantes na plataforma continental da costa sudeste da América do Sul é influenciado principalmente por duas correntes oceânicas: nos meses de junho a agosto a Corrente das Malvinas, de águas frias, com temperaturas inferiores a 16°C, e nos meses de dezembro a fevereiro a Corrente do Brasil, de águas quentes, com temperatura superior a 20°C (Menezes, 1983). Esta convergência subtropical é importante para a distribuição geográfica dos organismos marinhos sul-americanos (Simões-Lopes, 1991). Santos (1992) salienta ainda a influência das águas continentais na formação das águas da plataforma continental, e caracteriza a região de Tramandaí como uma área de transição do ponto de vista hidrológico.

De acordo com a tábua de marés da Diretoria de Hidrografia e Navegação do Ministério da Marinha, os registros efetuados na costa do Rio Grande do Sul mostram que as marés astronômicas são de pequena amplitude, e secundárias em relação às variações de nível que estão associadas à ação dos agentes meteorológicos (vento e pressão atmosférica). A amplitude média da maré é inferior a 50 cm, sendo a costa do Estado caracterizada então por um regime de micromarés (Tomazelli & Villwock, 1991a,b).

O sistema formado pelas lagunas de Tramandaí e Armazém é único no litoral norte do Estado, por estar em conexão livre e permanente com o mar através de um canal de ligação (barra de Tramandaí). Este se comporta como um escoadouro natural de drenagem, proveniente de um conjunto interligado de lagoas costeiras situadas tanto na sua parte norte como na parte sul (Tomazelli & Villwock, 1991b). O sistema lagunar tem uma área total de 30 km² (Delaney, 1965), com profundidade baixa, sendo a média de um metro nas zonas centrais e profundidade máxima de 2,5 m. Segundo Tabajara (1994), o canal de embocadura lagunar de Tramandaí, que é sinuoso e estreito, apresenta tendências erosivas na margem direita (Tramandaí) e deposicionais na esquerda (Imbé) (ver adiante: área de estudo, Figura

1). A fácies de fundo do canal, na área de desembocadura, é predominantemente arenosa (Tabajara & Dillenburger, 1997).

O sistema lagunar sofre processo de mistura de águas continentais com as do mar, ocorrendo a formação de cunhas salinas (Lira *et al.*, 1976). Alvarez (1979) notou que a difusão da água doce no canal de desembocadura da laguna de Tramandaí ocorre principalmente no primeiro metro da água a partir da superfície, relacionando também as maiores salinidades às maiores temperaturas, processo no qual a velocidade e direção das correntes internas atuam de maneira importante.

A ação de deságüe fluvial da laguna de Tramandaí, assim como o transporte litorâneo, provoca modificações na região de desembocadura do canal (Alvarez *et al.*, 1983). Antes da construção do guia de correntes (1960-1961), localizado ao longo da margem norte do canal, foi observada várias migrações de barras entre os anos de 1939 e 1944 (Pitombeira, 1975), período no qual a desembocadura chegou a migrar 1,1 km para o norte.

O pontal sul, que se encontra livre e apresenta oscilações no seu deslocamento, possui a tendência de avançar em direção NE, estreitando o canal em direção à guia de correntes (Motta, 1967). Este avanço, porém, é muitas vezes interrompido, onde um recuo para SW pode ser observado. Tomazelli & Villwock (1991b) sugerem que mesmo as menores vazões do canal são suficientes para manter livre a desembocadura da laguna, evitando o fechamento que, do contrário, seria promovido através da deriva litorânea das areias no sentido do transporte dominante (SW-NE). Motta (1967), porém, ressalta a importância de mais fatores neste processo, onde os avanços e recuos do pontal sul não dependem apenas da interação entre a deriva litorânea das areias e os escoamentos fluviais, mas também das ações frontais das ondas sobre os perfis de praia. O avanço do pontal sul para NE denuncia a predominância do transporte litorâneo de SW para NE, porém ondas com efeitos erosivos sobre o perfil da praia podem provocar recuo daquele pontal, ainda que o sentido geral do transporte favoreça o avanço.

Os valores de profundidade do canal, obtidos em 1967 (Motta, 1967), parecem ter variado pouco, onde a profundidade sobre a barra era cerca de 1,5 m. Resultados preliminares obtidos de uma sondagem batimétrica da área de desembocadura da barra de Tramandaí (*obs. pessoal*) avaliou sua profundidade média, que se manteve em torno de $2,19 \pm 1,11$ m. A profundidade máxima foi de 6,4 m, valor encontrado em apenas um ponto da área, a 300 m a partir do guia de correntes, para o interior do canal. Na região próxima à desembocadura, onde as maiores oscilações na profundidade podem ocorrer, o valor máximo registrado foi de 3 m, em um estreito canal de aproximadamente 10 m de largura, localizado ao lado do guia

de correntes (margem norte), embora este valor decresça rapidamente em direção ao pontal da margem sul, com profundidades entre 1,5 m e 0,5 m.

1.6.1. Ictiofauna da região

Silva (1982), em um estudo da ictiofauna da região estuarina de Tramandaí, obteve 49 espécies diferentes. A fauna é derivada principalmente do mar, e em geral apresenta padrão migratório. É o caso dos bagres (*Netuma barba*), que desova em água doce, das tainhas (*Mugil liza* e *M. curema*), corvinas (*Micropogonias furnieri*), savelhas (*Brevoortia pectinata*) e o manjubão (*Lycengraulis grossidens*), que desovam na região oceânica (ou em águas estuarinas de alta salinidade), passando no estágio pré-juvenil para o estuário, onde se desenvolvem. Os picos de abundância da ictiofauna variam conforme a espécie, sendo que variações de temperatura, composição química da água e direção dos ventos podem influenciar sua ocorrência na região.

A família Mugilidae apresenta representantes observados em toda a costa brasileira, de Fortaleza até Rio Grande (Braga, 1983). Segundo Menezes (1983) *M. curema* e *M. platanus* apresentam distribuição até o sul do país, sendo que *M. platanus* substitui *M. liza* na região sudeste e sul. Embora vários trabalhos refiram-se à biologia e migração de *M. liza* para a região sul, as informações serão consideradas aqui como referentes a *M. curema* e/ou *M. platanus*. O movimento migratório da tainha no sul do Brasil inicia-se entre abril e maio, quando ventos predominantes do quadrante sudoeste causam um esfriamento das águas das lagoas costeiras. Este fator desencadeia a saída dos cardumes, que seguem para norte, em mar aberto, onde ocorre a desova (Aguirre, 1938; Menezes, 1983; Vieira & Scalabrin, 1991). Chao *et al.* (1982) registraram *M. liza* como espécie dominante nos arrastos de praia no estuário da lagoa dos Patos, Rio Grande do Sul, e a segunda em abundância na região costeira. Esses dados também coincidem com os picos de maior captura de tainha nos estados do sudeste do Brasil, sendo que no RS o fato é observado durante os meses de abril e maio (Vieira & Scalabrin, 1991). É sugerido que a região de desova da tainha no sul do Brasil esteja localizada entre o norte do Rio Grande do Sul e o norte de Santa Catarina, no final do outono e início do inverno (Sadowski & Almeida-Dias, 1986).

Devido ao ciclo de vida fortemente relacionado às regiões estuarinas, as lagoas do sul e sudeste do Brasil são procuradas pelos pré-juvenis, que aí se desenvolvem até atingirem a maturidade das gônadas (Menezes, 1983). O recrutamento de pré-juvenis na lagoa dos Patos ocorre ao longo de todo o ano, devido à ocorrência de tainhas adultas na região

epipelágica sobre o talude da Plataforma Continental durante a primavera, o que pode representar grupos retardatários de desova (Zavala-Camin & Von Seckendorff, 1993).

Em um estudo recente dos 5 estuários do RS (Ramos & Vieira, 2001), foi verificada a presença de populações formadas por um grande número de indivíduos, principalmente de espécies pertencentes às famílias Atherinidae e Mugilidae. Os autores registraram, no complexo lagunar Tramandaí-Armazém e área marinha adjacente, a presença de 14 famílias e 33 espécies, onde a família Mugilidae aparece como a mais representativa.

2. Objetivos

O presente trabalho visa analisar os aspectos que um trabalho de longa duração oferece para o estudo de um grupo costeiro de golfinhos *T. truncatus*, pelo qual também é possível se verificar a relevância de padrões observados em períodos mais restritos de tempo. Para melhor interpretar os padrões registrados, que poderiam apresentar modificações significativas ao longo do tempo, buscou-se comparar os aspectos de sua organização com estudos anteriores, abrangendo assim um período total de oito anos. Este trabalho visa ainda o registro e análise dos sinais acústicos emitidos pelo grupo, para a caracterização de suas vocalizações, assim como relacioná-las à estrutura de grupo observada nos momentos das aquisições acústicas.

Este trabalho objetiva-se especificamente a:

- Monitoramento e identificação dos componentes do grupo de golfinhos *T. truncatus* presentes na desembocadura da barra da laguna de Tramandaí, RS, para caracterização do grau de residência do grupo e fidelidade individual;
- Caracterização do uso da desembocadura da barra da laguna de Tramandaí pelos golfinhos *T. truncatus*, bem como da presença ou ausência de associações ao longo das estações dos anos, entre 1996 e 2003;
- Caracterização do tamanho de grupo, para verificação da estabilidade deste parâmetro.
- Determinação do intervalo e épocas de nascimentos de filhotes, observados na área de estudo ao longo de um período de oito anos;
- Verificação das correlações entre a temperatura e nível da água, com a presença/ausência dos indivíduos na área e, mais especificamente, com a ocorrência ou não de associações;
- Caracterização dos padrões de associação entre os indivíduos do grupo durante o período, assim como comparação dos resultados com anos anteriores, visando obter um quadro mais representativo de sua estrutura através do tempo;
- Determinação dos tipos de sons emitidos pelo grupo;
- Determinação dos parâmetros acústicos dos assobios do grupo e seus coeficientes de variabilidade;
- Caracterização dos tipos de assobios registrados, para verificação da variabilidade de seu repertório;
- Caracterização da ocorrência e variabilidade de tipos de assobios registrados durante diferentes agrupamentos;

- Verificação da ocorrência e variabilidade de tipos de assobios registrados em diferentes classes sociais e na presença de fêmeas com filhotes;
- Comparação entre dois métodos de extração dos parâmetros acústicos dos assobios registrados.

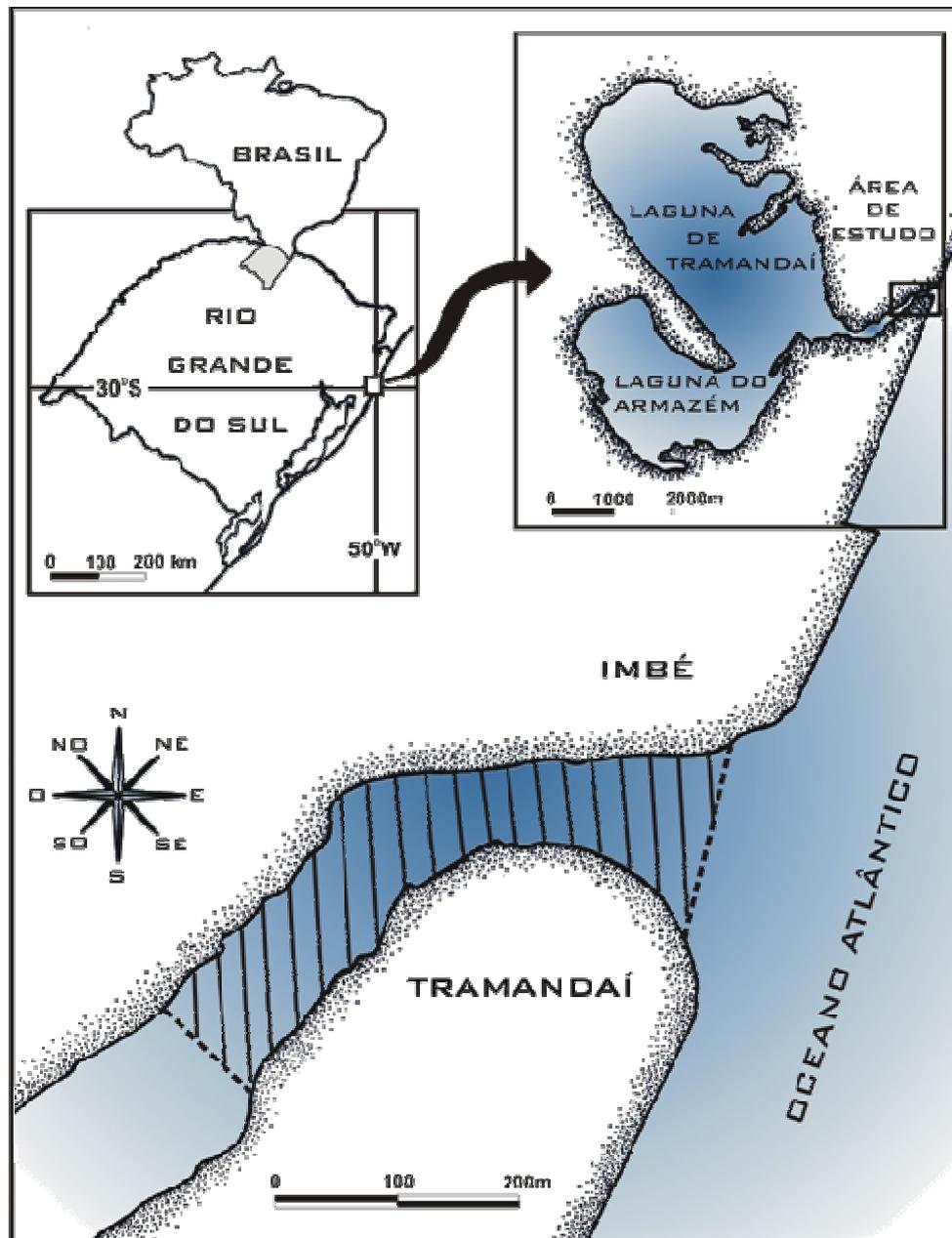
3. Material e métodos

3.1. Registro de informações e procedimentos de campo

3.1.1. Área de estudo

A área de estudo situa-se na barra da laguna de Tramandaí, RS, onde foi delimitada uma área de amostragem fixa, com aproximadamente 500 m x 100 m, sendo considerados somente os eventos nela observados (Figura 1). As observações foram diurnas, a partir de pontos em terra tanto na margem sul quanto na margem norte (preferencialmente) do canal.

Figura 1. Delimitação da área de estudo (área hachurada no detalhe ampliado), localizada na barra da laguna de Tramandaí (29°58'S; 50°07'W), Planície Costeira do Estado do Rio Grande do Sul, sul do Brasil.



3.1.2. Delimitação amostral dos anos de estudo

No presente estudo, os dados coletados ao longo de um período total de oito anos (de 1996 a 2003) foram utilizados para diferentes fins. Dados provenientes de diferentes anos foram incluídos nas análises de acordo com a abordagem a ser desenvolvida e com os requerimentos dos testes estatísticos. Somente os dados dos anos de 1996, 2002 e 2003 foram utilizados em todos estes fins, pois foram coletados de acordo com sistemática e suficiência amostral necessárias para cada teste estatístico em questão, cobrindo todos as estações do ano de forma igualitária e com um esforço mínimo de 50 h/estação (de 50 h a 150 h/estação). Os demais anos foram incluídos apenas nos testes em que o baixo volume de dados coletados e/ou a sistematicidade menos rigorosa não comprometiam seu uso, embora o esforço sazonal tenha sido de no mínimo de 20 h/estação em todos estes anos. Os dados dos anos de 2000 e 2001 só foram incluídos na análise de intervalo de nascimento entre filhotes.

Assim, por exemplo, para as análises dos padrões de associação, apenas nos anos de 1996, 2002 e 2003 possuíam dados coletados de maneira e em volume condizentes com os requerimentos dos testes estatísticos. Já quando a informação requerida era suprida por uma única avistagem do animal por estação, sem que houvesse a necessidade da continuidade do esforço para confirmação do dado ou robustez da análise, dados provenientes dos anos de 1998, 1999 e 2000 foram então utilizados. Abaixo, encontram-se os anos correspondentes incluídos em cada análise:

- a. Registros acústicos: 2002 e 2003
- b. Ocorrência individual, a sós ou associados, por ano e estação: 2002 e 2003
- c. Ocorrência dos animais, a sós e associados, por ano e estação: 1996, 2002 e 2003
- d. Influência das variáveis ambientais na ocorrência dos animais: 1996, 2002 e 2003
- e. Caracterização do tamanho de grupo: 1996, 2002 e 2003
- f. Padrões de associação: 1996, 2002 e 2003
- g. Residência intra-anual do grupo e intervalo máximo de avistagem: 1996, 2002 e 2003
- h. Fidelidade interanual das fêmeas: 1996, 1998, 1999, 2000, 2001, 2002 e 2003
- i. Registro das avistagens individuais sazonais: 1996, 1998, 1999, 2002 e 2003
- j. Intervalo de nascimento: 1996, 1998, 1999, 2000, 2001, 2002 e 2003

3.1.3. Fotoidentificação

Os golfinhos foram acompanhados através de permanente uso da técnica de fotoidentificação, ao longo dos anos de 1996, 1998, 1999, 2000, 2001, 2002 e 2003, com um esforço mínimo de 20 h/estação (e aproximadamente 100 fotografias/estação). A técnica

consiste no registro e identificação individual de marcas naturais – arranhões, cicatrizes e cortes – e partes ausentes na nadadeira dorsal, assim como reconhecimento e acompanhamento de despigmentações na nadadeira dorsal e flanco dos golfinhos (Würsig & Würsig, 1977; Lockyer & Morris, 1990). Devido ao pequeno tamanho de grupo e a proximidade oferecida pelo tamanho da área e comportamento dos golfinhos frente à fileira de pescadores, não foi necessário o emprego de técnicas como a análise de proporção ou índice dorsal (*dorsal ratio*), sugerida por Defran *et al.* (1990), na qual se mede a distância entre os dois maiores cortes, dividindo-a pela distância do mais inferior até o topo da nadadeira dorsal. Para o registro foram usadas câmeras fotográficas 35 mm com objetivas 28-200 mm/75-300 mm. Sempre que possível se utilizaram filmes fotográficos de alta sensibilidade, permitindo o uso de altas velocidades (1/250 a 1/1000) e pequenas aberturas (f. 22 a f. 16), garantindo uma maior profundidade de campo mesmo com baixa luminosidade. Ao longo do estudo foram usadas uma variedade de películas fotográficas, com predominância de filmes P&B T-MAX e Ilford 400 ISO, empurrados (“*pushing*”) para 800 ISO se necessário, conferindo muitas vezes um maior contraste das fotos (Miles, 1990). Filmes coloridos e diapositivos foram utilizados de forma complementar. Um binóculo 12×50 mm foi usado para auxílio da confirmação dos indivíduos no local de estudo.

As identificações foram realizadas diretamente sobre os negativos, sendo elaborado um catálogo de referência para os animais da área. Foi ainda feita uma consulta ao arquivo fotográfico do GEMARS⁴, para confirmação de um indivíduo fotografado pela primeira vez no estuário. Fotos com boa definição e características adequadas (ângulo em relação ao animal e área da nadadeira dorsal exposta) foram selecionadas para ampliação e arquivamento. As comparações da evolução de marcas foram feitas diretamente sobre as cópias em papel fotográfico. A taxa de aproveitamento ficou em torno de 20%, sendo que foram analisadas individualmente em torno de 600 fotos, com um período máximo de intervalo entre elas, para um único caso, de três anos.

3.1.4. Associações de superfície

Um “grupo” foi definido como um ou mais golfinhos observados na superfície, em aparente associação, movendo-se na mesma direção e freqüentemente, mas não sempre, engajados na mesma atividade (conforme Shane, 1990a). Para fins de cálculo dos índices de associação e avaliação do tamanho de grupo, membros do mesmo grupo foram então

⁴ O Grupo de Estudos de Mamíferos Aquáticos do RS (GEMARS) mantém um arquivo de fotoidentificação dos animais de Tramandaí desde 1991, assim como de observações não sistemáticas no rio Mampituba, Torres.

considerados como estando associados. A avistagem dos membros do grupo, nos anos de 1996, 2002 e 2003, foi registrada em intervalos de 5 minutos (Amostragem *Scan* ou de Varredura; Altmann, 1974), havendo ou não associação entre os golfinhos. Cada amostra, coletada a cada 5 minutos, foi registrada em uma ficha de campo, e novas associações não foram computadas, caso tenham ocorrido entre o intervalo estipulado.

3.1.5. Intervalo e épocas de nascimentos

Para a estimativa dos intervalos e épocas de nascimentos, foram consideradas as ocorrências de duas fêmeas fotoidentificadas com seus mais recentes filhotes, excluindo-se na análise a presença de filhotes maiores, provavelmente de anos anteriores. No presente trabalho, apesar do desconhecimento da data exata do nascimento dos golfinhos, considerou-se como a “estação de nascimento” de um determinado filhote aquela estação onde está incluído o mês de seu primeiro registro. Foram incluídos em tal análise os anos de 1996, 1998, 1999, 2000, 2001, 2002 e 2003.

3.1.6. Variáveis ambientais

Os valores de temperatura superficial da água da barra e nível da água no canal para os anos de 1996, 2002 e 2003 foram obtidos posteriormente no SPH, Serviços de Portos e Hidrografia do Estado do Rio Grande do Sul. Para cada dia de observação de campo, foi calculado o valor diário destas duas variáveis, considerando-se os três valores coletados diariamente pelo SPH. São apresentados ainda os valores médios da temperatura superficial da água por estação, dos anos de 1996, 2002 e 2003 (Anexo 1).

3.1.7. Sazonalidade

Para todos os enfoques visando abordar o aspecto sazonal, os meses do ano foram agrupados, no presente trabalho, a partir do período de ocorrência do auge de cada estação, acrescido dos dois meses subsequentes. Os auges referidos correspondem, em cada hemisfério, aos solstícios e equinócios, quando ocorrem então os momentos de maior incidência solar sobre os trópicos e Equador, respectivamente. Em um trabalho sobre o clima da região de Tramandaí (Hasenack & Ferraro, 1989), reavaliado recentemente por Aquino⁵, foi observado que a influência oceânica provoca um retardamento das temperaturas entre a

⁵ Francisco Aquino, Instituto de Geociências, UFRGS, *comunicação pessoal*.

maior altura solar em dezembro, com temperatura média de 22,9°C e o mês mais quente, fevereiro, com temperatura média de 24,8°C.

Com base nesta informação, as estações ficaram estabelecidas conforme os seguintes períodos: período de verão (dezembro, janeiro e fevereiro); período de outono (março, abril e maio); período de inverno (junho, julho e agosto); período de primavera (setembro, outubro e novembro). Apesar das estações assim agrupadas não considerarem porções equidistantes (precedentes e posteriores) aos momentos de maior ou menor incidência solar, cada um dos períodos sazonais considerados aqui caracterizam um regime de temperaturas mais representativo da média de temperaturas da estação.

3.2. Tratamento estatístico

Para a análise dos presentes dados, utilizou-se o pacote estatístico SPSS 11.0, sendo que para todos os testes aplicados foram considerados estatisticamente significantes os valores de $P \leq 0,05$. As fórmulas e descrições dos principais procedimentos estatísticos encontram-se em anexo (Anexo 19), mas para maiores detalhes e esclarecimentos, recomenda-se ver Altman (1991), Callegari-Jacques (2003) e Zar (1999).

3.2.1. Observações gerais

Aplicou-se o teste Análise de Variância (ANOVA One-Way), para avaliar as distribuições das observações totais entre os golfinhos avistados entre os anos de 1996, 2002 e 2003, assim como o teste de χ^2 , para avaliar a equidade do esforço amostral entre os diferentes anos. Usou-se o teste de Tukey para identificar diferenças encontradas entre as distribuições. O mesmo procedimento estatístico foi utilizado para verificar a equidade da distribuição das observações de animais em momentos de associação ou não, entre os três anos. Os três anos foram verificados isoladamente, quanto às ocorrências de animais sozinhos ou associados, através do teste de Mann-Whitney.

3.2.2. Observações sazonais

Para verificar a equidade nas distribuições das observações sazonais totais, de animais sozinhos e associados, foi utilizado o teste de Kruskal-Wallis, nos dados entre os anos de 2002 e 2003, conjuntamente, assim como para comparar a distribuição destas categorias entre os três anos (1996, 2002 e 2003). O mesmo procedimento foi aplicado para avaliar a distribuição destas observações nas estações, dentro de cada um dos anos.

Analisando-se as estações isoladamente, cada um dos três anos pode ser avaliado, através do teste de Wilcoxon, em relação à observação de golfinhos associados ou não. Já através do teste de Kruskal-Wallis, também se estratificando as observações por estação, a equidade na distribuição destas mesmas categorias (associados ou sozinhos) pode ser contemplada.

3.2.3. Avistagens individuais

Buscou-se avaliar a ocorrência de cada um dos golfinhos identificados ao longo do período de estudo, para verificação de possíveis diferenças nas frequências de avistagens individuais entre os anos, considerando-se para tanto o registro de observações realizado nos anos 2002 e 2003. Considerou-se, para tal comparação, a ocorrência total de cada indivíduo em cada ano, assim como a ocorrência de cada golfinho separados por momentos de associação ou não. Para compararmos as frequências de ocorrência dos golfinhos entre os anos de 2002 e 2003, usou-se o teste de Mann-Whitney. Para avaliar a distribuição de todos golfinhos, tanto dentro do aspecto ‘sozinhos’ quanto ‘associados’, usou-se o teste de χ^2 , e para avaliar cada um deles individualmente quanto a estas categorias, aplicou-se o teste de Wilcoxon.

Para a verificação da residência intra-anual do grupo, foram considerados somente os anos de 1996, 2002 e 2003 (esforço com no mínimo 50h/estação; ver: delimitação amostral dos anos de estudo). A residência de longa duração foi indicada por reavistagens dos indivíduos ao longo do período, conforme usado por Simões-Lopes & Fabián (1999). O termo residente é usado no senso relativo, isto é, um animal pode exibir maior ou menor grau de residência que outro (Balance, 1990). O grau de residência foi adaptado dos critérios definidos por Zolman (2002): residentes: golfinhos encontrados o longo de 3 ou 4 estações do ano; residentes sazonais: golfinhos encontrados na mesma estação, em diferentes anos; transeuntes ou não residentes: golfinhos avistados durante uma única estação.

Foi calculada a média do número de estações em que cada animal foi reavistado dentro do período estipulado, levando em conta o número de estações de esforço amostral. Para a verificação da fidelidade individual das fêmeas, foram verificadas as estações em que foram mais frequentes, ao longo dos anos de 1996, 1998, 1999, 2000, 2001, 2002 e 2003, uma vez que foram os anos incluídos para as avistagens dos filhotes (ver: delimitação amostral dos anos de estudo).

3.2.4. Tamanho de grupo

Para a análise do tamanho de grupo, calculou-se a mediana, a média e desvio padrão das avistagens para os anos de 1996, 2002 e 2003. Através da ANOVA One-way avaliou-se a variação no tamanho de grupo entre os anos.

Realizou-se tal procedimento de duas maneiras, em uma incluído-se os animais solitários e em outra considerando-se somente os agrupamentos (dois indivíduos ou mais). Foi utilizado o teste de 'post-hoc' (teste de Tukey), para localizar diferenças de tamanho de grupo entre os anos.

3.2.5. Variáveis ambientais

Apesar de muitos trabalhos traçarem uma relação entre variáveis ambientais e a presença/ausência dos animais, não se pode afirmar com certeza que existe um fator de dependência entre elas. Foram calculados, então, os Coeficientes de Spearman, para verificar a correlação entre as temperaturas da água e níveis da barra em relação à presença dos golfinhos na área nos anos de 1996, 2002 e 2003. Mais especificamente, foi verificada também a correlação entre estas variáveis ambientais quanto à ocorrência dos animais associados ou não. Como foi calculado um valor médio diário para temperatura e altura da água (ver item 3.1.6.), todas as avistagens de um determinado dia, seja de animais solitários ou associados, foram correlacionadas a este valor médio, em cada um dos instantes pré-definidos de amostragem (ver item 3.1.4.).

3.2.6. Índices de associação

Para medir o grau de associação entre dois indivíduos foi usado o índice de coincidência (Dice, 1945), também chamado de coeficiente de associação (Bräger *et al.*, 1994; Wells *et al.*, 1987), que é calculado através da fórmula:

$$2J/(a+b)$$

, onde J é o número de vezes que os golfinhos A e B apareceram associados, a é o número total de observações do golfinho A e b é o número total de observações do golfinho B. O índice varia desde 0,00, para dois golfinhos que nunca foram observados juntos, até 1,00, para golfinhos sempre associados. Os índices resultantes foram agrupados em seis classes, adaptadas de Wells *et al.* (1987): (1) 0; (2) 0,01-0,19; (3) 0,20-0,39; (4) 0,40-0,59; (5) 0,60-0,79; (6) 0,80-1,00.

Foram considerados *baixos* índices menores que 0,40 (Bräger *et al.*, 1994). Os índices foram calculados para os anos de 2002 e 2003, sendo que para análise de distribuição destas classes de associação ao longo do tempo, foram incluídos também os dados obtidos no ano de 1996 (Hoffmann, 1997).

Para analisar a distribuições destas seis classes de associação em cada um dos três anos, separadamente, aplicou-se o teste de χ^2 (Dice, 1945). Estas classes também foram reorganizados em categorias fracas (classes 1, 2 e 3, com índices menores que 0,40) e fortes (classes 4, 5 e 6, com índices maiores que 0,40). Para análise destas duas categorias, com os valores dos três anos analisados conjuntamente, foi utilizado o teste de χ^2 para avaliar sua equidade. Para comparação da distribuição das categorias fortes e fracas, através dos três anos, foi aplicado o teste de Kruskal-Wallis.

3.2.7. Intervalo de nascimentos

Para descrever o intervalo de nascimentos de filhotes para as fêmeas registradas, foi verificado o intervalo de tempo (em meses) entre dois filhotes. Foi possível uma avaliação ao longo de um período de oito anos, a partir do qual foram calculados os valores médios dos intervalos mensais ocorridos para cada uma das fêmeas, assim como para as duas conjuntamente, obtendo-se uma média total de meses para o período.

Foram considerados, além das observações realizadas em 2002 e 2003, os dados registrados em estudos anteriores, referentes ao ano de 1996 (Hoffmann, 1997) assim como observações procedentes de trabalhos de campo não sistemáticos, efetuados a partir de 1996, incluindo os anos de 1998, 1999, 2000, 2001, perfazendo um intervalo total de oito anos de acompanhamento do grupo.

3.3. Métodos de extração das vocalizações

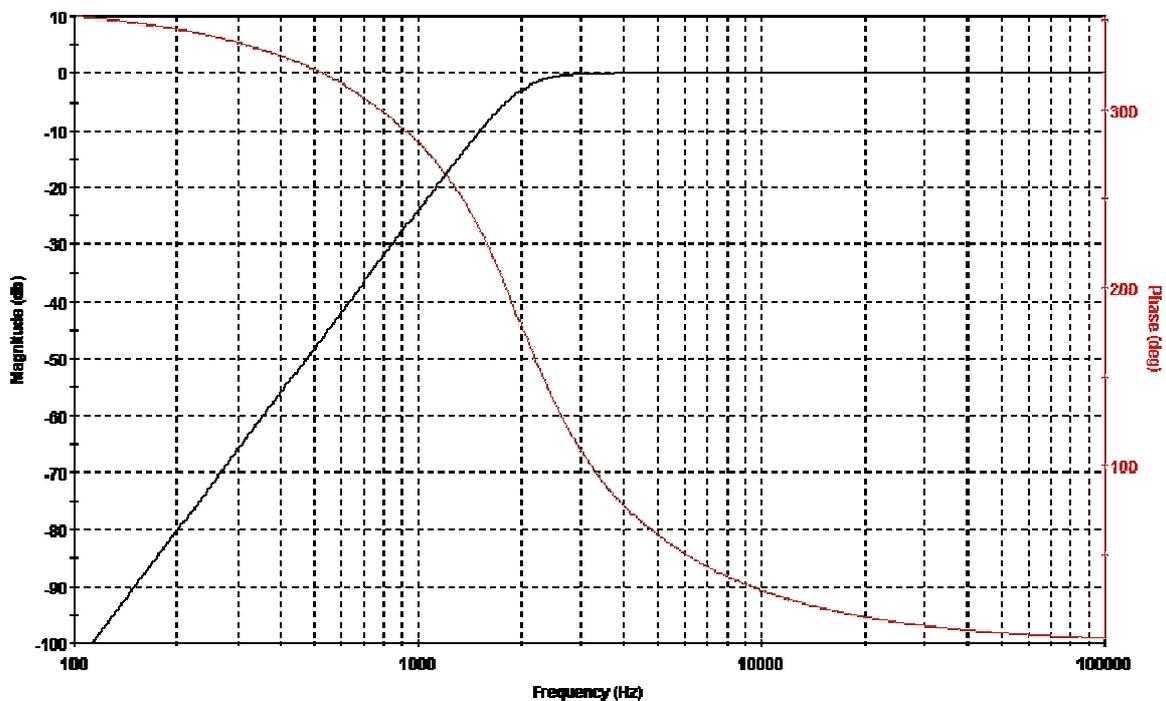
3.3.1. Registro das vocalizações

O registro acústico dos golfinhos, nos anos de 2002 e 2003, foi realizado através de um hidrofone C-53 da Cetacean Research Technology, imerso a uma profundidade de aproximadamente 1,5 m, conectado a um gravador portátil Sony DAT (Digital Audio Tape) TCD-D8. O gravador possui uma taxa de amostragem de 48 kHz, propiciando um intervalo de frequência até 22 kHz (o gravador apresenta resposta plana entre 20 Hz e 22 kHz \pm 1dB).

Uma vez que o sistema não apresenta uma resposta linear nas frequências iniciais e finais, e que as frequências encontradas nestes limites não eram de interesse no presente trabalho, utilizou-se um filtro Passa-Faixa tipo Butterworth de oitava ordem, com frequência

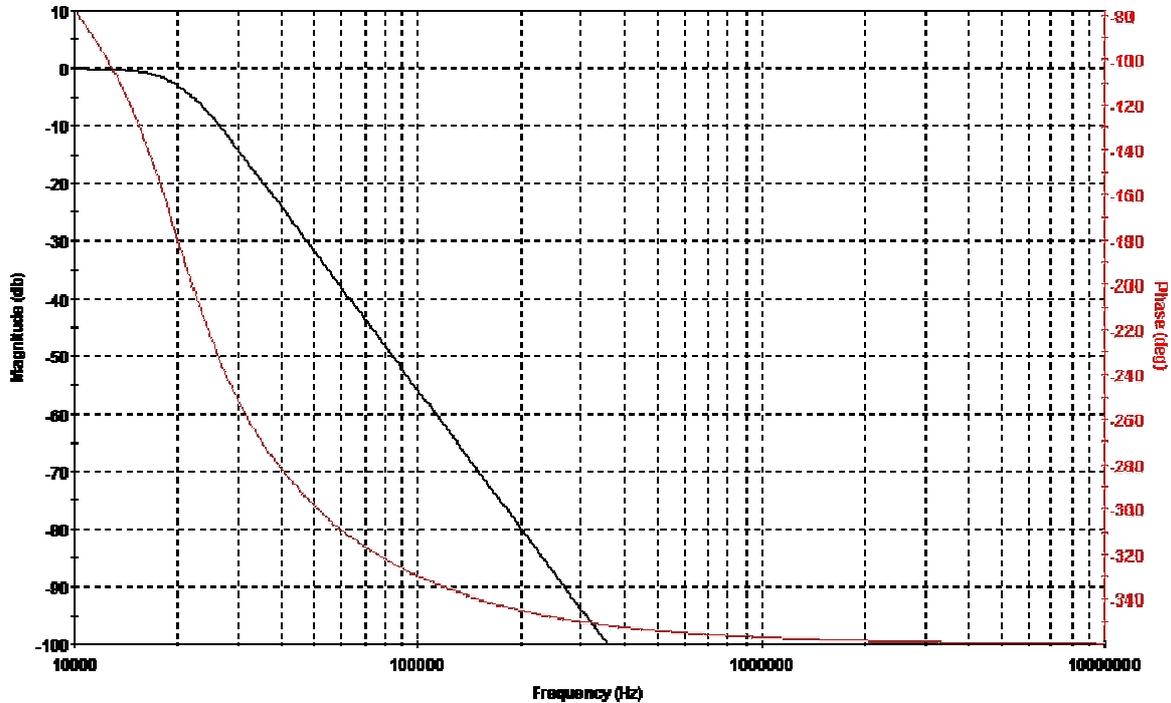
de corte inferior em 2 kHz (Figura 2) e frequência de corte superior em 20 kHz (Figura 3). A frequência de corte superior previne ainda o efeito de *aliasing*, devido à proximidade da frequência de Nyquist⁶. A frequência de corte inferior previne também os ruídos ambientais encontrados neste intervalo de frequência. Atenuação nas bandas de rejeição do filtro: 24dB/oitava. O sistema de aquisição apresenta uma resposta linear na faixa de frequência de 2 a 20 kHz.

Figura 2: Representação gráfica (em escala logarítmica) da ação do filtro, resultando numa frequência de corte inferior (-3dB) em 2kHz (linha preta). Valores de frequência em Hz (eixo x). A linha vermelha representa o deslocamento de fase (fase em graus, eixo y, à direita), e a linha preta representa a atenuação em db (eixo y, à esquerda).



⁶ A taxa de amostragem deve ser pelo menos duas vezes a maior frequência que se deseja registrar. Esse valor é conhecido como **frequência de Nyquist**. Ao se tentar reproduzir uma frequência maior do que a frequência de Nyquist, ocorre um fenômeno chamado *aliasing* (ou *foldover*), em que a frequência é "espelhada" ou "rebatida" para uma região mais grave do espectro, alterando o sinal original. Na restituição do sinal, a parte do espectro original acima da frequência máxima aparece como se tivesse sido dobrada e invertida espectralmente, ou seja, frequências mais altas passam a ser menores. Um termo correto em português para *aliasing* seria frequências réplicas, mas como é pouco difundido, manteve-se o termo inglês.

Figura 3: Representação gráfica (em escala logarítmica) da ação do filtro, resultando numa frequência de corte superior (-3dB) em 20kHz (linha preta). Valores de frequência em Hz (eixo x). A linha vermelha representa o deslocamento de fase (fase em graus, eixo y, à direita), e a linha preta representa a atenuação em db (eixo y, à esquerda).



O hidrofone C-53 é direcional em frequências acima de 10 kHz, sendo que esta direcionalidade atua somente no plano vertical, sendo omnidirecional no plano horizontal. O âmbito de detecção do hidrofone depende da intensidade da fonte, das condições da água, tais como ruído ambiente e temperatura, e da geologia local (fundo arenoso, rochoso, etc).

Para o presente sistema, situações onde um golfinho encontra-se a 50 m do transdutor, e outros indivíduos se encontrem a uma distância de pelo menos 500 m, são traduzidas em diferenças na detecção do sinal, sendo os sons adquiridos para o golfinho mais próximo será 20 dB (10 vezes) mais intenso que o som emitido pelo restante.

Através de gravações prévias realizadas enquanto nenhum golfinho estava dentro da área, mas visualmente a mais de 500 m, em frente à barra, foi verificada a falta de detecção acústica pelo equipamento, sugerindo que somente os assobios de golfinhos próximos podem ser registrados pelo sistema de maneira satisfatória, por oferecerem uma relação sinal/ruído alta. Os assobios emitidos por golfinhos fora da área não apresentam intensidade suficiente para serem registrados, ou então foram atenuados pelo meio.

Devido à presença de um canal, a configuração da área poderia ou não facilitar a transmissão de determinados tipos de sons dos golfinhos. Richardson *et al.* (1995) sugerem

que a distância máxima de detecção para muitas espécies de delfínídeos esteja na ordem de 1 km. Contudo, na área em questão, alguns sons podem ser perdidos pela reflexão ou atenuação do fundo, superfície da água e/ou paredes do canal. Segundo Olson⁷, isso é mais provável se o ganho do DAT estiver no máximo, quando não existirem golfinhos dentro do canal, embora o contato visual positivo confirme sua posição próxima à entrada da barra, e ainda assim não ter sido registrado qualquer assobio.

O esforço de gravação dos animais obedeceu ao seguinte procedimento: a partir da confirmação do indivíduo dentro da área definida como área amostral, foi realizada a aquisição das emissões acústicas do animal e/ou grupo por no mínimo 2 horas, ou durante o tempo em que a condição descrita se mantivesse. Buscou-se adquirir o mesmo tempo de gravação para todos os indivíduos do grupo, assim como para todos os tipos de grupamento verificados.

Não houve “descarte” das aquisições, o que ocorreu foi uma pré-seleção das gravações, onde períodos muito longos sem assobios registros não foram digitalizados, devido ao tamanho requerido para armazenamento dos arquivos de som no HD do computador⁸. Houve seleção de trechos com assobios e/ou com registros que apresentavam as características exigidas especificadas acima para digitalização e inclusão da amostra.

3.3.2. Procedimentos de análise dos dados acústicos

3.3.2.1. Arquivamento das vocalizações

Para análise dos sinais acústicos, os dados gravados em fita DAT foram adquiridos com uma taxa de amostragem de 44.100 amostras por segundo e 16 bits de nível de quantização, sendo a digitalização realizada através de um cabo óptico POC DA12SP.

As emissões acústicas foram armazenadas em arquivos de som, isto é, com extensão .wave, para posterior elaboração dos espectrogramas. Assobios selecionados para análise possuíam as seguintes propriedades: Uma boa relação sinal/ruído; clareza em toda a forma do contorno, especialmente nas suas porções finais e iniciais; sem sobreposição ou com sobreposição de no máximo dois assobios; som não evidentemente cortado pelo limite de

⁷ Joe Olson, Cetacean Research Technology, *comunicação pessoal*.

⁸ Tamanho de Arquivos: resoluções e taxas de amostragem maiores implicam em arquivos maiores e que precisam de mais espaço para serem armazenados, mais tempo para serem transmitidos e mais poder de processamento para que sejam processados. Para se calcular o tamanho em bytes de um arquivo pode-se usar a seguinte fórmula: $TA \times R/8 \times C \times t$, Onde: TA = taxa de amostragem em Hz; R = resolução em bits (como queremos o valor em bytes e cada byte tem 8 bits, é preciso dividir por 8); C = número de canais de áudio; t = tempo em segundos: Assim, como a taxa de aquisição do DAT foi em 44,1 kHz e 16 bits, em um canal (mono), um minuto de som ocuparia aproximadamente 10Mb de espaço: $(44.100 \text{ Hz}) \times (16 \text{ bits} / 8) \times (2 \text{ canais}) \times (60 \text{ segundos}) = 10.584.000 \text{ bytes}$ (aproximadamente 10 Mb).

freqüência superior do sistema de aquisição; a correta identificação dos golfinhos envolvidos. Com até dois assobios, é possível se isolar manualmente os parâmetros acústicos de cada um, embora para isto os sinais devam apresentar clareza na separação dos contornos e boa relação sinal/ruído.

Foi realizada a distinção auditiva e visual dos sons, separando-os primariamente em três tipos: assobios, cliques e gritos. Os assobios serão tratados como uma unidade básica, como sugerido por Caldwell *et al.* (1990), sendo identificados e categorizados em “tipos”, através da forma do contorno da sua freqüência fundamental.

Assobios foram definidos como emissões sonoras de banda estreita, com freqüência modulada. Contornos da freqüência fundamental, visualizados pelos espectrogramas foram muito variados, apresentando desde modulações suaves até mudanças abruptas no contorno (variação temporal rápida de freqüência). Alguns assobios apresentaram duas ou mais ‘voltas’ no seu contorno, e foram chamados de múltiplos. Alguns continham conteúdo harmônico, mas a freqüência fundamental de um assobio em geral é a freqüência mais baixa da série harmônica, e possui mais energia que as demais. Todos os parâmetros acústicos dos assobios foram obtidos com relação à freqüência fundamental.

3.3.2.2. Limites dos assobios: problemática da unidade básica

Seqüências de assobios similares entre si podem gerar um problema de definição, onde o critério de ‘unidade’ muitas vezes está prejudicado por uma relação sinal/ruído baixa, principalmente quando a porção final de um assobio está na mesma faixa de freqüência da porção inicial do seguinte.

Para se diferenciar assobios múltiplos de seqüências de assobios similares, quando o intervalo entre eles é pequeno (menos que 1 s) e a definição não for adequada, a separação foi determinada segundo o critério de duração, onde se considerou uma ‘unidade básica’ um assobio separado do seguinte por uma pausa entre eles maior que 200 ms, ou um espaço menor que 200 ms, mas maior que a duração do assobio (Bazua-Durán, 2001).

Apesar disto, quando os limites se apresentaram bem definidos, devido a uma relação sinal/ruído alta e/ou com freqüências finais diferentes das iniciais do assobio subsequente, os assobios também foram encarados como unidades isoladas, mesmo que a porção final do primeiro tenha sido registrada dentro da faixa de duração determinada.

Para casos em que ocorreram mais de um assobio concomitantemente, foram extraídos somente aqueles com ótima definição ao longo de todo seu contorno,

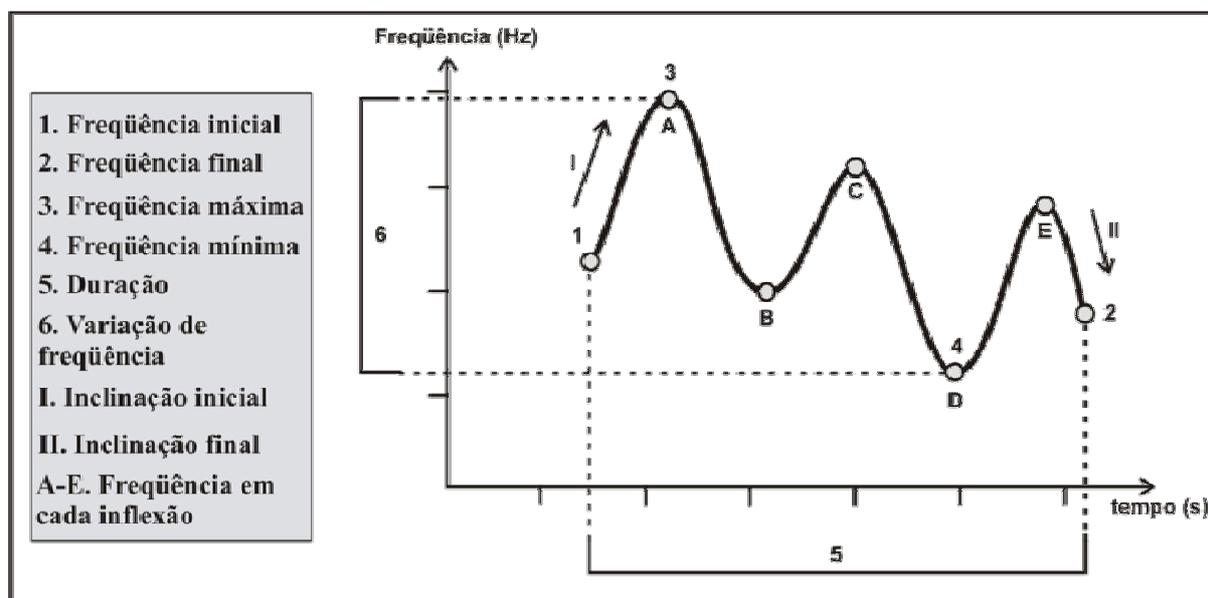
principalmente nas porções iniciais e finais. Os assobios foram caracterizados de duas maneiras: análise quantitativa e qualitativa.

3.3.2.3. Análise quantitativa dos parâmetros dos assobios

Para descrever os assobios, medidas dos parâmetros de tempo e frequência foram coletados de cada contorno da frequência fundamental do assobio, sendo calculada a ocorrência dos assobios em cada uma das classes em que foram categorizados.

Extração manual dos parâmetros espectrais (Herz) e temporais (segundos) (Figura 4), a saber: 1. Frequência inicial; 2. Frequência final; 3. Frequência máxima; 4. Frequência mínima; 5. Duração; 6. Variação de frequência (= frequência máxima – frequência mínima); I. Inclinação inicial (ascendente ou descendente); II. Inclinação final (ascendente ou descendente); A-E. Número de pontos de inflexão, quando presentes (inflexão = mudanças de ascendente para descendente ou vice-versa), e frequência em cada um deles, quando existente.

Figura 4. Representação da frequência fundamental de um assobio, mostrando os parâmetros espectrais e temporais extraídos dos espectrogramas gerados. Tempo em segundos (eixo x) e frequência em kHz (eixo y).



A análise dos parâmetros quantitativos e qualitativos do contorno da frequência fundamental dos assobios foi feita por espectrogramas, calculados pelo aplicativo Raven versão 1.1. A configuração de análise utilizada no programa foi Transformada Rápida de

Fourier⁹ com 512 amostras, janela de Hanning e 50% de nível de sobreposição. A resolução em frequência resultante desta configuração equivale a 86,1 Hz, com resolução temporal igual 5,8ms (0,0058 segundos).

A extração manual realizada no programa permite a delimitação manual de uma área retangular sobre o espectrograma gerado, onde os valores de frequência máximos, mínimos e duração (momento final – inicial) do assobio correspondem aos limites desta área. Os outros valores, de frequência inicial e final, assim como o número de pontos de inflexão e as frequências correspondentes a eles, foram verificados isoladamente e incorporados um a um na tabela, para posterior verificação.

Os achados discutidos aqui irão tratar somente das características temporais e espectrais, ignorando qualquer medida de intensidade dos sons. Mesmo com um equipamento calibrado, não há maneira de manter constante a distância entre o hidrofone e o golfinho. Visto que a intensidade do som varia inversamente com o quadrado da distância da determinada fonte, um sistema de aquisição calibrado para intensidades ainda teria pouco valor. Moore & Ridgway (1995), estudando *Delphinus delphis*, também assumiram que a orientação randômica dos animais em relação ao hidrofone impede medidas de nível de pressão sonora, mesmo em situações de cativeiro.

3.3.2.4. Análise qualitativa da modulação da frequência fundamental dos assobios

Classificação visual dos assobios em distintas classes, de acordo com o padrão de modulação da frequência fundamental, em ordem de maior a menor similaridade entre os tipos apresentados. Diferenças no contorno e a presença de pequenas modulações ou inflexões podem gerar classes distintas e gradualmente mais complexas, de modo a extrair o máximo de variação possível.

⁹ **Transformada Rápida de Fourier** (FFT) é um algoritmo que converte dados do domínio do tempo para o domínio da frequência, freqüentemente usado em processamento de sinal. A técnica matemática da FFT separa as frequências do sinal, indicando a magnitude de cada amostra (de cada frequência), de acordo com a resolução. A precisão deste processo é expressa por dois parâmetros: FFT Size e Overlap: **FFT size** (tamanho da FFT) é o número de bandas, de largura constante em Hz, em que o sinal é analisado. No caso, como a banda de áudio é de 44,1 kHz e o tamanho da FFT é definida como 512 amostras, a precisão é de aproximadamente 86,1 Hz. A adequação da configuração deste parâmetro reduz a chance de resultados grosseiros (FFT muito pequena, resultando pouca precisão) e também impede que o processamento do sinal se torne lento, sem ganhos nos resultados (FFT acima do necessário). O parâmetro **Overlap** corresponde à sobreposição entre as bandas da FFT, também contribuindo para a determinação da qualidade do resultado. Uma sobreposição muito baixa (20% ou menos) permite um processamento rápido, mas produz piores resultados; uma sobreposição de mais de 90% torna o processo lento. Se fosse viável obter precisão "infinita" (FFT size), não haveria necessidade de sobreposição. Portanto, os valores destes dois parâmetros interagem de forma que, reduzindo-se o tamanho da FFT, tem-se que aumentar a sobreposição.

A classificação visual da modulação da frequência fundamental dos assobios dos golfinhos em graus de similaridade maior ou menor, através do seu enquadramento em grandes grupos (classe mais geral indicando tendências no padrão de modulação), categorias e subcategorias (numa escala cada vez mais detalhada), até que não fossem mais encontradas diferenças visuais significativas, é realizada em muitos trabalhos. Porém, em geral não são oferecidos nas publicações todos os níveis de detalhamento de uma classificação qualitativa, fazendo com que se criem categorias a partir dos dados obtidos, mas procurando sempre seguir a classificação de um padrão geral de modulação até o mais detalhado. Este é um dos maiores problemas de comparação entre trabalhos realizados por autores diferentes, uma vez que não são estabelecidos critérios de padronização para tais avaliações, o que é extremamente recomendável principalmente entre pesquisadores que trabalhem em regiões afins, sendo o mesmo para o caso de estudos da mesma espécie.

3.3.3. Métodos de caracterização e descrição dos dados

3.3.3.1. Avaliação dos parâmetros acústicos

Após categorizar visualmente os assobios em níveis de maior ou menor similaridade, como explicitado no item acima, foram calculados os valores médios, desvio padrão, mínimas e máximas das frequências iniciais, finais, máximas e mínimas, assim como para a duração e intervalo de variação de frequência média de todos os assobios pertencentes à determinada classe. O mesmo critério foi aplicado às frequências registradas nos pontos de inflexão, sendo também observado a ocorrência predominante nas inclinações (ascendente ou descendente) nas porções iniciais e finais dos assobios.

No intuito de validar a metodologia manual utilizada no presente trabalho para a obtenção dos valores espectrais e temporais dos assobios, foi realizada uma avaliação destes dados frente aos valores obtidos através de um método automático de extração, desenvolvido para tal fim.

3.3.4. Programa de extração automática: considerações sobre seu processo funcional e pré-requisitos para sua execução

3.3.4.1. Descrição do software

Os sinais acústicos foram adquiridos com taxa de amostragem de 44.100 amostras por segundo e 16 bits de nível de quantização. O espectrograma foi calculado usando a Transformada Rápida de Fourier (FFT) com 1.024 amostras, janela de Hanning e 75% de

nível de sobreposição. A resolução em frequência equivale a 43,1 Hz, sendo a resolução temporal igual 5,8ms (0,0058 segundos).

O operador seleciona a região de interesse sobre o espectrograma marcando com o cursor do mouse os limites de varredura para extração automática. O programa calcula a posição do máximo da densidade de potência espectral para cada frame (conjunto de 1024 amostras com sobreposição de 75%) do espectrograma. A sequência destes pontos define uma função que descreve a evolução temporal da frequência fundamental de vocalização dos animais. O resultado da análise desta função fornece automaticamente as frequências inicial e final, máxima, mínima, intervalo de variação de frequência e tempo de vocalização. Os resultados independem do ponto onde o operador define os limites, desde que o intervalo englobe todo o sinal de interesse e não existam sinais espúrios (cliques ou ruído com amplitude comparável) no intervalo analisado. Isto torna o método de análise robusto e praticamente operador independente.

3.3.4.2. Procedimento de avaliação entre métodos de extração: uma avaliação de concordância entre o método manual e o automático

Os arquivos foram reamostrados pela técnica de extração automática, gerando um banco de dados oriundos das duas técnicas em questão. Na avaliação da concordância entre as duas técnicas, somente seis parâmetros foram utilizados: 1. Frequência inicial; 2. Frequência final; 3. Frequência máxima; 4. Frequência mínima; 5. Duração; 6. Variação de frequência = frequência máxima – frequência mínima.

3.4. Tratamento estatístico referente às análises acústicas

3.4.1. Comparação entre métodos de extração

Para análise de concordância de Bland-Altman (Altman, 1991) entre os dados obtidos através da técnica manual e automática, foram calculadas as margens de erro para cada um dos parâmetros avaliados. O número de assobios utilizados para esta avaliação (n=166) encontra suporte em estudos anteriores que estabelecem um tamanho amostral igual a 50 como satisfatório para a execução de tal análise (Altman, 1991).

O procedimento para obtenção de tal análise visa definir a concordância entre dois métodos para a substituição de um deles ou seu uso concomitante. São calculados a média e o desvio padrão de cada valor que se quer comparar, e usa-se o desvio padrão para se construir um intervalo de valores no qual se espera encontrar a concordância entre os métodos. Para

distribuições simétricas razoáveis se espera que a média do intervalo $\pm 2dp$ irá incluir 95% das observações, significando um limite de concordância de 95% entre os métodos.

Segundo Altman (1991), a interpretação da média e desvio padrão das diferenças irá depender das circunstâncias biológicas, e tal limite de concordância aceitável é dada pelo pesquisador, não sendo possível usar métodos estatísticos. Uma boa concordância é mais provável quando ambos métodos são acurados e repetíveis. Para estes estudos de comparação de métodos, é necessário cuidado com o tamanho da amostra, sendo que esta deve ser grande o suficiente para permitir que os limites de concordância sejam bem estimados. O autor aponta, como dito acima, que um número amostral de no mínimo 50 é suficiente para tais fins (para maiores detalhes do procedimento, ver Altman, 1991, capítulo 14).

3.4.2. Avaliação dos parâmetros acústicos

Para verificação da distribuição das classes de inclinação iniciais e finais dos assobios, foi realizado o teste Exato de Fisher, onde foram avaliadas as porções iniciais e finais de todos os assobios registrados em relação a sua inclinação (ascendente ou descendente).

Aplicou-se o teste de ANOVA para a avaliação da distribuição dos parâmetros acústicos entre as subcategorias, categorias e grandes grupos. Quando apenas duas categorias eram avaliadas, usou-se o teste t de Student. Para localizar as diferenças encontradas, foi usado o teste de Tukey ('post-hoc').

Para avaliação da relação entre número de assobios emitidos, assim como qual a distribuição das classes de assobios (grandes grupos, categorias e subcategorias) que ocorreram em cada diferente agrupamento, foi aplicado o teste de χ^2 . Para tal avaliação, os agrupamentos foram caracterizados de maneira diferente da considerada inicialmente neste trabalho: visto que quando mais de um indivíduo estava presente no interior da barra, mesmo sem estarem aparentemente em um mesmo grupo (associação de superfície), ambos poderiam estar sendo registrados acusticamente, o 'tamanho de grupo' para este caso foi calculado considerando-se sempre todos os indivíduos presentes na área.

O teste de χ^2 também foi utilizado para avaliação dos parâmetros quantitativos (número de assobios) e qualitativos (ocorrência de grandes grupos, categorias e subcategorias) frente a diferentes configurações sociais, a saber:

- I. Agrupamentos verificados na presença de fêmeas e filhotes ou juvenis;
- II. Indivíduos solitários;
- III. Agrupamentos sem a presença de fêmeas e filhotes.

Segundo Wang *et al.* (2001), a modulação de um assobio pode ser verificada através do cálculo da variação de frequências observada, sendo calculada através da média de frequência máxima menos a média de frequência mínima. Tal procedimento foi realizado para a caracterizar a modulação dos assobios pertencentes aos grandes grupos (categorização mais geral de classificação do padrão de modulação).

Foram calculados os Coeficientes de variação dos valores dos parâmetros espectrais e temporais de todos os assobios do grupo, dos valores espectrais dos pontos de inflexão e dos valores espectrais dos maiores níveis de classificação dos assobios. A transferência do desvio padrão em uma fração da média, ou seja, o cálculo do coeficiente de variação, faz com que a variabilidade das amostras com médias e desvio padrão numericamente diferentes se tornem comparáveis. Pode-se, assim, verificar se duas amostras têm ou não seus valores distribuídos do mesmo modo em torno de suas médias, apesar de ambas diferirem numericamente quanto à média e o desvio padrão (Zar, 1999). Valores próximos indicam que a distribuição de valores em torno da média é semelhante.

Para avaliar a diferença entre os valores de frequência iniciais e finais dos assobios, aplicou-se o teste t de Student para amostras emparelhadas, assim como para verificação da diferença entre frequência máximas e mínimas.

4. Resultados

4.1. CAPÍTULO I: Um estudo de longa duração em um pequeno grupo costeiro de *Tursiops truncatus* (Montagu, 1821) no sul do Brasil: aspectos de sua biologia e ecologia.

4.1.1. Observações gerais

Um total de 836:45 h de esforço de campo foi conduzido entre os anos de 2002 e 2003 na área situada na barra da laguna de Tramandaí, RS, resultando em um total de 231:05h de observação direta dos golfinhos (27,62%). Estes momentos com observações foram divididos entre ocorrências com golfinhos solitários ou associados, com predominância de animais solitários para os dois anos (Tabela 1). Analisando-se os resultados destas observações com as realizadas no ano de 1996, padrões similares foram verificados, tanto para observações gerais quanto para a ocorrência de animais solitários ou associados.

Tabela 1. Tempo de observação dos golfinhos para os anos de 1996, 2002 e 2003, subdividindo as observações totais em momentos de associação ou não (valores apresentados em horas e frequências relativas). Os valores referentes aos momentos “sozinhos” e “associados” são relativos ao tempo de observação total dos animais, e este último ao esforço de campo realizado.

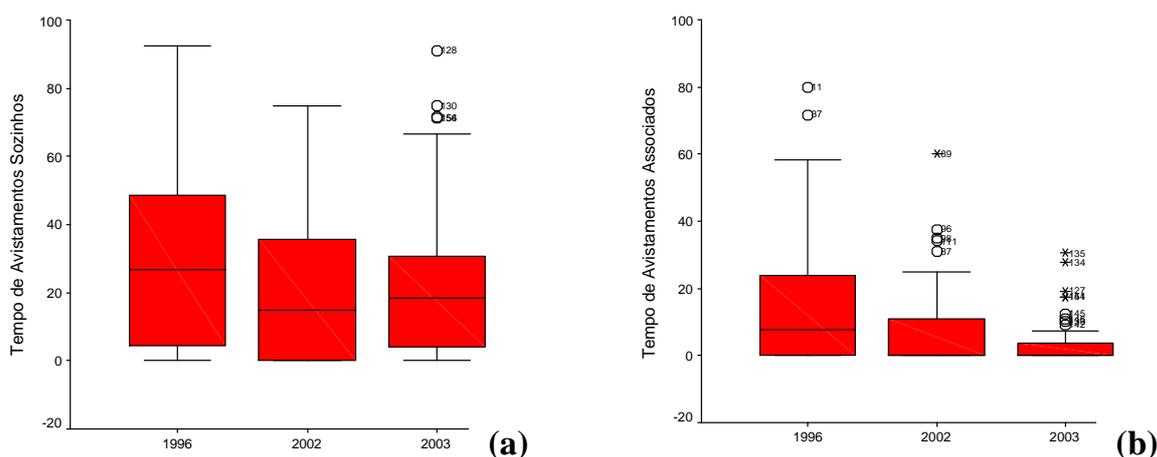
Ano	Esforço total	Observação total		Sozinhos		Associados	
1996	609:45	259:20	42,53%	176:05	67,90%	83:15	32,10%
2002	210:10	62:25	29,70 %	44:35	71,43 %	17:50	28,57 %
2003	626:35	168:40	26,92 %	146:55	87,10 %	21:45	12,90 %
Total	1.446:30	490:25	33.90%	367:35	74,95%	122:50	25.05%

Ao comparar as observações totais dos golfinhos nos três anos de estudo, através do teste de ANOVA One-Way, foi encontrada diferença estatisticamente significativa entre eles. Tal diferença, identificada pelo teste de Tukey, ocorreu no ano de 1996, que apresentou um padrão de observação geral dos animais diferente tanto de 2002 ($P=0,031$) quanto de 2003 ($P<0,0001$). Os anos de 2002 e 2003 não diferiram entre si ($P=0,352$).

Através do mesmo procedimento estatístico, foram verificadas as distribuições das observações entre animais sozinhos e associados entre os anos de 1996, 2002 e 2003 (Figura 5, a e b). Os três anos não diferiram entre si quanto a nenhuma destas distribuições. Para animais associados, o ano de 1996 não diferiu de 2002 ($P=0,16$) nem de 2003 ($P=0,067$), e o ano de 2002 não diferiu de 2003 ($P=0,067$). Quanto às observações de animais solitários, todos os anos foram similares entre si ($P=0,17$).

Para avaliar a equidade do esforço amostral entre os diferentes anos, foi realizado também um teste de χ^2 , teste este que também leva em consideração amostras com n diferentes. O resultado obtido foi o mesmo que o revelado através da ANOVA one-way, onde os anos de 2002 e 2003 (apesar de terem esforços amostrais diferentes) comportaram-se de maneira similar ($P = 0,906$; teste de χ^2) quanto às distribuições de ocorrência dos golfinhos, e o ano de 1996 mais uma vez mostrou-se diferente dos demais (diferente de 2002, com $P = 0,001$ e de 2003, com $P < 0,001$; teste de χ^2). No ano de 1996 houve uma maior observação de golfinhos, mesmo este tendo um esforço amostral praticamente idêntico ao ano de 2003.

Figura 5. Gráficos¹⁰ representando a distribuição do tempo, em horas, de observação de golfinhos sozinhos (a) e associados (b), para cada um dos três anos analisados (1996, 2002 e 2003). Os limites de cada “caixa” correspondem os percentis 75 e 25, definindo a amplitude interquartil (AIQ), e a linha dentro dela o valor da mediana.



Os três anos foram verificados isoladamente, quanto às ocorrências de animais sozinhos ou associados, sendo que o resultado obtido através do teste de Mann-Whitney não mostrou equidade na distribuição das categorias (Tabela 2). Ou seja, a ocorrência de animais a sós ou associados ao longo de cada um dos anos é diferente.

¹⁰ O gráfico *Box & Whisker Plot*, mais conhecido como *Box Plot*, apresenta informações sobre a distribuição da variável. Com este gráfico pode-se identificar *outliers*, ou seja, valores que estão muito distantes do centro da distribuição. No gráfico, a linha sólida dentro da caixa (*box*) representa a mediana. As delimitações superiores e inferiores da caixa, respectivamente, correspondem aos *percentis 75 e 25*, definindo, assim, a amplitude interquartil (AIQ). Os “bigodes de gato” (*whiskers*) são os últimos valores de dados que estão a até 1,5 de distância do *box*. Dados a mais de 1,5 pontos distantes da caixa como os *outliers*, no SPSS são marcados com um círculo, e os dados com mais de 3 pontos de distância são considerados como “*far out*”, ou seja, muito distantes e são representados, no SPSS, com um asterisco.

Tabela 2: Comparações entre as observações de golfinhos sozinhos e associados, em horas por mês, para cada um dos três anos considerados (1996, 2002 e 2003). O teste de Mann-Whitney mostrou que os tipos de observação apresentaram diferenças estatisticamente significativas ao longo de cada um dos anos, predominando as avistagens de animais solitários.

Ano	Sozinhos med (IQ)	Associados med (IQ)	Valor P
1996	27 (4 a 49)	8 (0 a 24)	<0,0001*
2002	15 (0 a 38)	0 (0 a 11)	0,006*
2003	19 (4 a 31)	0 (0 a 4)	<0,0001*

med (IQ) = mediana acompanhada do intervalo interquartil (25 a 75)

Valor P resultante do teste de Mann -Whitney

Asterisco indica valores estatisticamente significativos

4.1.2. Ocorrência sazonal

Para se verificar a equidade nas distribuições das observações nos períodos de verão, outono, primavera e inverno, quanto à observação total de golfinhos, assim como quanto à observação de animais sozinhos e/ou associados, foi aplicado o teste de Kruskal-Wallis para os dados de dois anos, 2002 e 2003 conjuntamente, não sendo encontradas diferenças entre eles (Tabela 3).

Tabela 3: Comparação do tempo de visualização dos golfinhos, em horas por mês, para o total de observações, assim como para quando estavam sozinhos ou associados, entre as estações, nos anos de 2002 e 2003. O teste de Kruskal-Wallis mostrou equidade entre os valores encontrados.

Parâmetro	Observações med (IQ)	Sozinhos med (IQ)	Associados med (IQ)
Verão 2002	26 (0 a 60)	26 (0 a 45)	0 (0 a 5)
Verão 2003	34 (27 a 41)	18 (10 a 27)	15 (0 a 31)
Outono 2002	34 (27 a 41)	19 (10 a 27)	15 (0 a 31)
Outono 2003	35 (18 a 55)	23 (17a 44)	1 (0 a 10)
Inverno 2002	4 (0 a 76)	4 (0 a 31)	0 (0 a 45)
Inverno 2003	9 (3 a 28)	9 (3 a 25)	0 (0 a 1)
Primavera 2002	33 (3 a 50)	16 (3 a 31)	10 (0 a 30)
Primavera 2003	7 (0 a 20)	2 (0 a 19)	0 (0 a 2)
Valor P	0,09	0,07	0,13

med (IQ) = mediana acompanhada do intervalo interquartil (25 a 75)
 Valor P resultante do teste Kruskal-Wallis

Para se verificar igualmente a equidade nas distribuições das observações nas estações, quanto à observação total de golfinhos, assim como quanto a sua associação ou não, mas comparando-se os dados dos três anos (1996, 2002 e 2003) conjuntamente, através do teste de Kruskal-Wallis, foram encontradas diferenças estatisticamente significativas entre todos os tipos de observações (Tabela 4; Figura 6, a e b).

Tabela 4: Comparação do tempo de visualização dos golfinhos, em horas por mês, para o total de observações, assim como para quando estava sozinho ou associados, entre as estações, no decorrer dos anos de 1996, 2002 e 2003. O teste de Kruskal-Wallis mostrou diferenças estatisticamente significativas entre os períodos, para todos os tipos de observação.

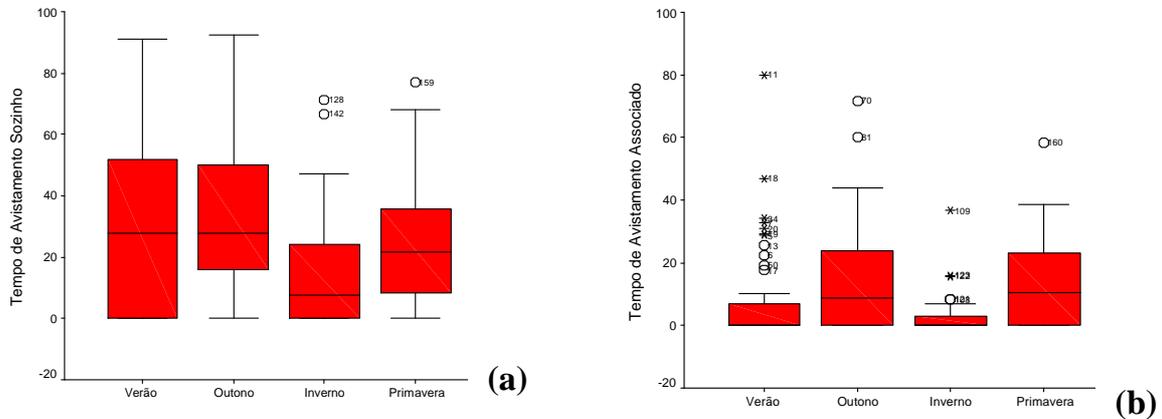
Parâmetro	Observações med (IQ)	Sozinhos med (IQ)	Associados med (IQ)
Verão 1996	26 (0 a 60)	26 (0 a 45)	0 (0 a 5)
Verão 2002	26 (0 a 60)	26 (0 a 45)	0 (0 a 5)
Verão 2003	34 (27 a 41)	18 (10 a 27)	15 (0 a 31)
Outono 1996	34 (27 a 41)	19 (10 a 27)	15 (0 a 31)
Outono 2002	34 (27 a 41)	19 (10 a 27)	15 (0 a 31)
Outono 2003	35 (18 a 55)	23 (17a 44)	1 (0 a 10)
Inverno 1996	4 (0 a 76)	4 (0 a 31)	0 (0 a 45)
Inverno 2002	4 (0 a 76)	4 (0 a 31)	0 (0 a 45)
Inverno 2003	9 (3 a 28)	9 (3 a 25)	0 (0 a 1)
Primavera 1996	33 (3 a 50)	16 (3 a 31)	10 (0 a 30)
Primavera 2002	33 (3 a 50)	16 (3 a 31)	10 (0 a 30)
Primavera 2003	7 (0 a 20)	2 (0 a 19)	0 (0 a 2)
Valor-P	<0,0001*	0,002*	<0,0001*

med (IQ) = mediana acompanhada do intervalo interquartil (25 a 75)

Valor-P resultante do teste Kruskal-Wallis

Asterisco indica valores estatisticamente significativos

Figura 6. Gráficos representando a distribuição do tempo, em horas, de observação de golfinhos sozinhos (a) e associados (b), para as cada uma das estações (os anos de 1996, 2002 e 2003 foram considerados conjuntamente). Os limites de cada “caixa” correspondem os percentis 75 e 25, definindo a amplitude interquartil (AIQ), e a linha dentro dela o valor da mediana.



4.1.2.1. Sazonalmente, em cada um dos anos

Através do teste de Kruskal-Wallis, no ano de 1996 foram encontradas diferenças estatisticamente significativas nas distribuições, entre as estações, para as observações totais, de animais sozinhos e quando observados em agrupamentos (Tabela 5, Figura 7, a e b).

Tabela 5: Comparação do tempo de visualização dos golfinhos, em horas por estação, para o total de observações, assim como para quando estava sozinhos ou associados, entre as estações, no decorrer do ano de 1996. O teste de Kruskal-Wallis mostrou diferenças estatisticamente significativas entre os períodos, para todos os tipos de observação.

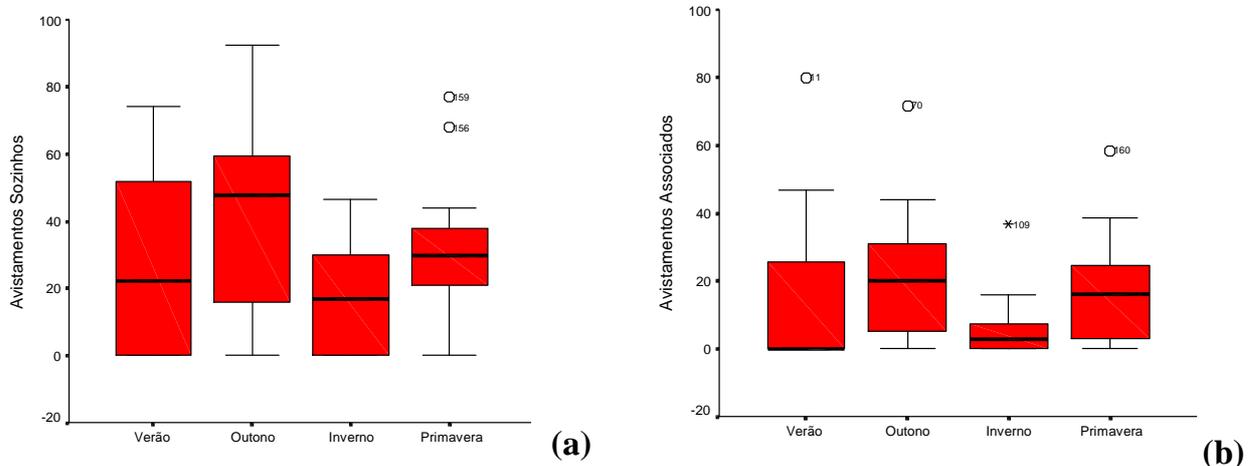
Parâmetro	Observações	Sozinhos	Associados
	med (IQ)	med (IQ)	med (IQ)
Verão	44 (0 a 79)	22 (0 a 53)	0 (0 a 27)
Outono	72 (44 a 89)	48 (15 a 60)	20 (4 a 31)
Inverno	24 (0 a 42)	17 (0 a 34)	3 (0 a 8)
Primavera	43 (38 a 74)	30 (20 a 39)	16 (3 a 25)
Valor P	0,001*	0,016*	0,004*

med (IQ) = mediana acompanhada do intervalo interquartil (25 a 75)

Valor P resultante do teste Kruskal-Wallis

Asterisco indica valores estatisticamente significativos

Figura 7. Gráficos representando a distribuição do tempo, em horas, de observação de golfinhos sozinhos (a) e associados (b), para as estações do ano de 1996. Os limites de cada “caixa” correspondem os percentis 75 e 25, definindo a amplitude interquartil (AIQ), e a linha dentro dela o valor da mediana.



Para se verificar a equidade nas distribuições das observações sazonais totais, de animais sozinhos e associados, ao longo das estações do ano de 2002, foi aplicado o teste de Kruskal-Wallis, não sendo encontradas diferenças estatisticamente significativas (Tabela 6; Figura 8, a e b).

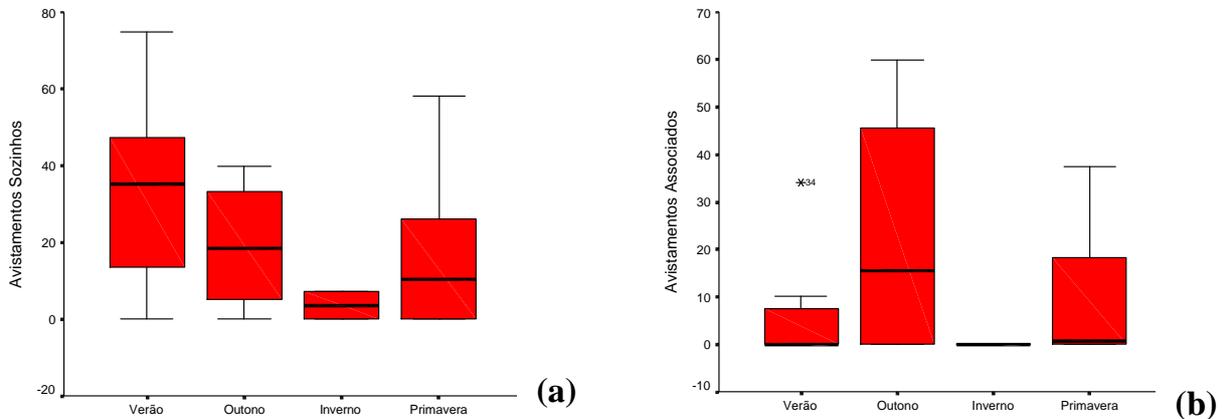
Tabela 6: Comparação do tempo de visualização dos golfinhos, em horas por estação, para o total das observações, assim como para quando estava sozinhos ou associados, entre as estações, ao decorrer do ano de 2002. O teste de Kruskal-Wallis não apontou diferenças estatisticamente significativas entre os períodos, para nenhum dos tipos de observação.

Parâmetro	Observações	Sozinhos	Associados
	med (IQ)	med (IQ)	med (IQ)
Verão	26 (0 a 60)	26 (0 a 45)	0 (0 a 5)
Outono	34 (27 a 41)	19 (10 a 27)	15 (0 a 31)
Inverno	4 (0 a 76)	4 (0 a 31)	0 (0 a 45)
Primavera	33 (3 a 50)	16 (3 a 31)	10 (0 a 30)
Valor P	0,89	0,69	0,36

med (IQ) = mediana acompanhada do intervalo interquartil (25 a 75)

Valor P resultante do teste Kruskal-Wallis

Figura 8. Gráficos representando a distribuição do tempo, em horas, de observação de golfinhos sozinhos (a) e associados (b), para as estações do ano de 2002. Os limites de cada “caixa” correspondem os percentis 75 e 25, definindo a amplitude interquartil (AIQ), e a linha dentro dela o valor da mediana.



Aplicando-se mais uma vez o teste de Kruskal-Wallis, no ano de 2003 foram encontradas diferenças estatisticamente significativas nas distribuições, entre as estações, para as observações totais e de animais sozinhos, mas não quando observados em agrupamentos (Tabela 7, Figura 9, a e b).

Tabela 7: Comparação do tempo de visualização dos golfinhos, em horas por estação, para o total das observações, assim como para quando estava sozinhos ou associados, entre as estações, ao decorrer do ano de 2003. O teste de Kruskal-Wallis apontou diferenças estatisticamente significativas entre os períodos para dois dos tipos de observação: avistagem total e de animais solitários.

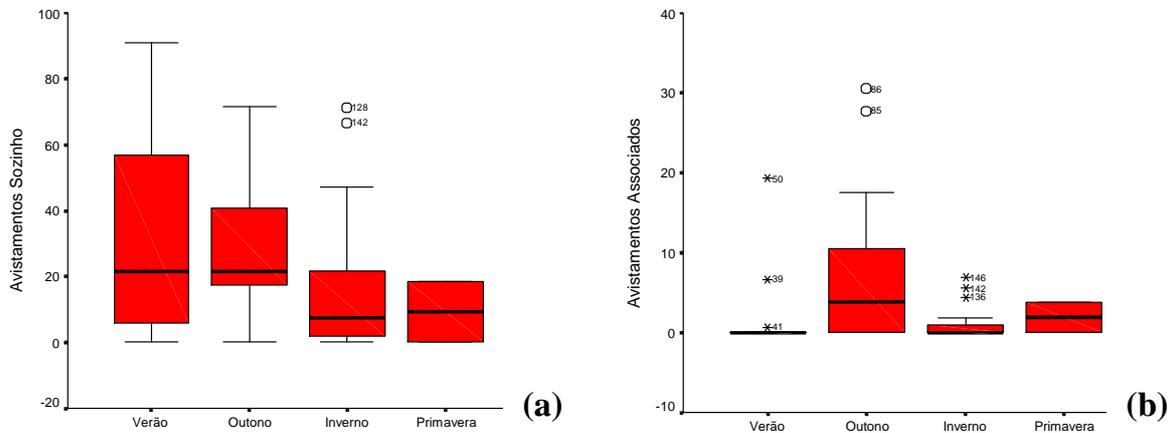
Parâmetro	Observações med (IQ)	Sozinhos med (IQ)	Associados med (IQ)
Verão	34 (27 a 41)	18 (10 a 27)	15 (0 a 31)
Outono	35 (18 a 55)	23 (17 a 44)	1 (0 a 10)
Inverno	9 (3 a 28)	9 (3 a 25)	0 (0 a 1)
Primavera	7 (0 a 20)	2 (0 a 19)	0 (0 a 2)
Valor P	0,02*	0,03*	0,15

med (IQ) = mediana acompanhada do intervalo interquartil (25 a 75)

Valor P resultante do teste Kruskal-Wallis

Asterisco indica valores estatisticamente significativos

Figura 9. Gráficos representando a distribuição do tempo, em horas, de observação de golfinhos sozinhos (a) e associados (b), para as estações do ano de 2003. Os limites de cada “caixa” correspondem os percentis 75 e 25, definindo a amplitude interquartil (AIQ), e a linha dentro dela o valor da mediana.



4.1.2.2. Em cada estação, entre os anos

Quando comparados, através do teste de Wilcoxon, os três anos de estudo em cada uma das estações, para observações de animais sozinhos e associados, obtiveram-se valores diferentes. Para o período de verão, todos os três anos mostraram diferenças significativas entre animais solitários e associados, com predominância do primeiro (Tabela 8).

Tabela 8: Comparações do tempo de avistamento, em horas por mês, para golfinhos sozinhos ou associados, para cada um dos três anos (1996, 2002 e 2003), no período de verão. O teste de Wilcoxon que mostrou que os tipos de observação apresentaram diferenças estatisticamente significativas, e que predominaram as avistagens de animais solitários.

Ano	Sozinhos med (IQ)	Associados med (IQ)	Valor P
1996	22 (0 a 53)	0 (0 a 27)	0,007*
2002	35 (10 a 51)	0 (0 a 8)	0,012*
2003	21 (4 a 59)	0 (0 a 0)	0,001*

med (IQ) = mediana acompanhada do intervalo interquartil (25 a 75)

Valor P resultante do teste de Wilcoxon

Asterisco indica valores estatisticamente significativos

O período de outono e inverno, dos anos de 1996 e 2003, mostrou diferenças significativas entre animais solitários e associados, predominando mais uma vez observações de animais solitários (Tabelas 9 e 10).

Tabela 9: Comparações do tempo de avistamento, em horas por mês, para golfinhos sozinhos ou associados, para cada um dos três anos, no período de outono. O teste de Wilcoxon mostrou que os tipos de observação apresentaram diferenças estatisticamente significativas em 1996 e 2003, onde predominaram as avistagens de animais solitários. O ano de 2002 também mostrou esta tendência, mas não foi estatisticamente significativo.

Ano	Sozinhos med (IQ)	Associados med (IQ)	Valor P
1996	48 (15 a 60)	20 (4 a 31)	0,007*
2002	19 (3 a 37)	15 (0 a 53)	1,000
2003	22 (17 a 42)	4 (0 a 11)	<0,0001*

med (IQ) = mediana acompanhada do intervalo interquartil (25 a 75)

Valor P resultante do teste de Wilcoxon

Asterisco indica valores estatisticamente significativos

Tabela 10: Comparações do tempo de avistamento, em horas por mês, para golfinhos sozinhos ou associados, para cada um dos três anos, no período de inverno. O teste de Wilcoxon mostrou que os tipos de observação apresentaram diferenças estatisticamente significativas em 1996 e 2003, onde predominaram as avistagens de animais solitários. O ano de 2002 também mostrou esta tendência, mas não foi estatisticamente significativo.

Ano	Sozinhos med (IQ)	Associados med (IQ)	Valor P
1996	17 (0 a 34)	3 (0 a 8)	0,004*
2002	4 (0 a 7)	0 (0 a 0)	0,317
2003	7 (2 a 22)	0 (0 a 1)	<0,0001*

med (IQ) = mediana acompanhada do intervalo interquartil (25 a 75)

Valor P resultante do teste de Wilcoxon

Asterisco indica valores estatisticamente significativos

Já no período de primavera, somente o ano de 1996 apresentou diferenças significativas entre animais solitários e associados, com a observação de animais solitários predominando mais uma vez (Tabela 11).

Tabela 11: Comparações do tempo de avistamento, em horas por mês, para golfinhos sozinhos ou associados, para cada um dos três anos, no período de primavera. O teste de Wilcoxon mostrou que os tipos de observação apresentaram diferenças estatisticamente significativas em 1996, onde predominaram as avistagens de animais solitários. Os anos de 2002 e 2003 também mostraram esta tendência, mas não foram estatisticamente significativos.

Ano	Sozinhos med (IQ)	Associados med (IQ)	Valor P
1996	30 (20 a 39)	16 (3 a 26)	0,023*
2002	10 (0 a 29)	1 (0 a 22)	0,161
2003	9 (0 a 19)	2 (0 a 4)	0,317

med (IQ) = mediana acompanhada do intervalo interquartil (25 a 75)

Valor P resultante do teste de Wilcoxon

Asterisco indica valores estatisticamente significativos

Ao se estratificar as observações por estação, comparando-as através do teste de Kruskal-Wallis (Tabelas 12 a 15), foi identificada diferença estatisticamente significativa no período de outono, inverno e verão, entre os anos de 1996, 2002 e 2003 para as observações de golfinhos sozinhos, porém não para associados. Na primavera, observou-se o inverso, com diferença nas avistagens entre os anos de 1996, 2002 e 2003 para animais associados.

Tabela 12. Comparações do tempo de avistamento, em horas por mês, para golfinhos sozinhos e para golfinhos associados, entre os três anos, para o período de outono. O teste de Kruskal-Wallis mostrou que a observação de animais solitários apresentou diferenças estatisticamente significativas entre os anos, mas não na observação de animais associados.

Parâmetro	1996	2002	2003	Valor P
Associados	11 (0 a 31)	0 (0 a 1)	35 (0 a 65)	0,95
Sozinhos	50 (17 a 140)	12 (0 a 25)	60 (54 a 74)	<0,0001*

med (IQ) = mediana acompanhada do intervalo interquartil (25 a 75)

Valor P resultante do teste de Kruskal-Wallis.

Asterisco indica valores estatisticamente significativos

Tabela 13. Comparações do tempo de avistamento, em horas por mês, para golfinhos sozinhos e para golfinhos associados, entre os três anos, para o período de inverno. O teste de Kruskall-Wallis mostrou que a observação de animais solitários apresentou diferenças estatisticamente significativas entre os anos, mas não na observação de animais associados.

Parâmetro	1996	2002	2003	Valor P
Associados	0 (0 a 7)	0 (0 a 0)	19 (0 a 28)	0,35
Sozinhos	30 (2 a 60)	0 (0 a 0)	21 (7 a 39)	0,01*

med (IQ) = mediana acompanhada do intervalo interquartil (25 a 75)

teste de Kruskall-Wallis

Asterisco indica valores estatisticamente significativos

Tabela 14. Comparações do tempo de avistamento, em horas por mês, para golfinhos sozinhos e para golfinhos associados, entre os três anos, para o período de primavera. O teste de Kruskall-Wallis mostrou que a observação de animais associados apresentou diferenças estatisticamente significativas entre os anos, mas não na observação de animais solitários.

Parâmetro	1996	2002	2003	Valor P
Associados	10 (0 a 30)	0 (0 a 30)	0,4 (0 a 5)	0,05*
Sozinhos	35 (0 a 81)	77 (12 a 100)	0,3 (0 a 12)	0,20

med (IQ) = mediana acompanhada do intervalo interquartil (25 a 75)

Valor P resultante do teste de Kruskall-Wallis

Asterisco indica valores estatisticamente significativos

Tabela 15. Comparações do tempo de avistamento, em horas por mês, para golfinhos sozinhos e para golfinhos associados, entre os três anos, para o período de verão. O teste de Kruskall-Wallis mostrou que a observação de animais solitários apresentou diferenças estatisticamente significativas entre os anos, mas não na observação de animais associados.

Parâmetro	1996	2002	2003	Valor P
Associados	0 (0 a 8)	24 (0 a 100)	0 (0 a 5)	0,5
Sozinhos	40 (0 a 95)	9 (0 a 49)	0 (0 a 1,5)	0,001*

med (IQ) = mediana acompanhada do intervalo interquartil (25 a 75)

Valor P resultante do teste de Kruskall-Wallis

Asterisco indica valores estatisticamente significativos

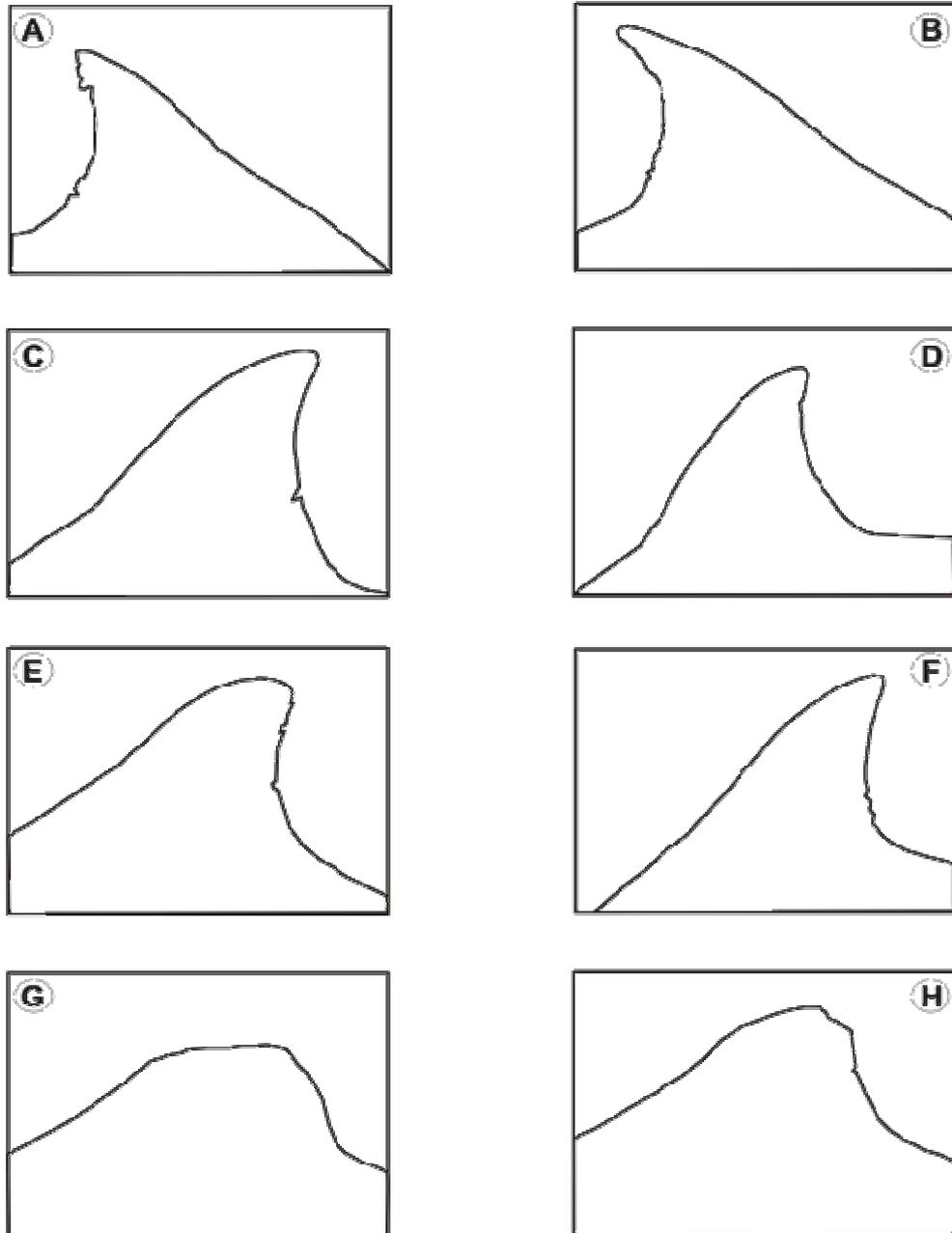
4.1.3. Fotoidentificação e ocorrência individual

Para o monitoramento e atualização de um arquivo de fotoidentificação dos animais, cerca de 90 filmes fotográficos foram utilizados, embora com esforço desigual, ao longo do período compreendido entre 1996 e 2003. Foi avaliada a ocorrência de cada um dos golfinhos

identificados ao longo do período de estudo, para verificação de possíveis diferenças nas frequências de avistagens individuais entre os anos. Foi considerada para tal comparação a ocorrência total de cada indivíduo por ano, assim como a ocorrência de cada golfinho sozinho ou associado.

Dois golfinhos fotoidentificados apresentaram mudanças significativas nas marcas naturais das nadadeiras dorsais (Figuras 11 e 12), sendo que o restante do grupo manteve suas marcas aparentemente sem alterações (Figura 10) entre os períodos iniciais e finais do período de estudo (1996-2003), não sendo então apresentadas aqui fotografias individuais para estes períodos. Outras marcas ainda foram observadas em alguns indivíduos, como arranhões e manchas nas nadadeiras dorsais e nos flancos dos golfinhos, podendo ser usadas para auxílio da confirmação dos animais em campo (Figuras 11, 12 e 13). Os códigos de identificação dos golfinhos foram adaptados de Simões-Lopes (1995), sendo os nomes populares pelos quais são denominados substituídos pelos seguintes códigos individuais, com referência à região onde são observados (Imbé) e a ordem pelo quais foram sendo identificados: I₁: Barata; I₅: Lobisomem; I₁₀: Pomba; I₆: Catatau; I₈: Coquinho; I₇: Bagrinho; I₉: Galhamol; I₁₁: Geraldona; I₁₂: Filhote de I₁₁; I₁₃: Filhote de I₆; I₁₄: Rubinho.

Figura 10: Contorno das dorsais dos golfinhos observados na área da barra de Tramandaí, entre os anos de 1996 e 2003. A. I₁₀: Pomba. B. I₂: Lobisomem. C. I₁: Bagrinho. D. I₁₂: Rubinho. E. I₁: Coquinho. F. I₁: Galhamol. G. I₁₁: Geraldona. H. I₁: Catatau. Na folha seguinte encontram-se as fotografias respectivas a cada um dos animais em questão.



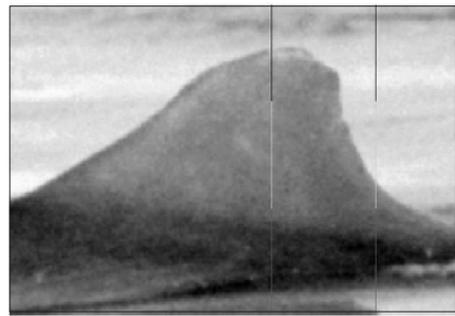
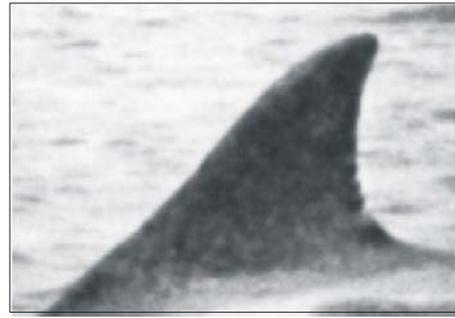
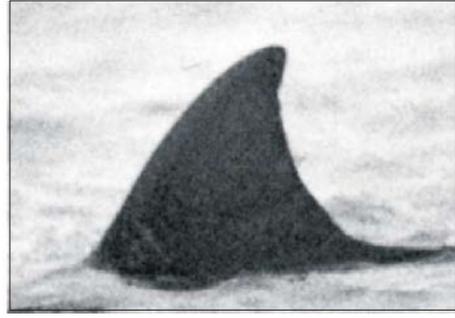
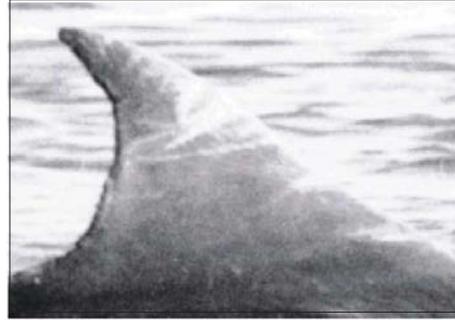
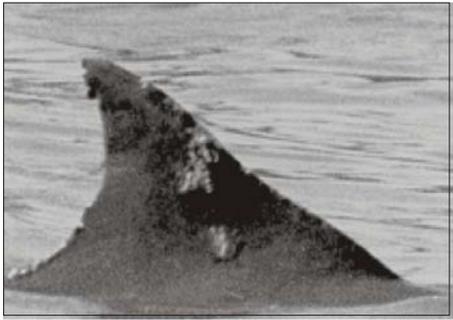


Figura 11. Mudanças nas marcas naturais da nadadeira dorsal do indivíduo I₁₀, fotoidentificado em 2000 (A) e 2003 (B), através da aquisição de manchas no flanco do golfinho.

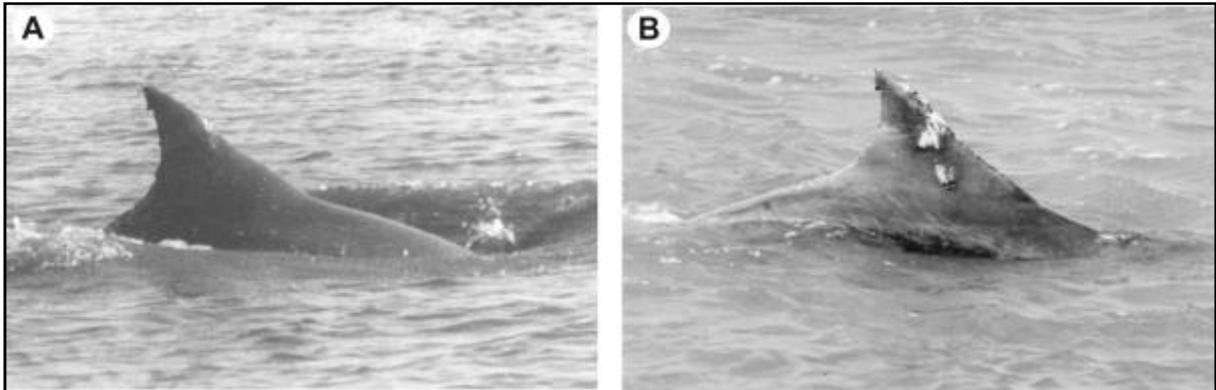


Figura 12. Mudanças nas marcas naturais da nadadeira dorsal (vistas do flanco direito) do indivíduo I₅, fotoidentificado no ano de 2000 (A), de 2002 (B e C) e 2003 (D), onde foi verificada uma alteração no contorno da nadadeira dorsal, assim como a aquisição progressiva de manchas na nadadeira dorsal e no flanco do golfinho.

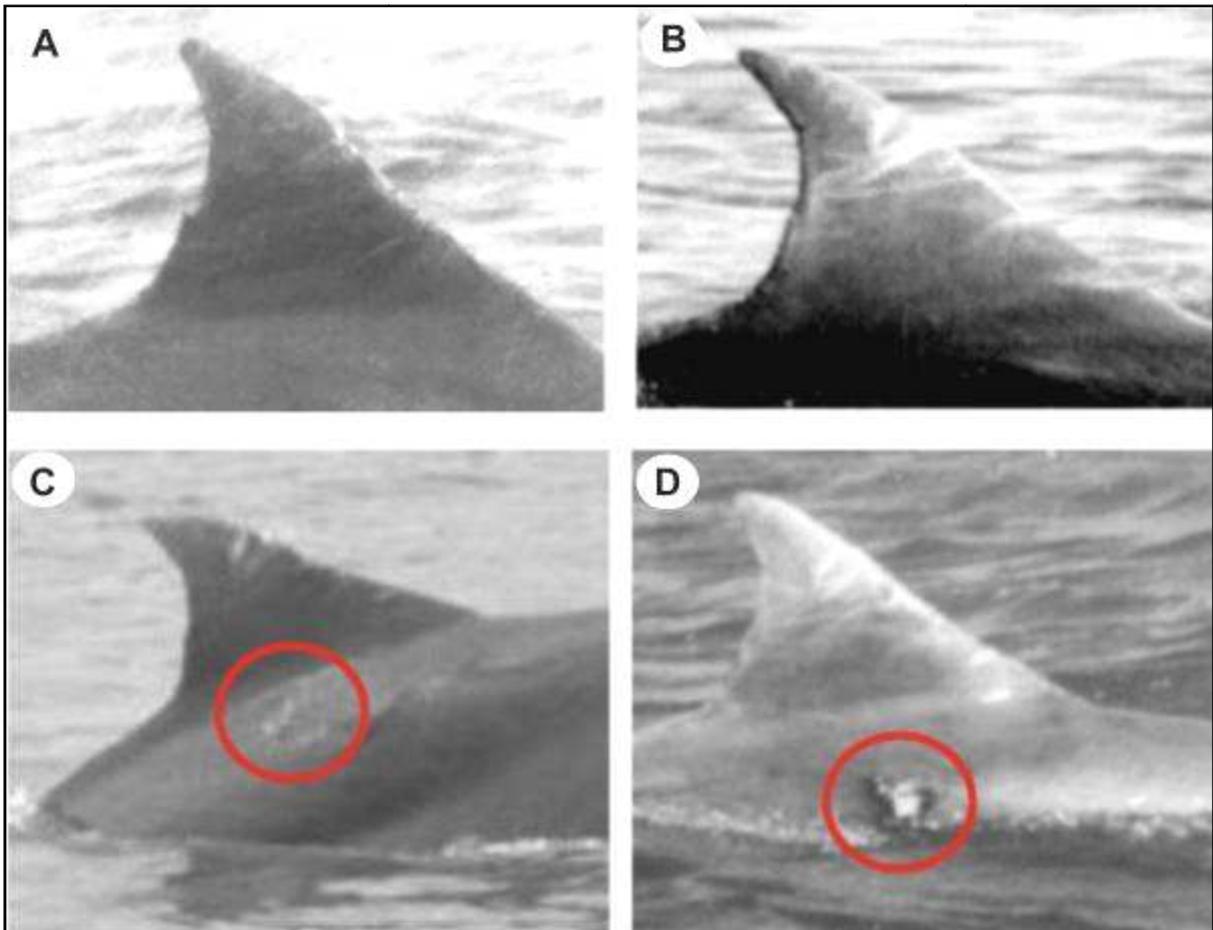


Figura 13: Outras marcas (arranhões) observadas no golfinho I₈ (foto da esquerda) e no golfinho I₇ (foto da direita), no flanco esquerdo de ambos animais.



Ao longo dos anos considerados para análise, distribuídos nos anos de 1996, 1998, 1999, 2002 e 2003, somente no verão de 1999 não foi avistado nenhum dos indivíduos na área (Anexo 2). Um dos indivíduos (I₁) teve sua última avistagem em 28 de novembro de 1998 (Figura 14).

Figura 14. Vista do flanco direito da nadadeira dorsal do indivíduo I₁, que teve seu último registro confirmado para a primavera de 1998.

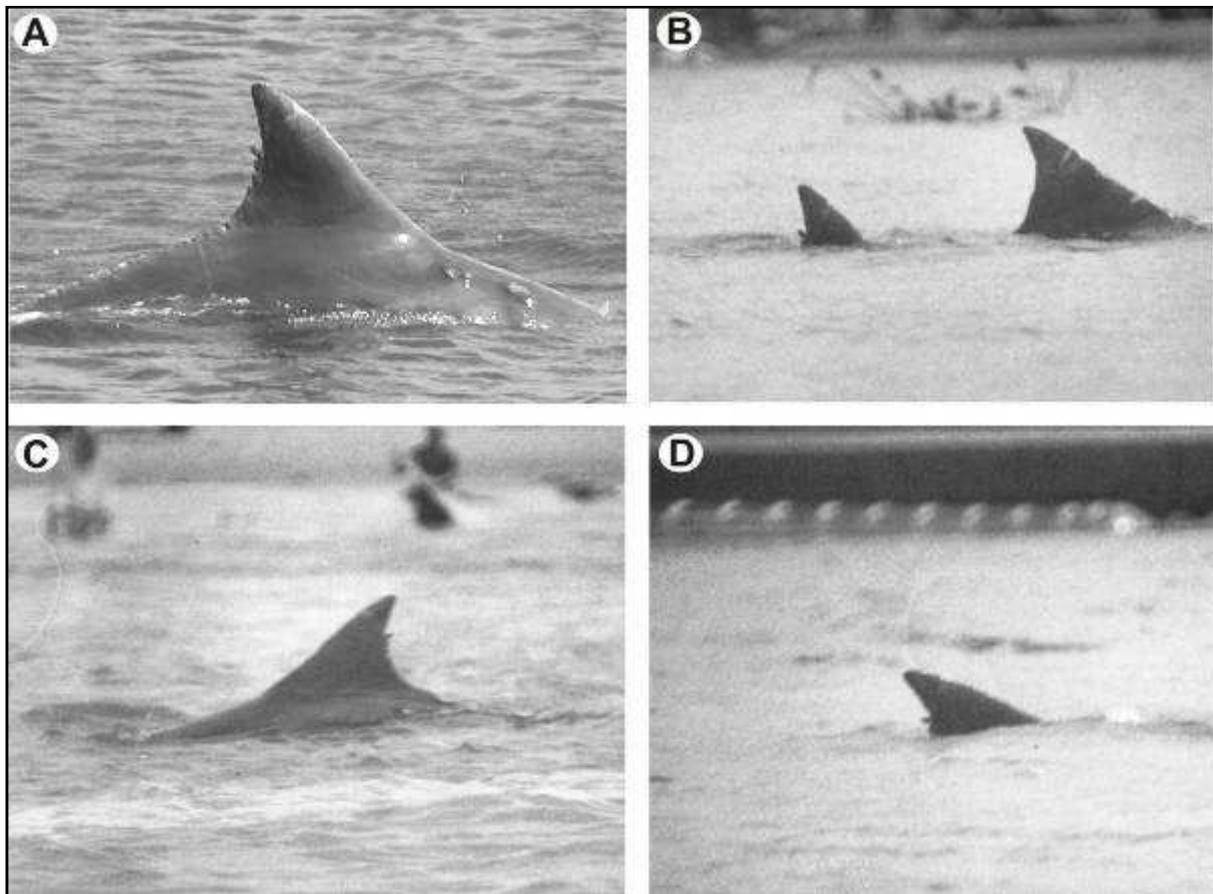


Uma única vez, em 06 de fevereiro de 2003, foi observada a presença de um indivíduo não previamente fotoidentificado para este grupo, chamado 'Pirata' pelos pescadores (Figura 15), recebendo o código de identificação M₁. Este indivíduo foi considerado transeunte ou não residente, devido a sua avistagem única. Este indivíduo foi identificado posteriormente, em setembro de 2003 e março de 2004 (Moreira & Moreno, 2004) no estuário do rio Mampituba (29°19'S; 49°43'W), município de Torres, distante de Tramandaí

aproximadamente 100 km ao norte. Na única ocasião em que foi registrada sua presença adentrando a barra de Tramandaí, se associou por aproximadamente 15 minutos com mais três animais da área da barra, I₅, (Lobisomem), I₈ (Coquinho) e I₁₄ (Rubinho).

Durante os anos de 2002 e 2003, todos os indivíduos esperados foram avistados (Anexo 2). O número de animais manteve-se relativamente constante, sendo que nos anos de 1996, 1998 e 1999, oito indivíduos foram registrados para cada ano, e nos anos de 2002 e 2003, 10 indivíduos foram registrados.

Figura 15. Indivíduo M₁: A. Registrado na barra do rio Mampituba, Torres, em março de 2004 (foto de Ignacio B. Moreno - GEMARS). B, C e D. Registrado na área da barra de Tramandaí, no verão de 2003. B. Acompanhado do indivíduo I₅ (à direita).



Nos anos analisados, foi verificada a ocorrência de ao menos um dos indivíduos do grupo por estação. Embora um dos indivíduos (I₁) tenha sido observado pela última vez na primavera de 1998, todos os outros golfinhos fotoidentificados até então foram reavistados (com exceção de I₁₀, não avistado em 1998) durante o período compreendido entre os anos de 1996 e 2003 (residência intra-anual). O fato de terem sido avistados no primeiro ano de

estudo (1996) e no último (2003), define um alto grau de residência e fidelidade à área, conforme Simões-Lopes & Fabián (1999).

Ao longo dos anos de 1996, 2002 e 2003, a média do número de estações em que os animais foram reavistados variou de 2 a 4 estações. No ano de 1996, a média do grupo foi de 4 estações (de 3 a 4), em 2002 foi 2 estações (de 1 a 4) e de 2003 a média foi de 3 estações (de 2 a 4). Individualmente, também entre 1996, 2002 e 2003 (total 12 estações), o grupo apresentou uma variabilidade de graus de residência em relação ao número de estações em que ocorreram, variando de 50 a 100% (Anexo 3).

As fêmeas conhecidas para o grupo, I₁₁ e I₆, foram os indivíduos que obtiveram os índices de residência mais baixos. Parecem ter as menores taxas de reavistagem, se consideradas nos três anos analisados para fins de residência (1996, 2002 e 2003), pois não foram avistadas ao longo da maior parte das estações. As fêmeas parecem, ao invés disto, ter uma tendência a apresentar ocorrência sazonal. Se considerarmos o período total no qual foram observadas, incluindo os períodos usados para análise de intervalos de nascimentos, mostram uma periodicidade de ocorrência intra-anual com maiores registros nos meses referentes aos períodos sazonais de primavera e outono (Anexo 4).

4.1.3.1. Detalhamento da ocorrência individual

Quando comparadas, através do teste de Mann-Whitney, as frequências de ocorrências dos golfinhos a sós e associados, entre os anos de 2002 e 2003, não foi encontrada diferença entre as categorias ($P > 0,05$). Quando comparadas, através do teste de χ^2 , as frequências de ocorrências dos golfinhos sozinhos entre si, foi detectada diferença significativa ($P < 0,0001$), assim como para quando associados ($P = 0,001$).

Os golfinhos não ocorreram com uma frequência similar, visto que quando comparadas, através do teste de Wilcoxon, as frequências de ocorrências de cada um deles, sozinhos ou associados, sete indivíduos apresentaram diferença estatisticamente significativa ($P < 0,05$), e três não apresentaram diferença ($P > 0,05$) (Tabela 16).

Tabela 16. Comparação entre as frequências de ocorrências totais, em horas por mês, de cada um dos golfinhos, estando a sós ou associado (os anos de 2002 e 2003 foram considerados conjuntamente). O teste de Wilcoxon mostrou que os golfinhos variaram individualmente quanto a sua condição, com alguns apresentando diferenças estatisticamente significativas entre a observação “a sós” ou “associado”, com somente dois indivíduos não apresentando tal tendência.

Golfinho	Sozinho med (IQ)	Associado med (IQ)	Valor P
I₈	50 (0 a 364)	2,5 (0 a 50)	0,003*
I₁₀	0 (0 a 114)	0 (0 a 0)	0,012*
I₅	27 (0 a 227)	2,5 (0 a 76)	0,007*
I₇	0 (0 a 52)	0 (0 a 18)	0,126
I₉	0 (0 a 0)	0 (0 a 0)	0,686
I₆	0 (0 a 0)	0 (0 a 0)	0,042*
I₁₃	0 (0 a 0)	0 (0 a 0)	0,042*
I₁₁	0 (0 a 0)	0 (0 a 0)	0,043*
I₁₂	0 (0 a 0)	0 (0 a 0)	0,043*
I₁₄	0 (0 a 3,8)	0 (0 a 3,8)	0,399

med (IQ) = mediana acompanhada do intervalo interquartil (25 a 75)

Valor P resultante do teste de Wilcoxon

Asterisco indica valores estatisticamente significativos

Os anos não foram similares, quando analisados isoladamente frente às observações individuais, tanto para momentos de isolamento ou associação. Somente no ano de 2003 houve diferenças estatisticamente significativas entre momentos de associação ou não, para alguns dos indivíduos. Quatro indivíduos mostraram estas diferenças ($P < 0,05$), através do teste de Wilcoxon, para os quais os momentos de não associação foram mais frequentes, sendo que os demais não apresentaram diferença ($P > 0,05$) (Tabela 17). O ano de 2002 não apresentou diferenças individuais entre as observações de animais associados ou não (Anexo 5).

Tabela 17: Comparação entre frequências de ocorrências, em horas por mês, dos golfinhos, sozinhos ou associados, no ano de 2003. O teste de Wilcoxon mostrou que os golfinhos variaram individualmente quanto a sua condição, com alguns apresentando diferenças estatisticamente significativas entre a observação “a sós” ou “associado”, com mais da metade dos indivíduos não apresentando tal tendência.

Golfinho	Sozinho med (IQ)	Associado med (IQ)	Valor P
I₈	212 (5 a 895)	15 (0 a 49)	0,008*
I₁₀	85 (0 a 147)	0 (0 a 5)	0,018*
I₅	117 (0 a 234)	7 (0 a 50)	0,018*
I₇	20 (0 a 102)	5 (0 a 19)	0,028*
I₉	0 (0 a 0)	0 (0 a 0)	0,593
I₆	0 (0 a 0)	0 (0 a 4)	0,109
I₁₃	0 (0 a 0)	0 (0 a 4)	0,109
I₁₁	0 (0 a 0)	0 (0 a 7)	0,109
I₁₂	0 (0 a 0)	0 (0 a 7)	0,109
I₁₄	0 (0 a 70)	0 (0 a 34)	0,399

med (IQ) = mediana acompanhada do intervalo interquartil (25 a 75)

Valor P resultante do teste de Wilcoxon

Asterisco indica valores estatisticamente significativos

Quando avaliadas as observações individuais, dentro de cada estação, para momentos de associação ou não, nenhuma das estações, tanto em 2002 quanto em 2003, apresentou diferenças estatisticamente significativas (Anexos de 6 a 13).

4.1.4. Tamanho de grupo

Para a análise do tamanho de grupo, foi calculada a média e desvio padrão das avistagens para os anos de 2002 e 2003. O mesmo foi calculado com dados obtidos em trabalhos anteriores (ano de 1996), para fins de comparação. Através do teste da ANOVA investigou-se a existência ou não de diferença no tamanho de grupo entre os anos. O procedimento foi realizado de duas maneiras, em uma se incluído os animais solitários, e em outra se considerando somente os agrupamentos. No primeiro caso, considerando-se no

cálculo da média os animais solitários, o tamanho de grupo (Tabela 18) para 2002 foi de $1,42 \pm 0,77$, e para 2003 foi de $1,18 \pm 0,52$. A média de 1996 foi de $1,27 \pm 0,63$, sendo que os resultados da ANOVA indicam que os tamanhos dos grupos, em média, são diferentes em todos os anos (Tabela 18).

Tabela 18: Comparação do tamanho dos grupos por ano (1996, 2002 e 2003), mostrando a o valor médio e o desvio padrão (dp). Os resultados da ANOVA indicam que os anos apresentaram diferença estatisticamente significativa entre eles, apesar da similaridade das médias.

Golfinho	Média ± dp	Valor P
Total	1,25 ± 0,61	
1996	1,27 ± 0,63	<0,0001*
2002	1,42 ± 0,77	<0,0001*
2003	1,18 ± 0,52	<0,0001*

Valor P resultante da ANOVA

Asterisco indica valores estatisticamente significativos

Considerando-se para o cálculo somente momentos de associação, o tamanho de grupo para 2002 foi de $2,48 \pm 0,70$, o de 2003 foi de $2,33 \pm 0,74$, e de 1996 de $2,33 \pm 0,74$ (Tabela 19). Através do teste de ‘post-hoc’ (teste de Tukey), verificou-se que os tamanhos dos grupos, em média, não são diferentes entre 1996 e 2003, porém estes dois diferem de 2002 (Tabela 20). Apesar do resultado da análise ter sido estatisticamente significativo, o que pode acontecer devido ao tamanho da amostra, apontando para diferenças de tamanho de grupo, a mediana (Tabela 19) mostra similaridade entre os anos avaliados, além de fornecer maior coerência biológica quando se trata de tamanho de grupo ou número de animais.

Tabela 19: Comparação do tamanho médio dos grupos, considerando-se apenas as observações com associações, por ano (1996, 2002 e 2003), mostrando a o valor médio e o desvio padrão (dp), assim como a mediana.

Golfinho	Média ± dp	Mediana (IQ)
Total	2,38 ± 0,73	2 (2 a 3)
1996	2,33 ± 0,74	2 (2 a 2)
2002	2,48 ± 0,70	2 (2 a 3)
2003	2,33 ± 0,74	2 (2 a 2)

med (IQ) = mediana acompanhada do intervalo interquartil (25 a 75)

Tabela 20: Comparação do tamanho dos grupos entre os anos (1996, 2002 e 2003), através da comparação de médias entre eles. O resultado do teste de Tukey indica que o tamanho dos grupos não apresentaram diferença estatisticamente significativa entre 1996 e 2003, porém estes dois diferiram de 2002.

Comparação	Tukey	Conclusões
1996 vs 2002	<0,0001*	Médias diferem
1996 vs 2003	0,99	Médias não diferem
2002 vs 2003	<0,0001*	Médias diferem

Asterisco indica valores estatisticamente significativos

4.1.5. Variáveis ambientais

Foram calculados os Coeficientes de Spearman para verificar a correlação entre temperaturas da água e níveis da água da barra em relação à presença dos golfinhos na área nos anos de 1996, 2002 e 2003, assim como, de maneira mais detalhada, verificar a possível correlação entre estas variáveis e a presença de golfinhos solitários ou em agrupamentos.

Considerando-se as variáveis dos três anos conjuntamente, houve correlação estatisticamente significativa apenas no parâmetro temperatura. A temperatura apresentou correlação positiva, mas fraca, entre as temperaturas da água e a ocorrência geral de golfinhos, assim como de animais sozinhos (Tabela 21), embora não para associados.

Tabela. 21. Correlação de Spearman entre temperatura superficial da água e observações de golfinhos (totais, a sós e associados), considerando os dados dos três anos conjuntamente (r_s = coeficiente de Spearman). A análise mostrou que houve correlação estatisticamente significativa entre a temperatura e as avistagens gerais dos golfinhos, assim como para animais solitários.

Parâmetro	r_s	Valor-P
Observações	0,212	0,004*
Sozinhos	0,230	0,002*
Associados	-0,002	0,978

Valor P resultante da Correlação de Spearman

Asterisco indica valores estatisticamente significativos

Isoladamente, para cada um dos anos de 1996, 2002 e 2003, foram observadas diferentes correlações entre temperatura e observações dos animais. Para as observações totais dos animais no ano de 1996, encontrou-se uma correlação direta, mas moderada

($r_s=0,31$; $P=0,009$) com a temperatura (Figura 16). Para momentos com animais solitários, foi encontrada uma correlação similar ($r_s=0,32$; $P=0,008$) (Figura 17a), mas para animais associados, não houve correlação significativa ($r_s=0,053$; $P=0,63$) (Figura 17b).

Figura 16: Gráfico de correlação linear entre observações totais dos golfinhos em 1996 e temperatura superficial da água (r_s = coeficiente de Spearman). Os valores de temperatura superficial da água estão em graus Celsius (eixo x) e do tempo de observação em minutos (eixo y).

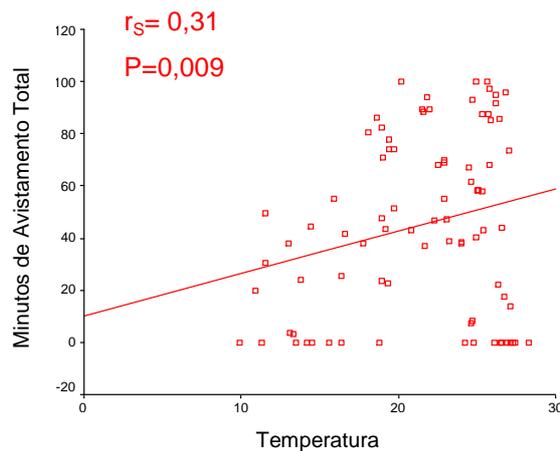
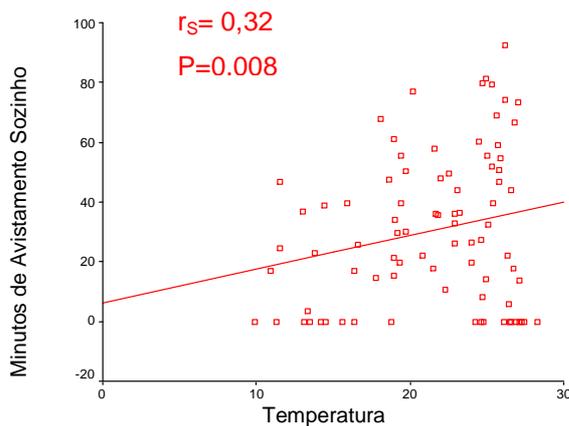
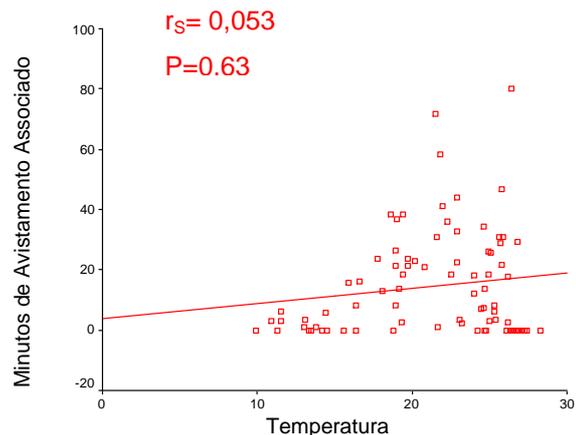


Figura 17: Gráfico de correlação linear entre temperatura superficial da água e observações de golfinhos a sós (a) e associados (b) em 1996 (r_s = coeficiente de Spearman). Os valores de temperatura superficial da água estão em graus Celsius (eixo x) e do tempo de observação em minutos (eixo y).



(a)



(b)

No ano de 2002, somente as observações de animais sozinhos (Figura 19a) apresentaram uma correlação direta com a temperatura superficial ($r_s=0,41$; $P=0,03$), mas para observações totais (Figura 18) e para momentos de associação (Figura 19b), não houve

correlação estatisticamente significativa ($r_s=0,29$; $P=0,14$ e $r_s=-0,02$; $P=0,90$, respectivamente).

Figura 18: Gráfico de correlação linear entre observações totais dos golfinhos em 2002 e temperatura superficial da água (r_s = coeficiente de Spearman). Os valores de temperatura superficial da água estão em graus Celsius (eixo x) e do tempo de observação em minutos (eixo y).

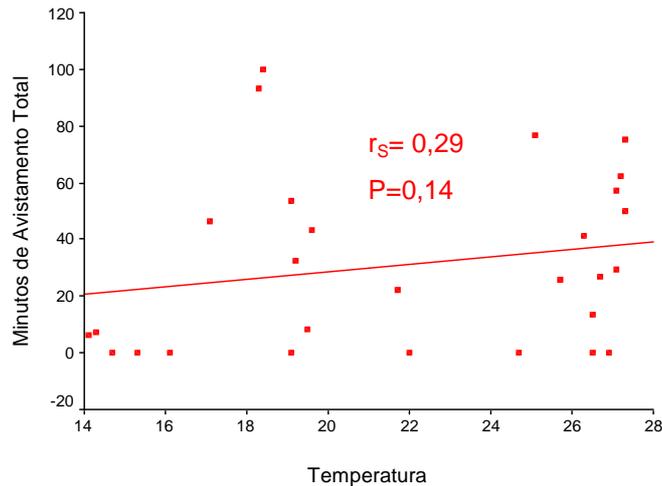
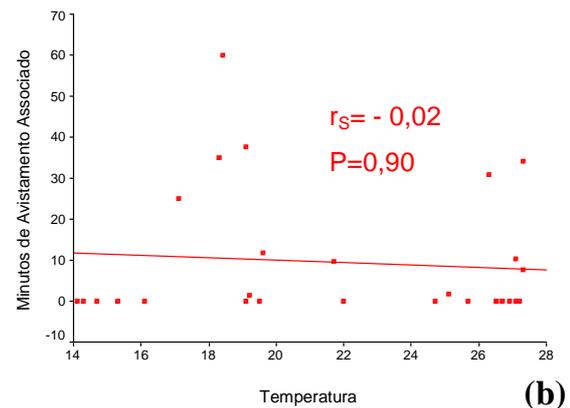
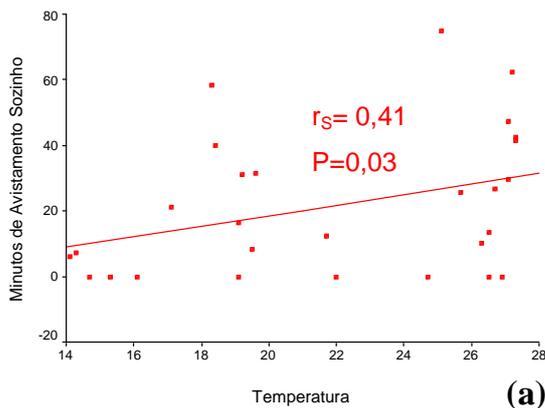


Figura 19: Gráfico de correlação linear entre temperatura superficial da água e observações de golfinhos a sós (a) e associados (b) em 2002 (r_s = coeficiente de Spearman). Os valores de temperatura superficial da água estão em graus Celsius (eixo x) e do tempo de observação em minutos (eixo y).



No ano de 2003, não houve correlação significativa para nenhuma das classes de observação (geral, a sós e associados) com os valores de temperatura ($r_s=0,02$; $P=0,90$, $r_s=0,02$; $P=0,90$ e $r_s=0,04$; $P=0,75$, respectivamente) (Figuras 20 e 21, a e b).

Figura 20: Gráfico de correlação linear entre observações totais dos golfinhos em 2003 e temperatura superficial da água (r_s = coeficiente de Spearman). Os valores de temperatura superficial da água estão em graus Celsius (eixo x) e do tempo de observação em minutos (eixo y).

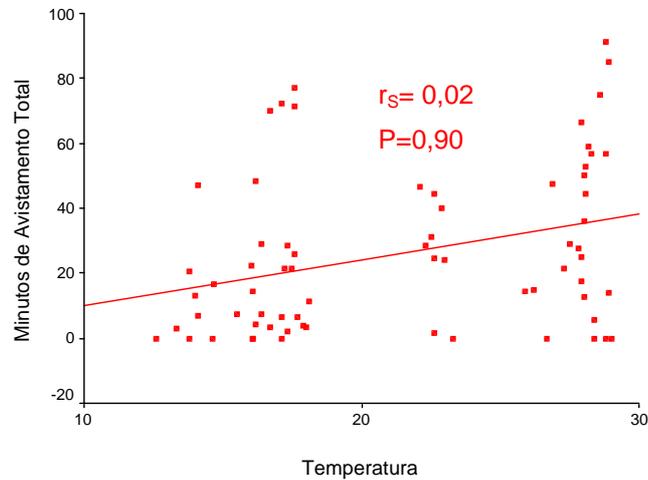
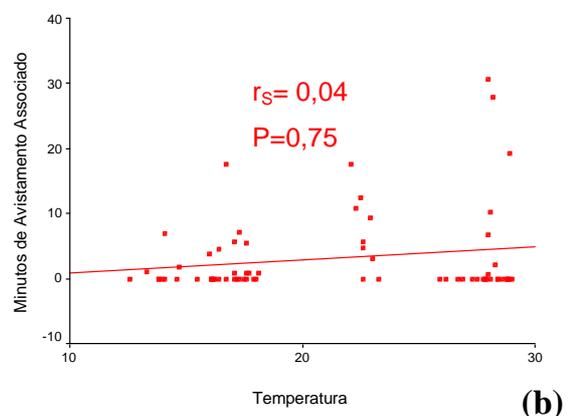
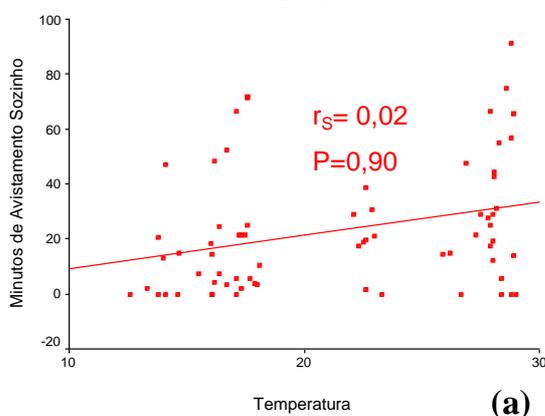


Figura 21: Gráfico de correlação linear entre temperatura superficial da água e observações de golfinhos a sós (a) e associados (b) em 2003 (r_s = coeficiente de Spearman). Os valores de temperatura superficial da água estão em graus Celsius (eixo x) e do tempo de observação em minutos (eixo y).



Em relação à variável nível da água, nenhuma correlação significativa foi encontrada, tanto para avistagens gerais quanto para animais a sós e em associação, analisados anualmente e no total dos três anos ($P > 0,05$) (Tabela 22).

Tabela. 22. Correlação de Spearman entre nível da água e observações dos golfinhos (totais, a sós e associados) no total dos três anos e separadamente para 1996, 2002 e 2003 (r_s = coeficiente de Spearman). A análise mostrou que não houve correlação estatisticamente significativa entre o nível da água e as avistagens dos golfinhos, tanto gerais quanto associados ou solitários.

Parâmetro	r_s	Valor-P
Observações	-0,035	0,642
Sozinhos	-0,045	0,552
Associados	-0,039	0,600
Observações 96	0,057	0,607
Sozinhos 96	0,053	0,631
Associados 96	-0,003	0,977
Observações 02	-0,187	0,341
Sozinhos 02	-0,261	0,180
Associados 02	-0,101	0,608
Observações 03	0,114	0,353
Sozinhos 03	0,072	0,554
Associados 03	0,199	0,101

Valor P resultante da Correlação de Spearman

4.1.6. Padrões associação

Foram calculados os índices de associação entre cada dupla de golfinhos para três anos distintos (1996, 2002 e 2003). Embora os valores não tenham sido extraídos de anos em seqüência, os resultados obtidos assim representam um intervalo de oito anos entre o primeiro e o último, podendo se verificar a constância dos padrões de associação do grupo. Quando calculados por ano, os únicos índices fortes registrados foram entre fêmeas e filhotes, para todos os anos analisados (Anexos 14 e 15: Matrizes de associação para os anos de 2002 e 2003, respectivamente; Matriz de associação para o ano de 1996 em Hoffmann, 1997).

Ao aplicarmos o teste de χ^2 , encontramos diferenças estatisticamente significativas entre a distribuição das seis classes de associação, em cada um dos anos, analisados separadamente (Tabela 23). A mesma significância ($P < 0,0001$) foi encontrada ao se separar as classes em duas categorias, fracas (classes 1, 2 e 3) e fortes (classes 4, 5 e 6), para os valores dos três anos analisados conjuntamente, indicando que existe diferença entre estes dois níveis ao longo do tempo.

Ao compararmos a distribuição das classes dos índices de associação, quando agrupadas em dois níveis, categoria fraca (classes 1, 2 e 3) e categoria forte (classes 4, 5 e 6), foi encontrada uma distribuição similar entre elas ao longo dos três anos (teste de Kruskal-Wallis; P=0,23) (Tabela 23).

Tabela 23: Distribuição das classes dos índices de associação por ano. Os índices foram agrupados em seis classes, adaptadas de Wells *et al.*, 1987: (1) 0; (2) 0,01-0,19; (3) 0,20-0,39; (4) 0,40-0,59; (5) 0,60-0,79; (6) 0,80-1,00. O teste de χ^2 mostrou diferenças estatisticamente significativas entre as seis classes de associação, quando analisada sua distribuição dentro de cada um dos anos.

Classes de Associação	1996 n=28	2002 n=45	2003 n=45
1	4	21	24
2	23	15	13
3	0	7	2
4	0	0	4
5	0	0	0
6	1	2	2
Valor P teste de χ^2	<0,0001*	<0,0001*	<0,0001*

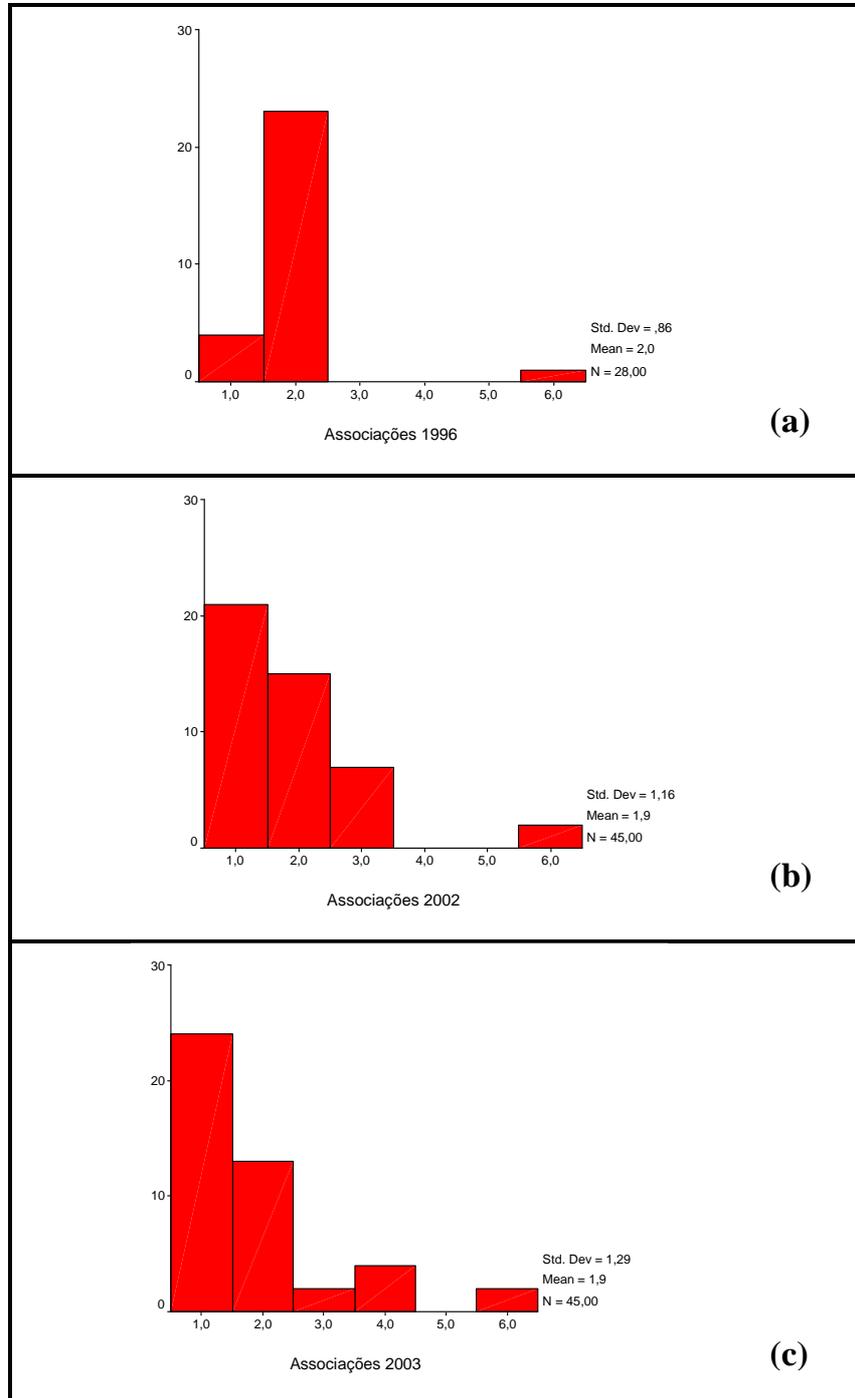
Valor P resultante do teste de χ^2

Asterisco indica valores estatisticamente significativos

As classes de associação mais frequentes foram as que apresentam os índices baixos, sendo que este padrão apresentou-se similar nos anos analisados (Figura 22a,b e c).

Nos anos de 2002 e 2003, tais índices também foram calculados diária e mensalmente. Se calculados mensalmente, foram encontrados 30 índices maiores que 0,40. No ano de 2002, foram encontrados 12 índices acima de 0,40, 3 no período de outono e 9 na primavera. Em 2003, foram calculados 18 índices acima de 0,40, distribuídos entre o verão (1), outono (14) e inverno (3). Se calculados diariamente, foram encontrados 54 índices maiores que 0,40, 23 no ano de 2002 e 31 em 2003.

Figura 22. Distribuição das classes dos índices de associação nos anos de 1996 (a), 2002 (b) e 2003 (c). Os índices foram agrupados em seis classes, adaptadas de Wells *et al.*, 1987: (1) 0; (2) 0,01-0,19; (3) 0,20-0,39; (4) 0,40-0,59; (5) 0,60-0,79; (6) 0,80-1,00. Classes dos índices de associação no eixo x, número de índices em cada classe, eixo y.



4.1.7. Intervalo de nascimentos

Para uma das fêmeas, I_{11} (Tabela 24; Figura 23), foram registrados três filhotes novos. O primeiro em abril de 1996 (outono), um segundo em setembro de 1999 (primavera), após 42 meses, e um terceiro em setembro de 2002 (primavera), após 36 meses. Para a outra

fêmea, I₆ (Tabela 24; Figura 24), também foram registrados três filhotes, o primeiro em outubro de 1998 (primavera), outro em maio de 2001 (outono), após 32 meses, e o terceiro em abril de 2003 (outono), após 24 meses. Filhotes mais velhos acompanhando a dupla mãe-filhote foram observados para ambas, embora não exista garantia de que estes jovens golfinhos eram filhotes mais velhos da fêmea que acompanhavam.

A média dos intervalos entre um registro de filhotes e outro foi de 3,25 anos (39 meses) para a primeira fêmea e de 2,33 anos (28 meses) para a segunda, sendo a média total de intervalo para ambas fêmeas correspondente a um período de 2,79 anos (33,5 meses). O período mínimo entre dois filhotes foi de 24 meses, e o máximo de 42 meses.

Figura 23. Vista do flanco esquerdo da nadadeira dorsal da fêmea I₁₁, acompanhada do filhote, em setembro de 1999, na barra da laguna de Tramandaí, RS.

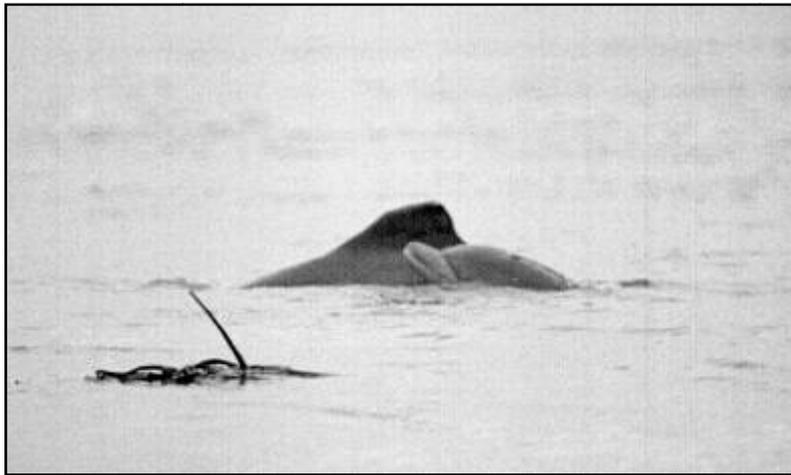


Figura 24. Vista do flanco esquerdo da nadadeira dorsal da fêmea I₆, acompanhada do filhote, em maio de 2001, na barra da laguna de Tramandaí, RS.



Tabela 24. Representação das épocas onde ocorreram os primeiros registros das fêmeas acompanhadas por seus mais novos filhotes. Os números nas células representam os meses do ano. Em negrito, o mês onde ocorreu a primeira avistagem de cada filhote. Os códigos usados para as fêmeas, I_6 e I_{11} , são os usados por Simões-Lopes (1995).

	1996	1998	1999	2000	2001	2002	2003
$I_{11} +$ <i>filhote 1</i>	04 , 05, 06, 10	04, 05, 08, 09, 10	09, 10				
$I_{11} +$ <i>filhote 2</i>			09 , 10	10	05		
$I_{11} +$ <i>filhote 3</i>						09 , 10	04, 05, 07
$I_6 +$ <i>filhote 1</i>		10	09				
$I_6 +$ <i>filhote 2</i>					05	09, 10	04
$I_6 +$ <i>filhote 3</i>							04 , 05, 07

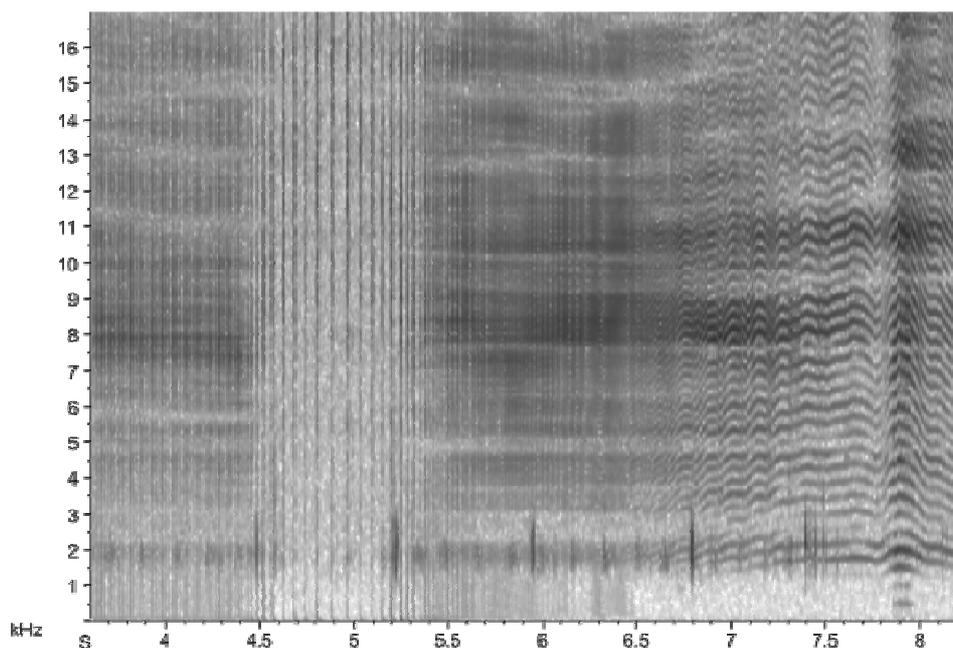
4.2. RESULTADOS

CAPÍTULO II: Registro e análise das vocalizações de *Tursiops truncatus* (Montagu, 1821) (Cetacea, Delphinidae) no sul do Brasil.

4.2.1. Registro geral

Mais de 80h de gravações foram obtidas nos anos de 2002 e 2003, sendo que os sons registrados caracterizaram-se de maneira geral em três tipos: cliques, sons pulsantes e sons contínuos de banda estreita (assobios). Apesar de extremamente freqüentes, perfazendo aproximadamente 97% do tempo de gravação, as duas primeiras classes não foram incluídas nas análises dos parâmetros espectrais do presente trabalho, visto que para seu registro adequado seria necessário tanto um sistema de aquisição quanto um processamento de sinais diferenciado. Ambos tipos de sons se caracterizam por serem sons de banda larga, atingindo freqüências muito maiores que o nível de registro permitido pelo sistema utilizado (Figura 25). A separação de cliques e sons pulsantes torna-se difícil uma vez que muitas emissões de seqüências de cliques são gradualmente modificadas para emissões de sons pulsantes. Apesar disto, a simples ocorrência de sons pulsantes pode ser visualmente e auditivamente reconhecida, e a quase totalidade de suas emissões ocorreram frente à fileira de interação com a pesca.

Figura 25. Espectrograma mostrando uma seqüência dos dois tipos de sons de banda larga registrados, cliques (dois primeiros terços do espectrograma) e sons pulsantes (terço final do espectrograma), ultrapassando o limite de freqüência do sistema de aquisição. Valores de freqüência em kHz (eixo y), e tempo em segundos (eixo x).



4.2.1.1. Parâmetros acústicos gerais

O procedimento de aquisição e digitalização resultou na avaliação de 1.768 assobios (uma taxa de aproveitamento de aproximadamente 88% dos assobios registrados; total = 2.000 assobios), dos quais foram extraídos os valores espectrais e temporais de suas frequências fundamentais daquelas unidades que apresentavam as condições mínimas exigidas (ver: arquivamento das vocalizações). A frequência mínima do contorno dos assobios registrados para o grupo variou de 1.384,1 a 10.394,1 Hz. A frequência máxima apresentou variação entre 3.031,7 e 17.153,6 Hz. A frequência inicial apresentou valores extremos mínimos e máximos iguais a 1.732,4 e 15.812,2 Hz, e a frequência final de 1.384,1 a 17.153,6 Hz. A variação máxima de frequência observada dentro de um mesmo assobio foi de 12.622,7 Hz, mas variações menores entre as frequências máximas e mínimas também foram observadas, com valores de intervalo de até 950,4 Hz. A duração apresentou valores que se encontraram dentro da faixa temporal de 1,894s, com extremos de 0,0410 a 1,9350s (Tabela 25).

Tabela 25. Descrição dos parâmetros espectrais (em Hz) e temporais (em segundos) extraídos de todos os assobios (n=1.768) analisados para o grupo. Para cada variável, é apresentado o valor mínimo e máximo, a média, o desvio padrão, assim como o Coeficiente de variação.

Parâmetros acústicos dos assobios	Valores registrados para cada parâmetro	Coeficiente de variação (%)
Frequência mínima	1384,1 a 10394,1 4729,1 ± 1085,5	23%
Frequência máxima	3031,7 a 17153,6 10378,7 ± 2313,8	22%
Frequência inicial	1732,4 a 15812,2 5641,2 ± 1779,4	31%
Frequência final	1384,1 a 17153,6 8590,4 ± 2808,2	33%
Intervalo de variação de frequência	950,4 a 12622,7 5647,6 ± 2354,4	42%
Duração	0,0410 a 1,9350 0,3922 ± 0,2653	68%

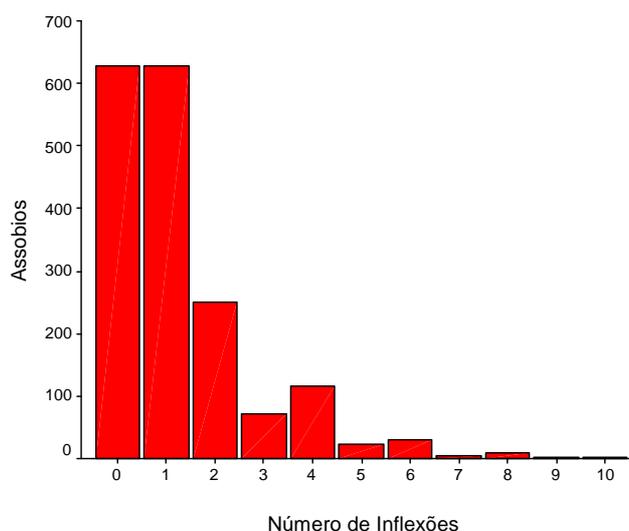
Dentre todos os parâmetros dos assobios do grupo, a duração apresentou um coeficiente de variação muito maior que os parâmetros espectrais (Tabela 25), sendo que dentre estes, os valores do intervalo de variação de frequência foram os maiores.

4.2.1.2. Pontos de inflexão

Os registros variaram no seu padrão de modulação da frequência fundamental, sendo que foram observados desde assobios simples até múltiplos, com vários pontos de inflexão. De todos os assobios registrados para o grupo, um total de 64,4% (n=1.139) apresentaram um ou mais pontos de inflexão, onde 55,0% dos assobios apresentaram somente uma inflexão. A ocorrência de mais pontos, em um máximo de 10 inflexões observadas, apresentou um decréscimo gradual (Figura 26) (Tabela 26), atingindo valores mínimos em assobios com 10 inflexões. A média de número de pontos de inflexão, considerando-se todos os 1.768 assobios, foi de 1,63 inflexões

Entre assobios que apresentaram pontos de inflexão, 93,6% ocorreu em assobios que apresentaram entre 01 e 04 pontos, sendo que assobios com 05 a 10 pontos de inflexão caracterizaram apenas 6,4% do total (Tabela 26).

Figura 26. Distribuição da ocorrência dos assobios (número de assobios; eixo y) contendo ou não inflexões na modulação de sua frequência fundamental. O número de inflexões possíveis para cada assobio variou de zero a 10 (eixo x). A ocorrência de uma (n=627) ou nenhuma inflexão (n=629) foi o mais frequente, ambas categorias perfazendo juntas mais de 70% dos assobios analisados.



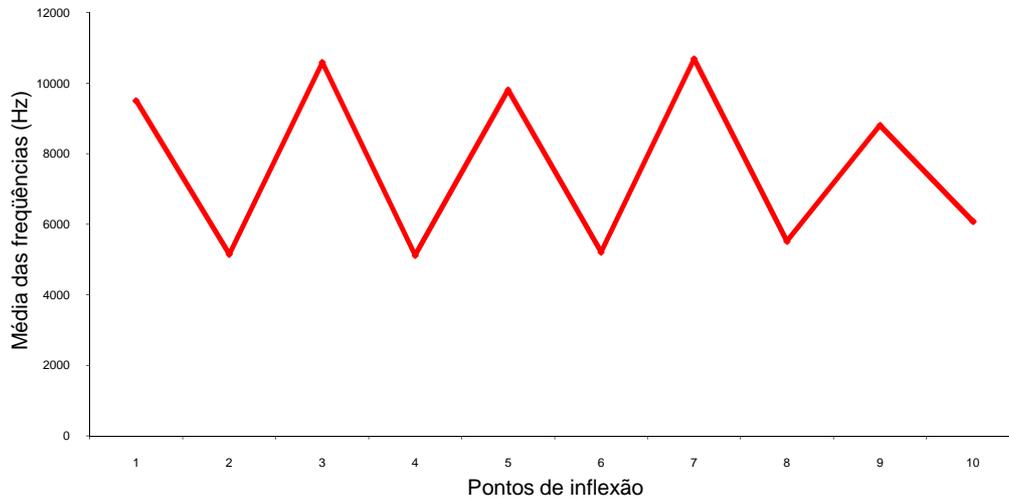
As frequências observadas nos pontos de inflexão de 1 a 10 apresentaram valores altos e baixos de maneira alternada (Figura 27), com a maior média observada (10.686,3 Hz) no ponto 7, e a menor (5.117,4 Hz), no ponto 4 (Tabela 26), embora os máximos e mínimos tenham variado entre os extremos de 2.757,1 Hz e 16.926,1 Hz (ambos no ponto 2), este último apenas 227,5 Hz abaixo da frequência máxima observada para os assobios do grupo.

Os coeficientes de variação (Tabela 26) foram semelhantes entre si para os valores de frequência de todas as inflexões, embora os pontos 7, 9 e 10 tenham apresentado valores mais baixos, muito provavelmente devido ao menor número amostral verificados nestas classes.

Tabela 26. Descrição dos valores de frequência (em Hz) nos pontos de inflexão (de 1 a 10) dos assobios que apresentavam este parâmetro (n=1.139). Para cada categoria são apresentados o número observado e a frequência relativa de ocorrência, assim como o valor mínimo, máximo, a média, o desvio padrão das frequências encontradas nestes pontos, e o Coeficiente de variação.

Número de pontos de inflexão	Percentual de Ocorrência	Valores de frequência	Coeficiente de variação (%)
0 n = 629	35,6%	---	---
1 n = 627	35,5%	2846,2 a 16494,6 9507,5 ± 2935,0	31%
2 n = 251	14,2%	2757,1 a 16926,1 5163,6 ± 1798,3	35%
3 n = 71	4,0%	3470,3 a 15519,8 10584,3 ± 3142,2	30%
4 n = 117	6,6%	3404,4 a 13652,8 5117,4 ± 1739,2	34%
5 n = 23	1,3%	3872,8 a 15544,6 9724,0 ± 3333,7	34%
6 n = 31	1,7%	3786,8 a 11302,9 5208,0 ± 1492,9	29%
7 n = 5	0,3%	4123,2 a 15153,1 10686,3 ± 2865,0	27%
8 n = 10	0,6%	2951,9 a 11229,9 5517,8 ± 1988,7	36%
9 n = 2	0,1%	6338,0 a 11387,6 8807,0 ± 2135,5	24%
10 n = 2	0,1%	5866,4 a 6292,0 6079,2 ± 300,9	5%

Figura 27. Média dos valores de frequência (eixo y) em cada um dos pontos de inflexão (n=10; eixo x) observados na frequência fundamental de todos os assobios registrados. Valores de frequência em Hz.



4.2.1.3. Inclinações iniciais e finais

Os assobios do grupo apresentaram 85,9% das inclinações iniciais com modulação ascendente e, nas porções finais, 69,6% também apresentaram este padrão, embora neste último caso a ocorrência de assobios terminando de maneira descendente tenha atingido um valor de 30,4% do total (Tabela 27).

Tabela 27. Ocorrência e frequência relativa das inclinações iniciais e finais da frequência fundamental de todos os assobios verificados para o grupo (n=1.768). Valor 1 indica inclinação ascendente, valor 0, inclinação descendente.

<i>Inclinação inicial</i>	Ocorrência	Frequência	<i>Inclinação final</i>	Ocorrência	Frequência
<i>0</i>	249	14,1%	<i>0</i>	538	30,4%
<i>1</i>	1519	85,9%	<i>1</i>	1230	69,6%

Tanto as porções iniciais quanto finais dos assobios podem apresentar inclinações ascendentes (1) ou descendentes (0). Para os assobios que apresentaram uma inflexão ou mais (n=1.139), ou seja, que não eram somente ascendentes ou somente descendentes, foi aplicado o teste Exato de Fisher, para a verificação da distribuição das classes de inclinação

iniciais e finais. Foi obtido um $P < 0,001$, indicando uma distribuição não igualitária destas classes nas porções iniciais e finais dos assobios (Tabela 28). A maior parte dos assobios registrados com um ou mais pontos de inflexão, iniciou sua modulação de forma ascendente, terminando da mesma forma.

Tabela 28. Comparação entre as inclinações iniciais e finais dos assobios, em relação à tendência de modulação. Valor 1 indica inclinação ascendente, valor 0, inclinação descendente. Foram considerados somente aqueles que possuíam um ou mais pontos de inflexão ($n=1.139$) na sua frequência fundamental. O teste Exato de Fisher mostrou que os assobios apresentaram diferenças estatisticamente significativas ($P < 0,001$) na distribuição desta característica.

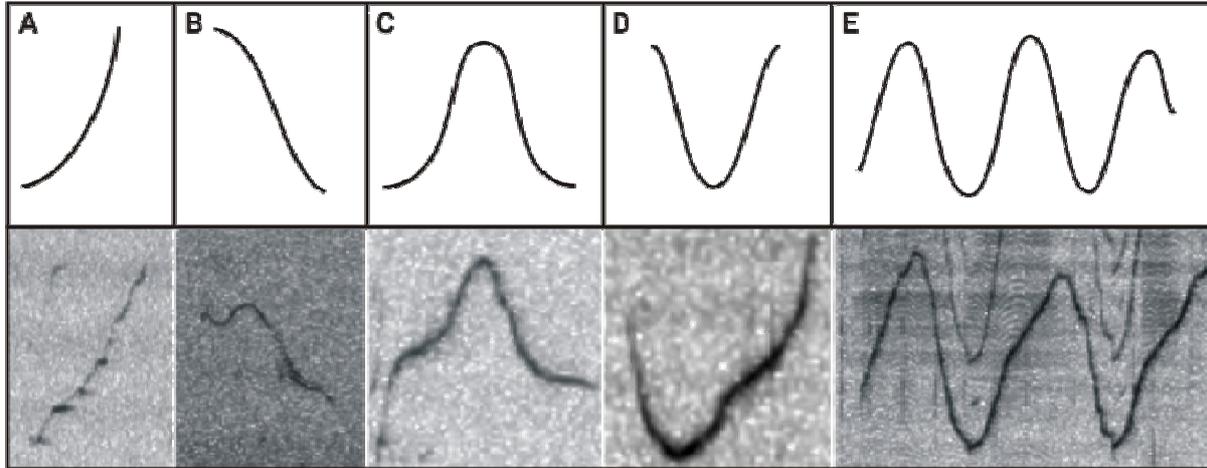
		<i>Inclinação final</i>		Total
		<i>0</i>	<i>1</i>	
<i>Inclinação inicial</i>	<i>0</i>	16 (6,7%)	222 (93,3%)	238 (100%)
	<i>1</i>	511 (56,7%)	390 (43,3%)	901 (100%)
Total		527	612	1.139

4.2.2. Classificação dos tipos de assobios e ocorrência das classes

4.2.2.1. Grandes grupos

Os contornos da frequência fundamental dos assobios foram agrupados visualmente em diversas classes, de acordo com seu padrão de modulação. Foram agrupados primeiramente em cinco classes principais, chamadas **grandes grupos** (Figura 28), de acordo com os padrões gerais de modulação verificados: ascendente, descendente, parábola, côncavo e múltiplo.

Figura 28. Espectrogramas apresentando a caracterização visual do padrão de modulação da frequência fundamental, representativo de cada um dos grandes grupos encontrados para os assobios (n=1.768) de *T. truncatus* observados na barra de Tramandaí. A: ascendente; B: descendente; C: parábola; D: côncavo; E: múltiplo.



Os assobios ascendentes, foram categorizados como tal mesmo na presença de algum ponto de inflexão, onde neste caso a parte descendente compreendeu menos da metade do intervalo de frequência do assobio. O mesmo critério foi aplicado para assobios descendentes, onde mesmo com um ponto de inflexão, a porção ascendente foi responsável por menos da metade da porção ascendente (Figura 28, B). Nos grandes grupos C e D os assobios foram incluídos nestas classes mesmo que suas porções ascendentes e descendentes não estejam representadas igualmente, uma vez que compreendam pelo menos mais que a metade do intervalo de variação de frequência (Figura 28, D).

O exemplo do grande grupo E mostra um assobio que foi caracterizado por ter 2 loops¹¹ e meio, onde esta última porção ascendente compreendeu mais da metade do intervalo de variação de frequência.

O grande grupo A, de assobios ascendentes, foi o mais freqüente, com 45,6% do total de assobios registrados. O segundo em ocorrência foi o grande grupo C, com 29,5% de todos os assobios, e em terceiro foi registrado o grande grupo E, de assobios múltiplos, com 23,2%.

O grande grupo B, de assobios descendentes, e o grande grupo D, de padrão de modulação contrária ao grande grupo C, foram os grupos que apresentaram menor

¹¹ O termo *loop* será mantido aqui, como referência ao número de vezes em que o assobio apresentou modulação, fazendo com que o contorno apresentasse padrão ascendente e depois descendente, ou o inverso, visto os assobios iniciarem predominantemente de maneira ascendente. Não corresponde exatamente ao número de pontos de inflexão, pois um assobio, por ex., com três pontos de inflexão, pode fazer com o que o contorno ascenda e descenda duas vezes seguida, apresentando, desta forma, dois *loops*.

ocorrência. Juntos, estes dois grandes grupos atingem somente 1,7% dos assobios (Tabela 29) (Figura 29).

Figura 29. Distribuição da ocorrência dos assobios (número de assobios; eixo y) em cada um dos cinco grandes grupos de modulação da frequência fundamental (A, B, C, D e E; eixo x). Do total de assobios analisados (n=1.768), a maioria foi caracterizada como ascendente (grande grupo A, n=807), parábola (grande grupo C, n=522) ou múltiplo (grande grupo E, n=410). Os grandes grupos B (descendentes) e D (parábola) perfizeram juntos apenas 1,7% dos assobios totais.

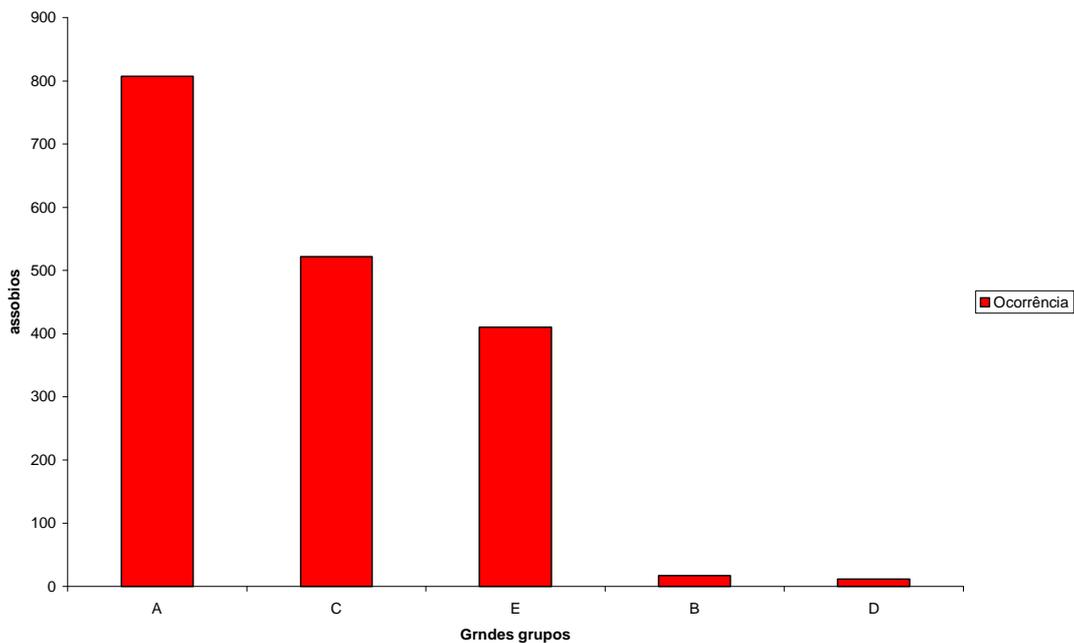


Tabela 29. Caracterização quantitativa da ocorrência dos assobios para cada uma das classes de modulação da frequência fundamental. As classes foram subdivididas em grandes grupos (n=5), categorias (n=10) e subcategorias (n=34). Ao lado de cada uma encontra-se a ocorrência (n) assim como a frequência em relação ao total de assobios (n=1768).

Grande Grupo	Categoria	Subcategoria		
A – n=807 / 45,6%	II – n=805 / 45,5%	14 – n=625 / 35,4%	16 – n=172 / 9,7%	
		15 – n=7 / 0,4%	17 – n=1 / 0,1%	
	X – n=2 / 0,1%	26 – n=2 / 0,1%		
B – n=17 / 1,0%	V – n=6 / 0,3%	19 – n=5 / 0,3%		
		20 – n=1 / 0,1%		
	VI – n=3 / 0,2%	21 – n=3 / 0,2%		
		VII – n=8 / 0,5%	22 – n=8 / 0,5%	
C – n=522 / 29,5%	I – n=522 / 29,5%	1 – n=303 / 17,1%	8 – n=3 / 0,2%	
		2 – n=115 / 6,5%	9 – n=2 / 0,1%	
		3 – n=2 / 0,1%	10 – n=7 / 0,4%	
		4 – n=62 / 3,5%	11 – n=2 / 0,1%	
		5 – n=5 / 0,3%	12 – n=1 / 0,1%	
		6 – n=13 / 0,7%	13 – n=4 / 0,2%	
		7 – n=3 / 0,2%		
		18 – n=12 / 0,7%		
		23 – n=194 / 11,0%		
		24 – n=3 / 0,2%		
E – n=410 / 23,2%	IX – n=5 / 0,3%	25 – n=5 / 0,3%		
		27 – n=47 / 2,7%	31 – n=7 / 0,4%	
	IV – n=208 / 11,8%	28 – n=104 / 5,9%	32 – n=7 / 0,4%	
		29 – n=17 / 1,0%	33 – n=1 / 0,1%	
		30 – n=23 / 1,3%	34 – n=2 / 0,1%	

Na comparação entre os grandes grupos, foram avaliados inicialmente os seguintes parâmetros acústicos dos assobios: frequência inicial, frequência final, frequência máxima, frequência mínima, variação de frequência e duração. Através da ANOVA, obteve-se um $P < 0,001$, indicando diferença significativa entre os cinco grandes grupos. Através do teste de ‘post-hoc’ de Tukey, as diferenças foram encontradas entre os cinco grandes grupos tanto nos valores espectrais quanto nos temporais, embora nem todos os parâmetros tenham sido

significativamente diferentes entre todos os grupos, com alguns valores sendo similares entre alguns grupos e outros diferentes. A frequência inicial foi o fator que mais diferenciou os grandes grupos entre eles, seguida da duração dos assobios, e a frequência máxima foi a que menos apresentou diferenças significativas entre os grupos. O grande grupo que mais se destacou por falta de similaridade entre seus parâmetros e os dos outros grupos foi o E, de assobios múltiplos, apresentando 18 diferenças ao longo dos seis parâmetros (frente a 24 possíveis diferenças), entre os outros quatro grandes grupos. A duração e a frequência final diferiu de todos os outros, e os outros parâmetros diferiram ao menos de dois grupos distintos. Em segundo lugar o grande grupo C, que apresentou 15 diferenças, sendo que novamente a duração e a frequência inicial, e mais a final, diferiram de 3 dos outros grupo, com os demais parâmetros diferindo de dois outros grupos. O grande grupo A, de assobios ascendentes, apresentou 13 diferenças, onde um mínimo de dois grandes grupos diferiu de cada um de seus parâmetros acústicos.

O grande grupo C apresentou a menor frequência mínima (sendo esta mais baixa frequência registrada para os golfinhos), e o grande grupo E a maior. A média da frequência mínima entre os grandes grupos foi entre 4 e 5 kHz (Tabela 30).

A maior frequência máxima foi observada no grande grupo A, com um valor de 17.153,6 Hz (sendo esta mais alta frequência registrada para os golfinhos), embora a média de todos tenha sido em torno de 10 kHz, sendo a maior média pertencendo ao grande grupo E. Quanto ao intervalo de variação de frequência, os valores entre os grandes grupos variaram 950 Hz a mais de 12 kHz. Neste caso, o grande grupo que apresentou os valores mais extremos foi o grande grupo A, de assobios ascendentes, mas a média do maior intervalo de variação foi no grande grupo E, de assobios múltiplos.

Os maiores valores para a duração dos assobios do grande grupo E, neste caso, é uma relação direta ao fato destes serem assobios múltiplos. O maior número de pontos de inflexão ($n=10$) foi verificado no grande grupo E (Anexo 16), constituindo assobios com cinco loops, seguido pelo grande grupo C, com até 7 inflexões, embora este não tenha apresentado o mesmo padrão de modulação repetitivo a partir de um primeiro loop, e sim somente pequenas modulações de suas porções finais ou iniciais.

Quanto à duração, o grande grupo B apresentou a média menor, mas o valor mais extremo de duração mínima foi registrado no grande grupo A, que também apresentou a frequência mais alta. Com exceção da classe E, a média de duração dos assobios para todos os grandes grupos foi de 0,20 a 0,30s (Figura 30).

Os valores de frequência mínima e máxima apresentaram nítida variação de ocorrência entre os grandes grupos, dentro do intervalo de confiança de 95% (Figuras 30 e 31, respectivamente), assim como para os valores referentes ao intervalo de variação de frequência e duração observados para cada um (Figura 32 e 33). Todos os cinco grandes grupos apresentaram diferença entre as frequências máximas e mínimas ($P < 0,0001$, teste t de Student para amostras emparelhadas), com exceção do grande grupo D, que apresentou um $P = 0,59$. Esta similaridade pode ter sido originada devido ao pequeno tamanho amostral, visto que somente 12 assobios foram enquadrados nesta classe de modulação.

Figura 30. Valores de frequência mínima para cada um dos cinco grandes grupos de modulação da frequência fundamental dos assobios analisados (eixo x). Valores de frequência em Hz (eixo y) (IC 95%).

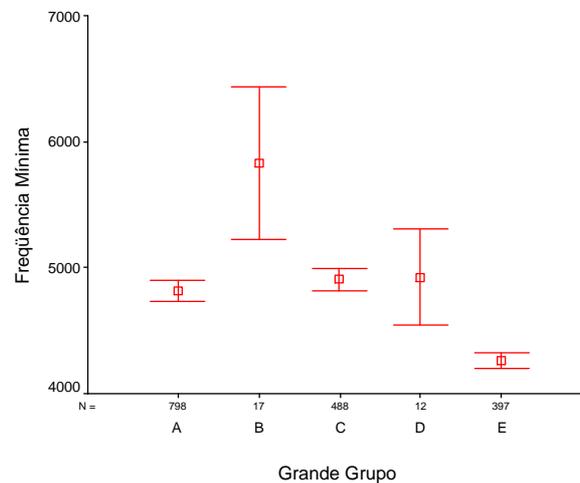


Figura 31. Valores de frequência máxima para cada um dos cinco grandes grupos de modulação da frequência fundamental dos assobios analisados (eixo x). Valores de frequência em Hz (eixo y) (IC 95%).

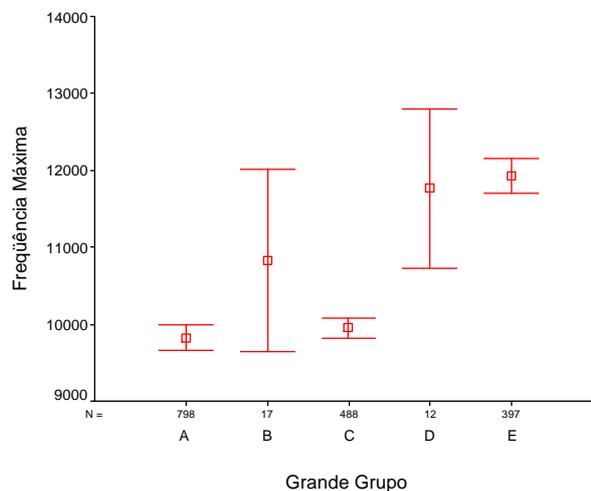


Figura 32. Valores do intervalo de variação de frequência para cada um dos cinco grandes grupos de modulação da frequência fundamental dos assobios analisados (eixo x). Valores de frequência em Hz (eixo y) (IC 95%).

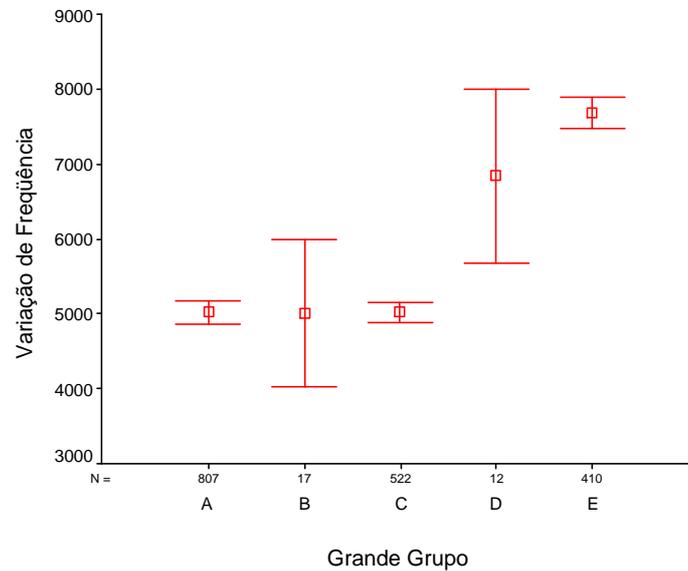
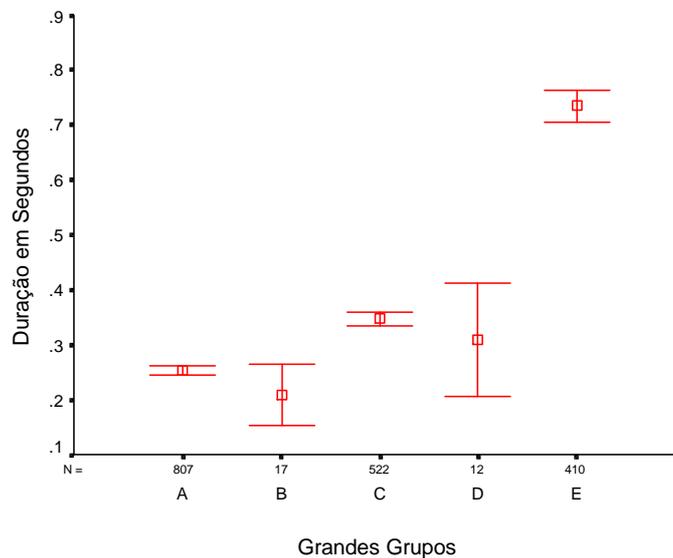


Figura 33. Valores do intervalo de duração para cada um dos cinco grandes grupos de modulação da frequência fundamental dos assobios analisados (eixo x). Valores de duração em segundos (eixo y) (IC 95%).



Os coeficientes de variação da duração de todos os grandes grupos foram os que apresentaram os maiores valores (Tabela 30). Dentre os parâmetros espectrais, dentro de cada um dos grandes grupos, o coeficiente de variação com maior valor foi o do intervalo de variação de frequência.

Os valores dos coeficientes dos grandes grupos B e D foram desconsiderados para comparação, por terem baixa representatividade numérica (pequeno tamanho amostral). Com exceção do coeficiente de variação da frequência final, que foi maior para o grande grupo E, todos os outros parâmetros apresentaram maior coeficiente de variação no grande grupo A. Neste grande grupo, a frequência inicial apresentou maior coeficiente de variação que a final, sendo que esta última apresentou variação similar com a frequência mínima e máxima.

No grande grupo C, a frequência inicial também apresentou maior coeficiente de variação que as outras (final, mínima e máxima), mas no grande grupo E a maior variação registrada foi exatamente na frequência final.

Os valores dos coeficientes de variação para as frequências dos pontos de inflexão dos grandes grupos (Anexo 16) também apresentaram diferenças. Para o ponto de inflexão 1, representado em todos os grandes grupos, os maiores valores foram encontrados no grande grupo A (27%) e E (25%). Os coeficientes de variação dos 10 pontos de inflexão, registrados no grande grupo E foram similares aos registrados para o grupo como um todo, visto que este grande grupo apresentou todas as inflexões observadas.

As frequências iniciais e finais apresentaram diferença estatisticamente significativa ($P < 0,0001$, teste t de Student para amostras emparelhadas) para todos os grandes grupos, com exceção mais uma vez do grande grupo D, que apresentou um $P = 0,58$. Para o grande grupo A, a diferença apontou uma frequência final com uma média de 4.597 Hz maior que a inicial. Para o grande grupo B, a diferença foi de 3.899 Hz, com a frequência inicial maior que a final. No grande grupo C, a final foi maior, com uma diferença de 739 Hz, e o grande grupo E também apresentou a final mais elevada, mas a diferença entre os valores iniciais e finais foi de 2.894 Hz. No grande grupo D, que apresentou similaridade entre estes valores, verificou-se que a diferença entre a frequência inicial e final foi de 431 Hz, valor significativo, indicando que a frequência final foi mais baixa que a inicial.

Tabela 30. Valores mínimos, máximos, média, desvio padrão e coeficiente de variação (%) para os seis parâmetros gerais observados para os assobios de cada um dos cinco grandes grupos de modulação da frequência fundamental. Ao lado de cada grande grupo, o n observado. Valores de frequência em Hz e duração em segundos.

Grandes grupos	Frequência mínima	Frequência máxima	Frequência inicial	Frequência final	Intervalo de frequência	Duração
A (n= 807)	1859,1 a 9013,9	3307,5 a 17153,6	1859,1 a 11108,3	3307,5 a 17153,6	950,4 a 12622,7	0,0410 a 1,5580
	4812,3 ± 1228,4	9834,6 ± 2441,3	5210,8 ± 1602,2	9819,7 ± 2450,6	5017,9 ± 2283,8	0,2525 ± 0,1227
	25%	25%	31%	25%	45%	49%
B (n=17)	3134,6 a 7666,0	7694,1 a 14993,7	6940,5 a 14993,7	3134,6 a 13343,4	2600,3 a 8060,5	0,0520 a 0,4310
	5828,2 ± 1187,2	10835,8 ± 2304,0	10392,4 ± 2438,7	6492,6 ± 2200,0	5007,5 ± 1907,2	0,2089 ± 0,1069
	20%	21%	23%	34%	38%	51%
C (n=522)	1384,1 a 7743,7	3031,7 a 16926,1	1732,4 a 15812,2	1384,1 a 10984,5	1299,3 a 11457,0	0,1210 a 1,0650
	4926,3 ± 1009,4	9944,9 ± 1449,3	5212,1 ± 1329,5	5926,3 ± 1015,7	5018,4 ± 1555,9	0,3474 ± 0,1407
	20%	15%	25%	17%	31%	40%
D (n=12)	4038,6 a 5656,9	9123,5 a 13982,9	6759,9 a 13982,9	7689,3 a 12766,4	3592,7 a 9373,2	0,1660 a 0,6330
	4921,2 ± 599,0	11763,2 ± 1628,3	10874,7 ± 2455,0	10443,1 ± 1449,8	6842,1 ± 1829,7	0,3096 ± 0,1612
	12%	14%	23%	14%	27%	52%
E (n=410)	2757,1 a 10394,1	6044,3 a 16494,6	2847,9 a 12941,6	3226,8 a 15193,5	2030,9 a 11344,5	0,1920 a 1,9350
	4262,9 ± 649,1	11942,6 ± 2255,6	6680,6 ± 1597,6	9595,5 ± 2709,2	7679,8 ± 2206,3	0,7341 ± 0,2968
	15%	19%	24%	28%	29%	40%

Os grandes grupos A, C e E apresentaram a maioria das inclinações iniciais com modulação ascendente (Tabela 31), e somente o grande grupo A e E terminaram de modo geral da mesma forma ascendente. O grande grupo A, dos assobios ascendentes, apresentou apenas pequenas modulações na porção final, como indicado no 0,4% de ocorrência de inclinação final negativa nesta classe. O grande grupo E, dos assobios múltiplos, apresentou 87,8% com terminação ascendente, embora tenham sido registrados muitos assobios múltiplos que terminavam de forma descendente.

Tabela 31. Ocorrência e frequência relativa dos assobios em cada um dos grandes grupos de modulação da frequência fundamental, para os parâmetros inclinação inicial e inclinação final. Inclinação 0 = descendente, inclinação 1 = ascendente. Entre parênteses, ao lado de cada grande grupo, o n observado.

Grandes Grupos	Inclinação inicial		Inclinação final			
	Ocorrência	Frequência	Ocorrência	Frequência		
A (n=807)	0	181	22,4%	0	3	0,4%
	1	626	77,6%	1	804	99,6%
B (n=17)	0	17	100%	0	14	82,4%
	1	0	0%	1	3	17,6%
C (n=522)	0	11	2,1%	0	471	90,2%
	1	511	97,9%	1	51	9,8%
D (n=12)	0	12	100%	0	0	0%
	1	0	0%	1	12	100%
E (n=410)	0	28	6,8%	0	50	12,2%
	1	382	93,2%	1	360	87,8%

A avaliação da modulação entre os grandes grupos foi realizada através da ANOVA. Esta apresentou uma diferença estatisticamente significativa ($P < 0,001$) entre os grandes grupos somente nos quatro primeiros pontos de inflexão. Foi aplicado o teste de Tukey para identificar as diferenças, e observou-se que os grandes grupos C e E diferiram de todos os outros. O fato dos grandes grupos A, B e D terem apresentado pouca variação entre si pode ser relativo ao pequeno “número amostral” observado nestas classes. No caso de A e B, o pequeno número amostral refere-se aos pontos de inflexão (não ao número de assobios), pois são os assobios com modulação ascendente ou descendente, e no caso do grande grupo D (e B também), refere-se à pequena amostra de assobios ($n = 12$ e 17 , respectivamente).

O cálculo da variação de frequências, realizada segundo procedimento utilizado por Wang *et al.* (2001), para cada um dos grandes grupos (Tabela 32), indicou o grande grupo E como classe com maior modulação. Já através da observação dos valores extremos dentro do intervalo de variação de frequência, o grande grupo A foi o que apresentou maior modulação.

Tabela 32. Taxa de modulação dos assobios (variação entre valores de frequência máximos e mínimos) calculados com base em dois critérios. Valores de frequência em Hz.

Grandes grupos	Intervalo de variação de frequência	Média da frequência máxima – média da frequência mínima*
A	950,4 a 12622,7 5017,9 ± 2283,8	5.022,3
B	2600,3 a 8060,5 5007,5 ± 1907,2	5.007,6
C	1299,3 a 11457,0 5018,4 ± 1555,9	5.023,6
D	3592,7 a 9373,2 6842,1 ± 1829,7	6.042,0
E	2030,9 a 11344,5 7679,8 ± 2206,3	7.679,7

* calculado conforme Wang *et al.*, 2001.

4.2.2.2. Categorias

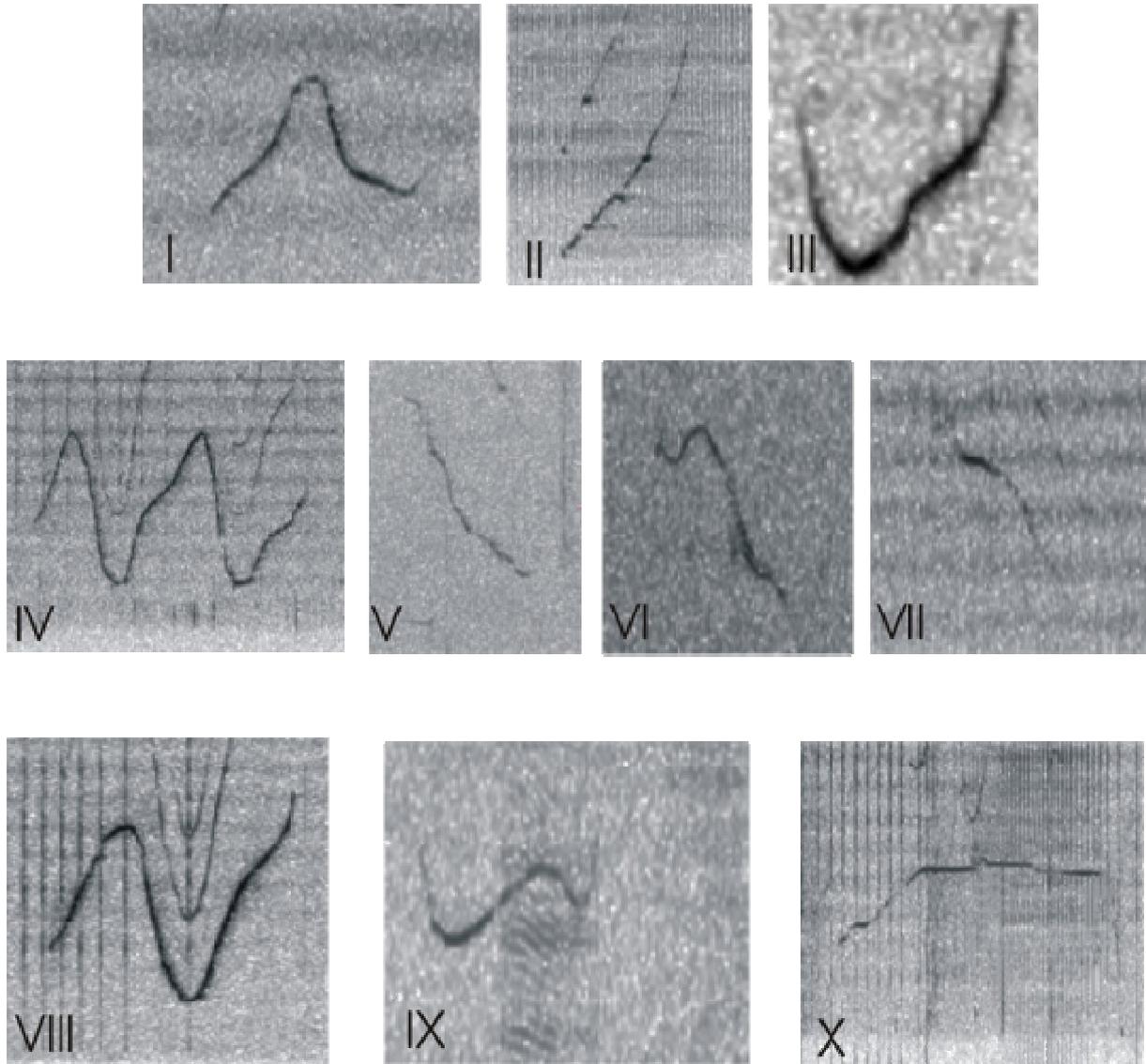
Posteriormente, os grandes grupos foram divididos em 10 **categorias** (Figura 34), buscando-se diferenciar pequenas variações internas. As categorias também apresentaram diferença de ocorrência entre elas (Figura 27). As categorias predominantes apresentaram uma frequência muito semelhante à observada para os grandes grupos ao qual pertencem (Tabela 29), como por exemplo a categoria I (Figura 34), que apresenta um padrão geral igual ao do grande grupo C.

A categoria II, juntamente com a X, de baixa representatividade, formam o grande grupo A, de assobios ascendentes, embora esta última não possua uma inclinação tão acentuada na ascendência da fundamental e apresente um padrão ligeiramente constante no seu contorno. A categoria III, de assobios côncavos, é também a única do grande grupo a que corresponde (grande grupo D), e também possuiu baixa ocorrência.

As categorias IV, VIII e IX correspondem ao grande grupo E, de assobio modulados com mais de um ponto de inflexão, mas foram separadas em diferentes classes por seu aspecto geral (a IX começa de maneira invertida das outras duas) e por sua aparente dicotomia de ocorrência: metade dos assobios deste grande grupo foi enquadrada na categoria VIII, que se manteve sempre constante e tipicamente estereotipada, sem alterações ou acréscimos de pequenas inflexões, e a outra metade variou em número de loops, com diferentes taxas de ocorrência dentro da categoria IV, desde dois loops até cinco, sendo verificados todos os intermediários (dois e meio, três, três e meio, etc).

As categorias V, VI e VII, todas pertencentes ao grande grupo B, de assobios descendentes, foram mantidas separadas, apesar da baixa frequência de ocorrência de todas elas (representaram 1,0% dos assobios do grupo), por apresentarem variações na frequência fundamental que as distinguiram em três padrões: a categoria V apresentou inclinação igual a VII, mas a concavidade de ambas foram inversas, e a categoria VI apresentou pequenas modulações iniciais.

Figura 34. Espectrogramas apresentando a caracterização visual do padrão de modulação da frequência fundamental, representativo de cada uma das 10 categorias encontradas para os assobios (n=1.768) de *T. truncatus* observados na barra de Tramandaí.

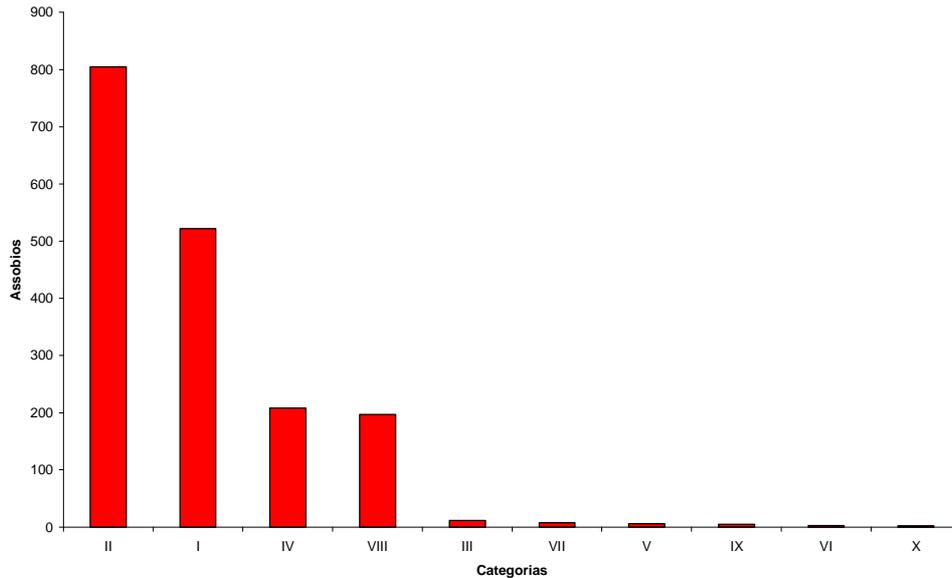


A mais freqüente foi a categoria II (pertencente ao grande grupo A), com 45,5%. Esta categoria predominou no grande grupo A, com 99,8% (Tabela 33). Em segundo, a categoria I (grande grupo C), com o mesmo valor de seu grande grupo, 29,5%, por ser a única representante da classe (Tabela 33). As categorias IV e VIII apresentaram freqüências similares (11,8% e 11,1% do total, respectivamente) (Tabela 29), assim como dentro do grande grupo E, com 50,7% e 48,0% (Tabela 33) (Figura 35).

As seis categorias restantes somaram juntas 2,1%, distribuídas de forma praticamente igual entre os grandes grupos A, B, D e E. O grande grupo D é composto somente pela

categoria III, com 0,7% frente ao total de assobios, sendo o grande grupo menos representado em termos numéricos e qualitativos (menor variabilidade de tipos).

Figura 35. Distribuição da ocorrência dos assobios (número de assobios, eixo y) em cada uma das 10 categorias de modulação da frequência fundamental registradas (eixo x). As categorias I, II, IV e VII foram as mais representativas, perfazendo praticamente 98% de todos os assobios analisados (n=1.768).



A categoria I, pertencente ao grande grupo C, de modulação semelhante a uma parábola, apresentou a menor frequência entre todas as categorias (1.384,1 Hz), sendo que a mínima neste caso corresponde à frequência final da categoria (Tabela 34), e não com a inicial. A categoria II, que inclui todos os assobios ascendentes, apresentou a máxima frequência máxima (17.153,6 Hz), que foi também igual à final. Apresentou ainda a maior variação na duração do assobio, que variou de 0,0410 a 1,5580s, embora a média tenha sido de 0,2509s, indicando assobios com pouca modulação na frequência. Embora não tenha apresentado a duração mais longa, a média da categoria IV, de 0,9544s, foi a maior.

Tabela 33. Ocorrência dos assobios (n=1.768) em cada das 10 categorias, e sua frequência relativa dentro dos respectivos grandes grupos de modulação da frequência fundamental.

Grandes grupos	Categorias	Ocorrência (n)	Frequência relativa
A	II	805	99,8%
	X	2	0,2%
B	V	6	35,3%
	VI	3	17,6%
	VII	8	47,1%
C	I	522	100%
D	III	12	100%
	IV	208	50,7%
E	VIII	197	48,0%
	IX	5	1,2%

A categoria II também apresentou a maior modulação de frequência, ultrapassando 12,5 kHz. Após a categoria II, várias categorias apresentaram valores máximos de intervalo de variação de frequência similares, como a categoria I, IV e VIII. A categoria VIII apresentou a frequência mínima igual à inicial, sendo que nesta categoria o ponto de inflexão 2 (Tabela 35) obteve um valor ligeiramente mais alto.

Os coeficientes de variação que apresentaram os maiores valores foram, de modo geral, os valores referentes ao parâmetro duração, com exceção das categorias IV e VI. Os coeficientes de variação de frequência foram os menos variáveis, embora os coeficientes de variação da frequência inicial e, principalmente, final, tenham sido em geral maiores que a variação encontrada nas frequências mínimas e máximas. Na categoria mais representativa (II), de assobios ascendentes, os coeficientes de variação foram maiores nos parâmetros duração e intervalo de variação de frequência, seguidos em grandeza pela variação verificada na frequência inicial. As frequências mínimas, máximas e finais variaram menos e de maneira similar. Para a segunda mais frequente categoria, a I, os maiores coeficientes encontrados também foram na duração e intervalo de variação de frequência, e mais uma vez a frequência inicial apresentou maior variação que as demais. Na categoria IV, a frequência final obteve maior coeficiente de variação, e apesar de compreender a categoria que apresentou o maior número de inflexões, a variação na duração foi uma das menores. A categoria VIII também apresentou um dos menores valores de variação de duração, e pequena diferença entre os demais parâmetros espectrais, todos de magnitude relativamente pequena.

Tabela 34. Valores mínimos, máximos, média, desvio padrão e coeficiente de variação (%) para os seis parâmetros gerais observados para os assobios de cada uma das 10 categorias de modulação da frequência fundamental. Ao lado de cada categoria, o n observado. Valores de frequência em Hz e duração em segundos.

Categorias	Frequência mínima	Frequência máxima	Frequência inicial	Frequência final	Intervalo de variação de frequência	Duração
I (n=522)	1384,1 a 7743,7	3031,7 a 16926,1	1732,4 a 15812,2	1384,1 a 10984,5	1299,3 a 11457,0	0,1210 a 1,0650
	4926,3 ± 1009,4	9944,9 ± 1449,3	5215,1 ± 1329,5	5926,3 ± 1015,7	5018,4 ± 1555,9	0,3474 ± 0,1407
	20%	15%	25%	17%	31%	40%
II (n=805)	1859,1 a 9013,9	3307,5 a 17153,6	1859,1 a 11108,3	3307,5 a 17153,6	950,4 a 12622,7	0,0410 a 1,5580
	4810,5 ± 1229,4	9835,1 ± 2444,3	5210,0 ± 1604,1	9826,4 ± 2448,7	5020,1 ± 2296,1	0,2509 ± 0,1179
	25%	25%	31%	25%	46%	47%
III (n=12)	4038,6 a 5656,9	9123,5 a 13982,9	6759,9 a 13982,9	7689,3 a 12766,4	3592,7 a 9373,2	0,1660 a 0,6330
	4921,2 ± 599,0	11763,2 ± 1628,3	10874,7 ± 2455,0	10443,1 ± 1449,8	6842,1 ± 1829,7	0,3096 ± 0,1612
	12%	14%	23%	14%	27%	52%
IV (n=208)	2757,1 a 6158,5	7199,6 a 16494,6	3229,0 a 12941,6	3226,8 a 15114,3	3225,8 a 11344,5	0,2670 a 1,9350
	4143,6 ± 520,2	12205,4 ± 2202,8	6770,5 ± 1645,4	8942,2 ± 2896,7	8061,8 ± 2137,6	0,9544 ± 0,2620
	12%	18%	24%	32%	26%	27%
V (n=6)	3996,5 a 7394,9	7819,2 a 12500,8	7124,2 a 12500,8	4691,5 a 8313,6	2600,3 a 6667,0	0,1270 a 0,4310
	5953,8 ± 1118,4	9685,0 ± 1609,1	9569,2 ± 1785,6	6685,1 ± 1302,3	3731,3 ± 1530,8	0,2188 ± 0,1275
	19%	17%	19%	19%	41%	58%
VI (n=3)	6183,5 a 7666,0	8850,0 a 14993,7	8850,0 a 14993,7	6472,6 a 7666,0	2666,5 a 7327,7	0,2330 a 0,2930
	6774,0 ± 785,9	11631,1 ± 3112,8	11484,9 ± 3163,7	6942,0 ± 636,1	4857,1 ± 2343,2	0,2727 ± 0,034
	12%	27%	27%	9%	48%	12%

Estudo de longa duração de um grupo costeiro de golfinhos *Tursiops truncatus* no sul do Brasil

	3134,6 a 6940,5	7694,1 a 14578,4	6940,5 a 14578,4	3134,6 a 13343,4	3943,6 a 8060,5	0,0520 a 0,3550
VII (n=8)	5379,4 ± 1234,8	11400,6 ± 2396,8	10600,2 ± 2704,6	6179,8 ± 3083,1	6021,2 ± 1578,5	0,1776 ± 0,1059
	23%	21%	25%	50%	26%	60%
	2847,9 a 10394,1	6044,3 a 15193,5	2847,9 a 12797,7	4964,2 a 15193,5	2314,0 -11106,4	0,3270 a 0,7250
VIII (n=197)	4389,3 ± 743,4	11769,1 ± 2206,1	6599,8 ± 1553,6	10336,3 ± 2288,6	7379,8 ± 2146,7	0,5113 ± 0,07
	17%	19%	23%	22%	29%	14%
	3470,3 a 5369,9	6103,9 a 11381,1	4594,4 a 7857,8	5963,0 a 11381,1	2030,9 a 6011,3	0,1920 a 0,7780
IX (n=5)	4243,5 ± 691,6	7849,2 ± 2149,6	6120,4 ± 1210,9	7585,3 ± 2311,4	3605,7 ± 1644,4	0,3542 ± 0,2401
	16%	27%	20%	30%	46%	68%
	5533,9 a 5543,7	9381,2 a 9899,5	5533,9 a 5543,7	5543,7 a 8696,1	3847,4 a 4355,8	0,7070 - 1,1110
X (n=2)	5538,8 ± 6,9	9640,3 ± 366,5	5538,8 ± 6,9	7119,9 ± 2229,1	4101,6 ± 359,5	0,9090 ± 0,2857
	0%	4%	0%	31%	9%	31%

Além de mais longa, a categoria IV apresentou também maior número de pontos de inflexão (Tabela 35), iniciando geralmente de maneira ascendente e terminando assim também (Tabela 36). Já a categoria I apresentou mais de 90% de sua porção inicial ascendente, e final descendente, embora neste último caso praticamente 10% dos assobios apresentaram uma pequena modulação final ascendente.

Na categoria VIII, também bastante típica, foi observado em torno de 5% das ocorrências o mesmo fator, com uma ou duas pequenas modulações a mais nas porções finais.

Na categoria II, com marcado padrão ascendente, ao invés do total de ocorrências apenas 77,5% dos assobios apresentaram uma pequena modulação inicial descendente.

As categorias V, VI e VII, apesar de pouco representadas, caracterizaram um padrão diferente de inclinação, onde 100% dos assobios iniciaram de forma descendente. Somente no caso da categoria V foram registrados casos de uma pequena modulação final ascendente.

Na comparação entre as categorias de um mesmo grande grupo, só foi possível a comparação entre dois deles, o grande grupo B, com três categorias, e o grande grupo E, também com três. Dois dos outros (C e D) possuíam somente uma categoria, sem haver então o que comparar. O último (A) possuía duas categorias, mas com um número amostral muito diferentes, o que impossibilitou a análise.

Tabela 35. Descrição dos valores de frequência (Hz) nos pontos de inflexão registrados para os assobios em cada uma das 10 categorias de modulação da frequência fundamental (Cat). Para cada categoria é apresentado o n observado, o valor mínimo, máximo, média e desvio padrão. Para as inflexões com apenas um registro, foi relatado o valor de frequência observado no ponto.

Inflexões	Cat I	Cat II	Cat III	Cat IV	Cat V
	(n=522)	(n=187)	(n=12)	(n=208)	(n=4)
1	2846,2 a 15791 9788,4 ± 1612,1	3085,6 a 12873,0 5343,8 ± 1372,0	4038,6 a 5656,9 4921,2 ± 599,0	3417,5 a 16494,6 11231,8 ± 2964,1	3996,5 a 7394,9 5851,5 ± 1404,5
	(n=95)	(n=7)		(n=208)	(n=1)
2	3914,5 a 16926,1 6816,8 ± 2146,1	44440,8 a 11549,7 7275,0 ± 2312,9		2757,1 a 12941,6 4752,7 ± 1491,8	7819,2
	(n=38)	(n=1)		(n=208)	
3	3881,4 a 12780,9 8365,1 ± 2176,6	4907,3		3970,8 a 15519,8 11292,1 ± 2932,6	
	(n=8)	(n=1)		(n=178)	
4	4123,2 a 10166,4 7171,0 ± 1835,0	4398,4		3404,4 a 13652,8 5036,2 ± 1697,8	
	(n=3)	(n=1)		(n=69)	
5	4737,8 a 9268,9 6626,5 ± 2357,7	6009,8		3872,8 a 15544,6 9912,5 ± 3307,9	
	(n=1)	(n=1)		(n=48)	
6	3830,0	5543,3		3786,8 a 11302,9 5229,7 ± 1510,1	
	(n=1)			(n=18)	
7	4123,2			6411,0 a 15153,1 11050,9 ± 2452,9	
				(n=14)	
8				2951,9 a 11229,9 5517,8 ± 1988,7	
				(n=4)	
9				6338,0 a 11387,6 8807,0 ± 2135,5	
				(n=2)	
10				5866,4 a 6292,0 6079,2 ± 300,9	

Continuação das categorias

Inflexões	Cat VI	Cat VII	Cat VIII	Cat IX	Cat X
	(n=2)		(n=197)	(n=5)	(n=2)
1	8257,7 a 10067,1 9162,4 ± 1279,4		3801,5 a 15140,6 11384,2 ± 2501,6	3470,3 a 5369,9 4243,5 ± 691,6	9381,2 a 9899,5 9640,3 ± 366,5
	(n=2)		(n=197)	(n=2)	
2	8850,0 a 11049,6 9949,8 ± 1555,3		3370,9 a 13272,7 4622,9 ± 1129,7	7282,6 a 10944,8 9113,7 ± 2589,6	
	(n=1)		(n=11)	(n=2)	
3	6183,500		4080,4 a 10394,1 6746,5 ± 2092,4	3470,3 a 7096,1 5283,2 ± 2563,8	
			(n=3)		
4			3569,5 a 5295,6 4702,5 ± 981,6		

Tabela 36. Ocorrência (n) e frequência relativa das inclinações iniciais e finais para os assobios classificados dentro de cada uma das categorias de modulação da frequência fundamental. Valor de inclinação 1 = ascendente, valor de inclinação 0 = descendente.

Categoria	<i>Inclinação inicial</i>		<i>Inclinação final</i>	
	Ocorrência	Frequência	Ocorrência	Frequência
I (n = 522)	0	11 2,1%	0	471 90,2%
	1	511 97,9%	1	51 9,8%
II (n =805)	0	181 22,5%	0	1 0,1%
	1	624 77,5%	1	804 99,9%
III (n =12)	0	12 100%	0	0 0%
	1	0 0%	1	12 100%
IV (n =208)	0	18 8,7%	0	49 23,6%
	1	190 91,3%	1	159 76,4%
V (n =6)	0	6 100%	0	3 50%
	1	0 0%	1	3 50%
VI (n=3)	0	3 100%	0	3 100%
	1	0 0%	1	0 0%
VII (n=8)	0	8 100%	0	8 100%
	1	0 0%	1	0 0%
VIII (n=197)	0	6 3%	0	1 0,5%
	1	191 97%	1	196 99,5%
IX (=5)	0	4 80,0%	0	0 0%
	1	1 20,0%	1	5 100%
X (n=2)	0	0 0%	0	2 100%
	1	2 100%	1	0 0%

Os valores de frequência mínima, máxima, intervalo de variação de frequência e duração dos assobios entre as dez categorias registradas apresentaram diferenças variadas, com algumas categorias abrangendo o intervalo de outra, ou muitas vezes se enquadrando em um intervalo completamente diferente (Figuras 36, 37, 38 e 39, respectivamente).

Figura 36. Valores de frequência mínima para cada uma das 10 categorias de modulação da frequência fundamental dos assobios analisados (eixo x). Valores de frequência em Hz (eixo y) (IC 95%).

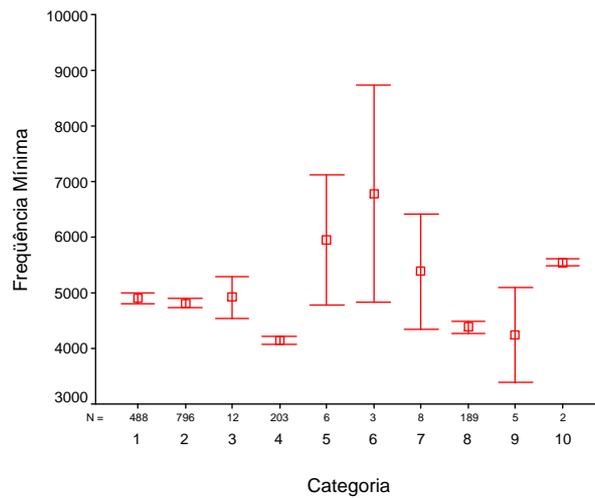


Figura 37. Valores de frequência máxima para cada uma das 10 categorias de modulação da frequência fundamental dos assobios analisados (eixo x). Valores de frequência em Hz (eixo y) (IC 95%).

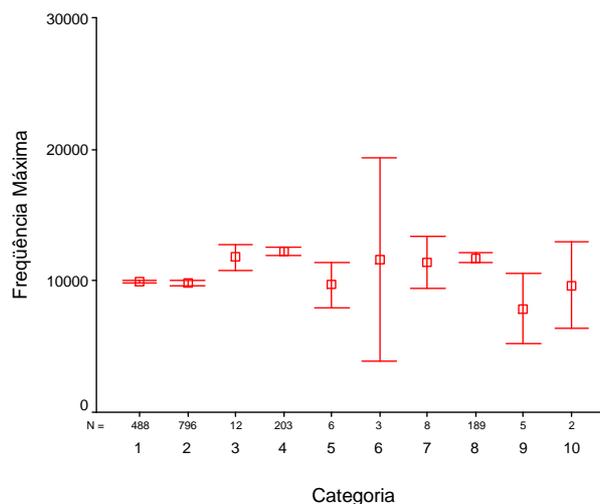


Figura 38. Valores de intervalo de frequência para cada uma das 10 categorias de modulação da frequência fundamental dos assobios analisados (eixo x). Valores de frequência em Hz (eixo y) (IC 95%).

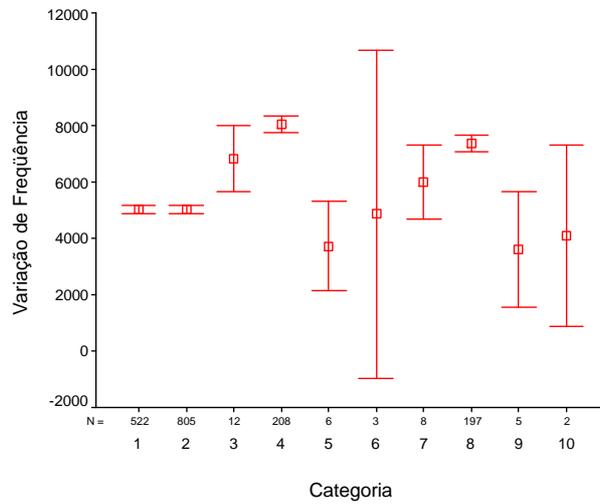
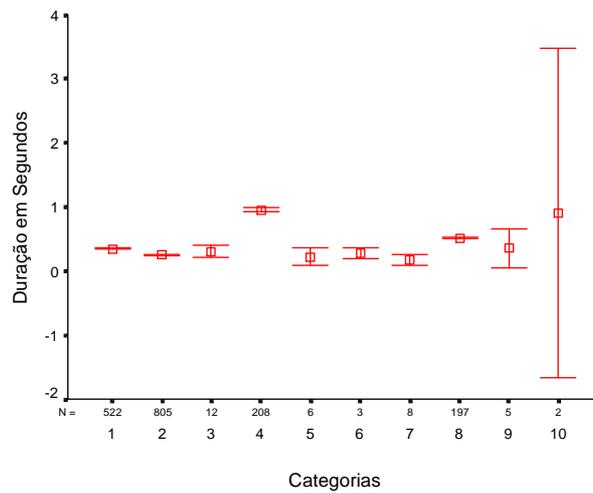


Figura 39. Valores de duração para cada uma das 10 categorias de modulação da frequência fundamental dos assobios analisados (eixo x). Valores de duração em segundos (eixo y) (IC 95%).



Através da ANOVA, verificou-se que no grande grupo B todas as três categorias analisadas (V, VI e VII) são similares ($P > 0,05$) entre os seis parâmetros acústicos. Uma única ressalva deve ser feita aqui, quanto ao n amostral, que também foi baixo para todas elas.

Para o grande grupo E, considerado dos assobios múltiplos, onde ocorreram todos os pontos de inflexão além do sétimo, que contém as categorias IV, VIII e IX, também se buscou realizar a comparação entre eles. Entretanto, como a categoria IX era muito diferente em

termos de n amostral ($n=5$), comparando-se com a categoria IV que contém 197 e com a VIII que contém 208, foi então realizado o teste t , somente para estas duas últimas categorias. Os dados deram significativos para alguns parâmetros, e não-significativos para outros. Somente a frequência inicial e as inflexões 1 e 2 deram semelhantes entre si ($P>0,05$).

Em uma análise posterior destas duas categorias, foi realizada a comparação com a categoria I, por esta poder vir a representar, por sua menor modulação (menos pontos de inflexão), mas contorno similar, a unidade básica referida acima. Através do teste de ANOVA, não foi reconhecida tal similaridade.

Todos os três parâmetros analisados apresentaram diferença estatisticamente significativa ($P<0,001$) entre as categorias I e IV e I e VIII. Apesar disto, mais uma vez as categorias IV e VIII apresentaram similaridade nas frequências iniciais ($P=0,465$), ponto de inflexão 1 ($P=0,762$) e inflexão 2 ($P=0,665$).

4.2.2.3. Subcategorias

A última subdivisão efetuada para caracterizar os assobios apresentou 34 **subcategorias** (Tabela 29), com base em variações na modulação do contorno sutis, mas suficientes para separar um tipo de outro (Figuras 40 a 42).

As subcategorias mais representadas foram a 14 (grande grupo A, categoria II), com 35,4% do total de assobios do grupo (Tabela 29), e representando 77,6% da categoria II (Tabela 37). A segunda mais freqüente foi a subcategoria 1 (grande grupo C, categoria I), com 17,1% do total e representando 58,0% de sua categoria (Tabela 37). Por último, a subcategoria 23 (grande grupo E, categoria VIII), com 11,0% do total e 98,5% da categoria VIII. Os 36,5% restantes de assobios distribuíram-se nas outras 31 subcategorias, sendo que nenhuma destas representou isoladamente mais de 10% do total do grupo.

Tabela 37. Ocorrência dos assobios (n=1.768) nas 34 subcategorias, e suas frequências relativas nas respectivas categorias de modulação da frequência fundamental (n=10).

Categorias	Subcategorias	Ocorrência	Frequência relativa
I	1	303	58,8%
	2	115	22,0%
	3	2	0,4%
	4	62	11,9%
	5	5	1,0%
	6	13	2,5%
	7	3	0,6%
	8	3	0,6%
	9	2	0,4%
	10	7	1,3%
	11	2	0,4%
	12	1	0,2%
	13	4	0,8%
II	14	625	77,6%
	15	7	0,9%
	16	172	21,4%
	17	1	0,1%
III	18	12	100%
IV	27	47	22,6%
	28	104	50,0%
	29	17	8,2%
	30	23	11,1%
	31	7	3,4%
	32	7	3,4%
	33	1	0,5%
	34	2	1,0%
V	19	5	83,3%
	20	1	16,7%
VI	21	3	100%
VII	22	8	100%
VIII	23	194	98,5%
	24	3	1,5%
IX	25	5	100%
X	26	2	100%

Figura 40. Espectrogramas apresentando a caracterização visual do padrão de modulação da frequência fundamental, representativo de cada uma das 13 subcategorias da categoria I, pertencentes ao grande grupo C. Valores de frequência em kHz (eixo y), e tempo em segundos (eixo x).

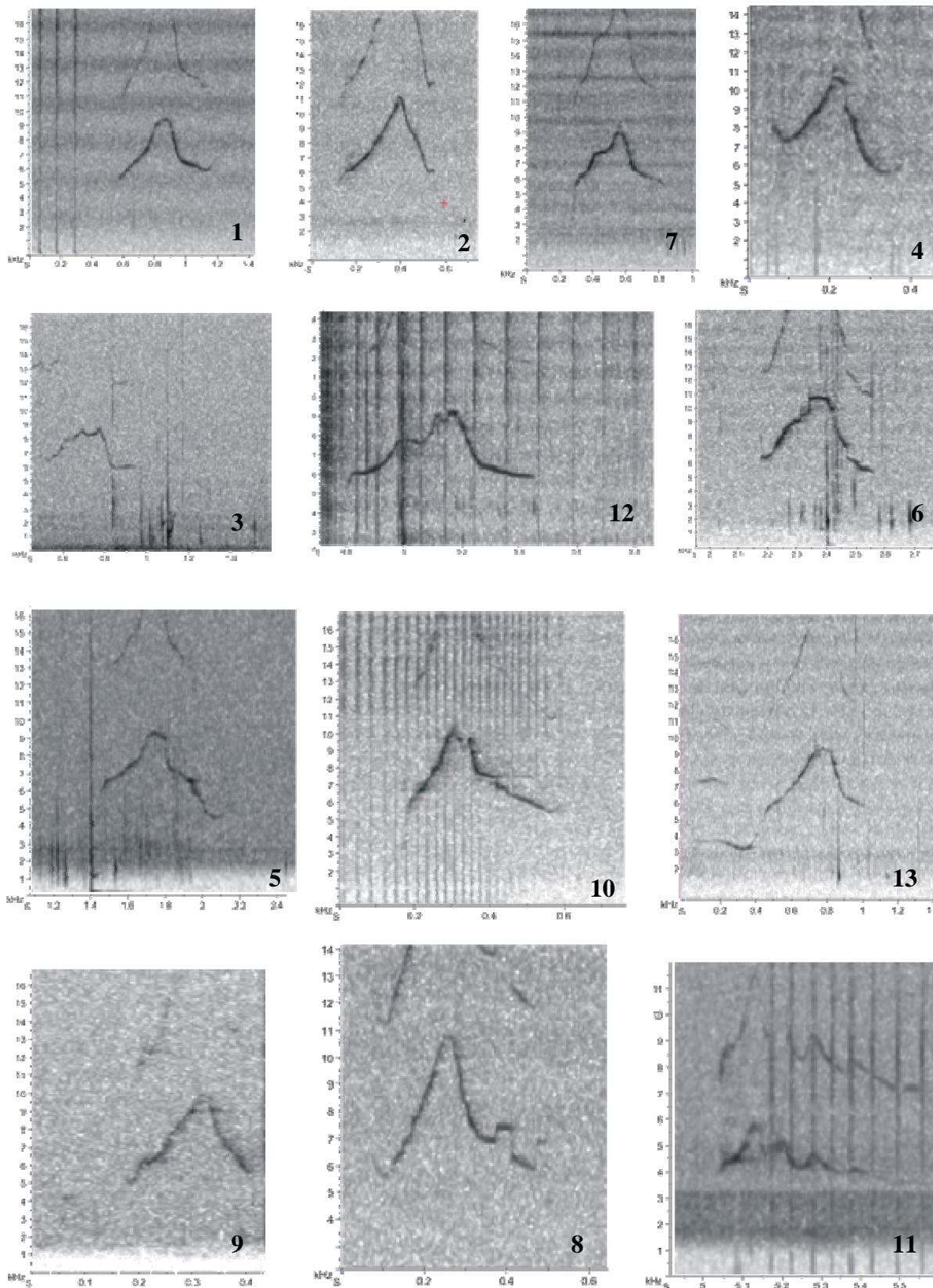


Figura 41. Espectrogramas apresentando a caracterização visual do padrão de modulação da frequência fundamental, representativo de cada uma das subcategorias da categoria II (14, 15, 16 e 17) e uma da categoria X (26), todas do grande grupo A; subcategoria 18, categoria III, grande grupo D, e as subcategorias das categorias V (19 e 20), VI (21) e VII (22), todas do grande grupo B. Valores de frequência em kHz (eixo y), e tempo em segundos (eixo x).

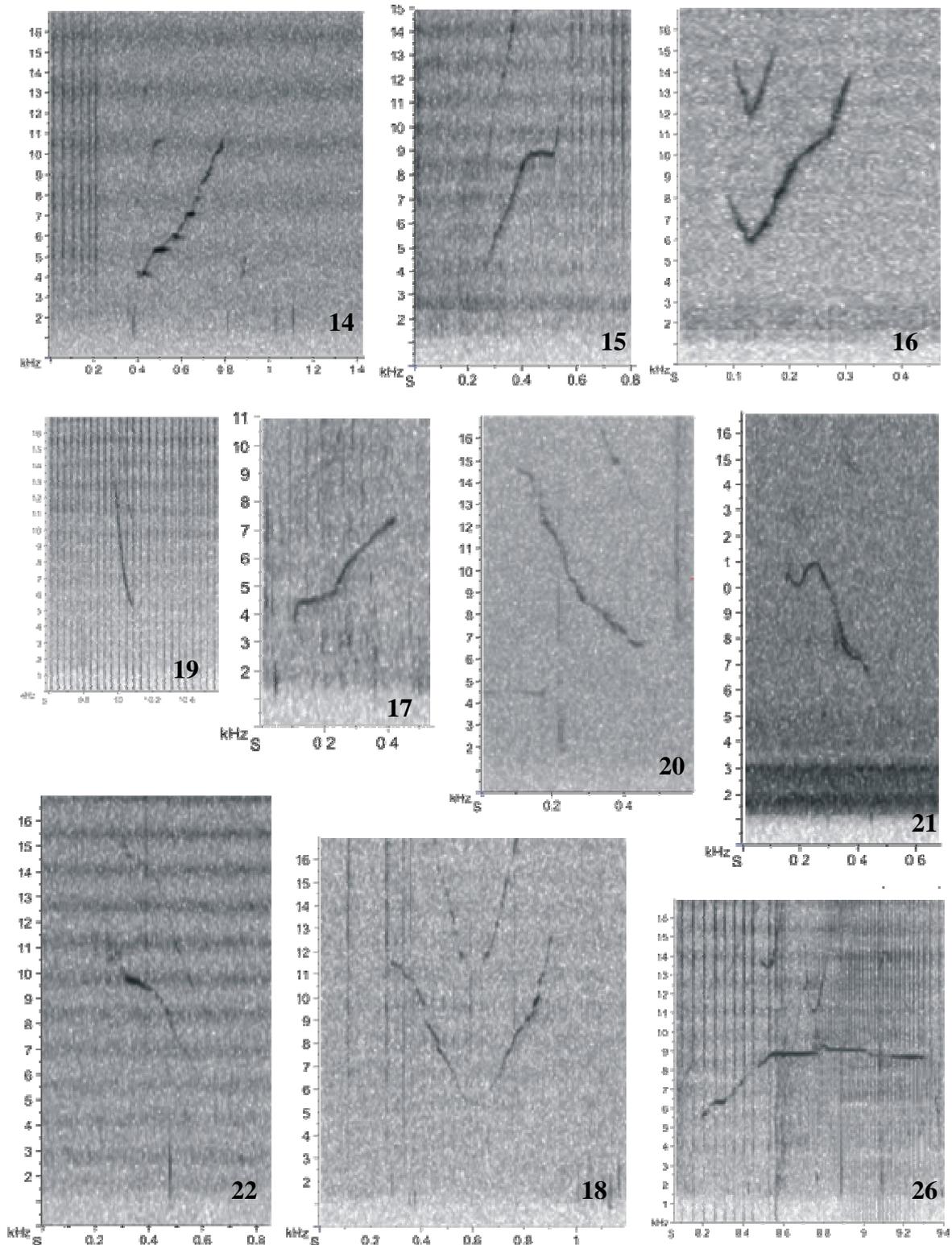
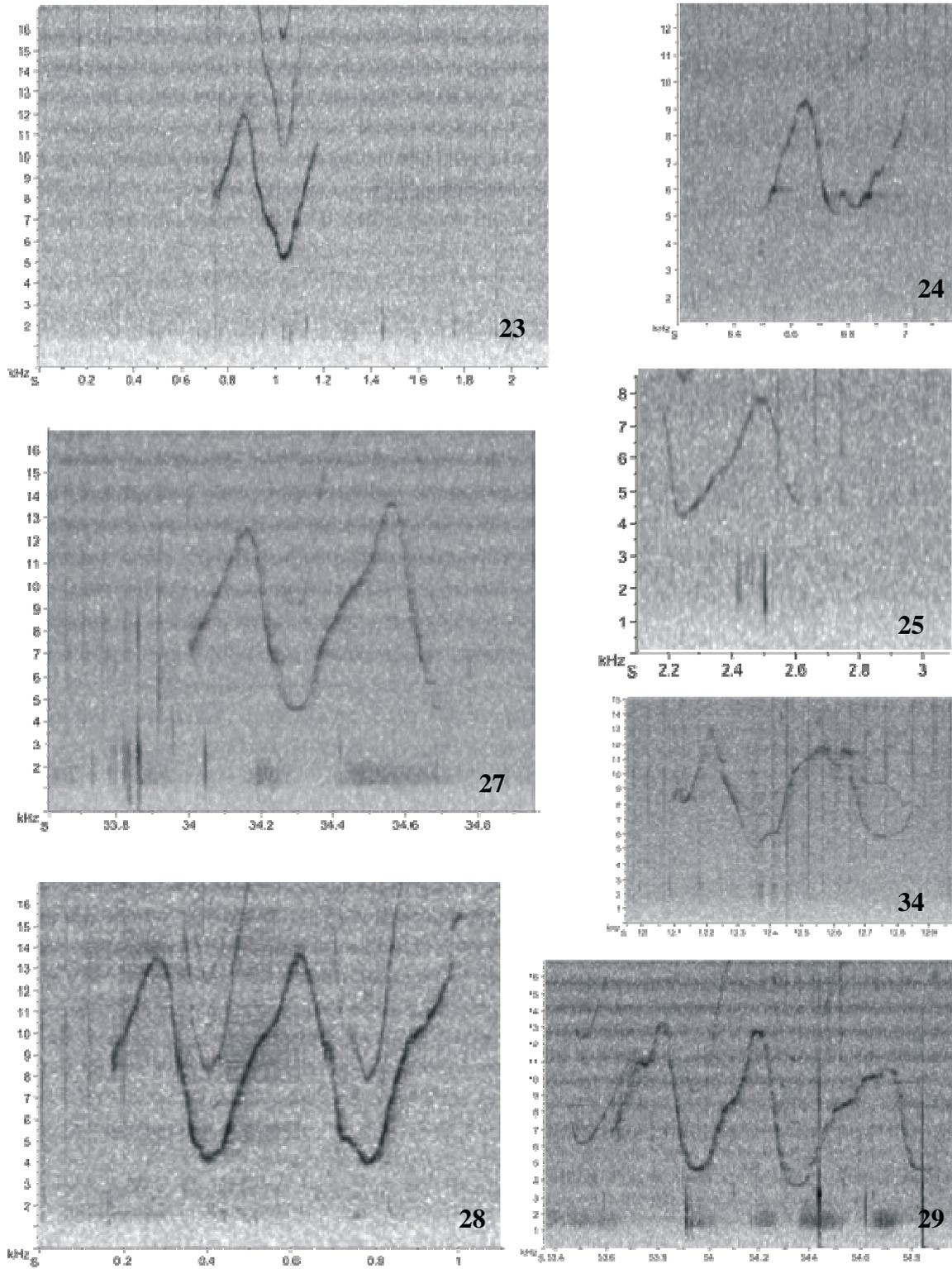
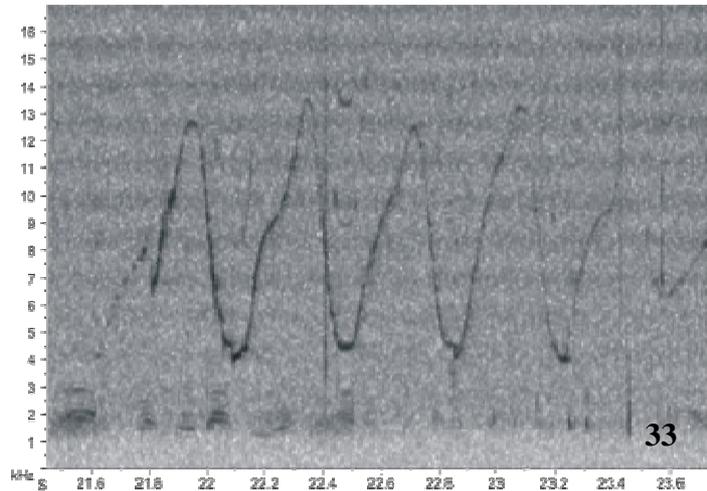
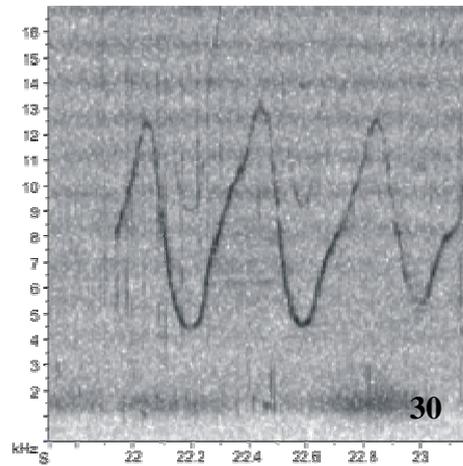
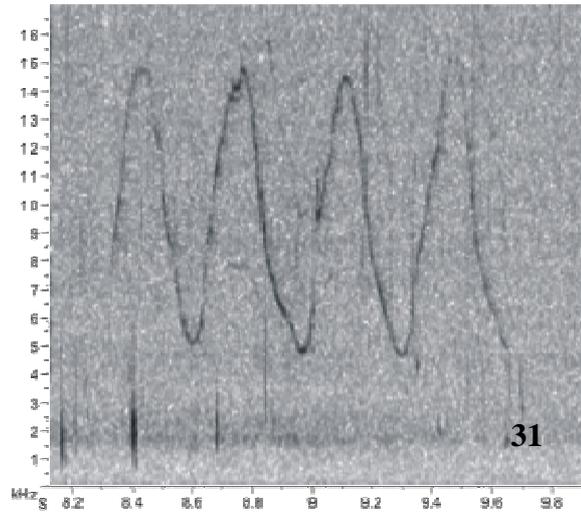
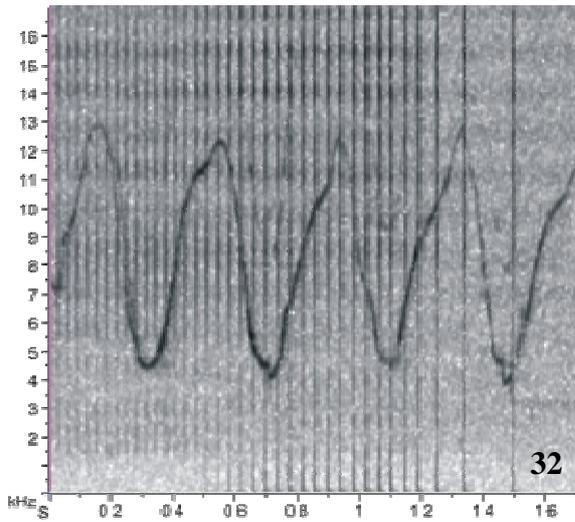


Figura 42. Espectrogramas apresentando a caracterização visual do padrão de modulação da frequência fundamental, representativo de cada uma das 8 subcategorias da categoria IV (27 a 34), duas subcategorias da categoria VIII (23 e 24) e a subcategoria 25 da categoria IX, todas pertencentes ao grande grupo E. Valores de frequência em kHz (eixo y), e tempo em segundos (eixo x).



Continuação



Analisando-se as diferenças entre as frequências iniciais e finais das subcategorias (de 1 a 13) da categoria I, grande grupo C (Figura 40), sete subcategorias apresentaram diferença ($P < 0,005$), uma não foi possível calcular (subcategoria 12, $n=1$) e outras 5 subcategorias apresentaram valores semelhantes entre as frequências iniciais e finais (teste t de Student para amostras emparelhadas). As subcategorias 1, 4 e 13 apresentaram $P < 0,0001$, as subcategorias 2 e 3 um $P=0,04$, a 5 um $P=0,0004$ e a 6 um $P=0,005$. A subcategoria 2, apesar de apresentar diferença estatisticamente significativa entre os valores de frequência iniciais e finais, a diferença apontada na média maior para a frequência final de 90 Hz foi um valor desprezível em termos de extração dos parâmetros acústicos.

As subcategorias que apresentaram igualdade entre os valores de frequência inicial e final foram a 7, com $P=0,58$, a 8, com $P=0,22$, a 9 e 11, ambas com $P=0,5$, e a subcategoria 10, com $P=0,09$.

Comparando-se, através do teste de ANOVA, a distribuição dos parâmetros acústicos entre as subcategorias ($n=8$) da categoria IV, também foram encontrados resultados bastante similares. Em todos os tipos de assobios múltiplos desta categoria, a frequência inicial, assim como os pontos de inflexão 1 e 2, não apresentaram diferença estatisticamente significativa entre eles ($P>0,05$). Como um acréscimo, também apresentaram a mesma similaridade entre as subcategorias a frequência máxima e as frequências nos pontos de inflexão 3, 6, 7 e 8 ($P>0,05$) (teste de Tukey).

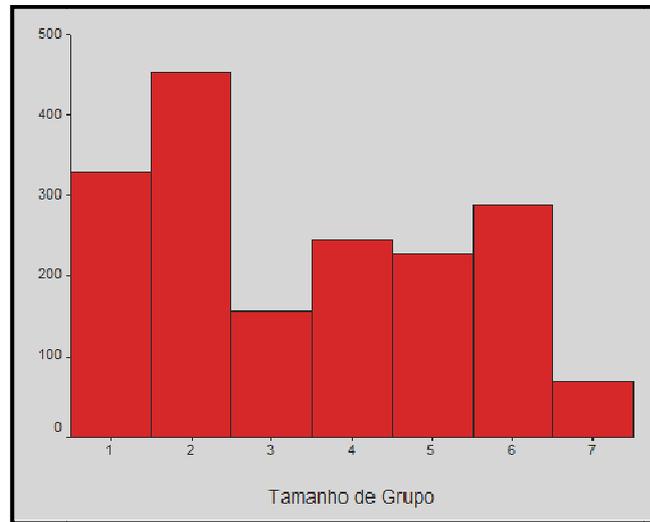
4.2.3. Assobios versus tamanho de grupo

O maior número de assobios foi registrado em momentos em que ocorreram associações, com 81,4% dos assobios (Anexo 17). Se verificada a relação entre tamanho de grupo, sem distinção dos integrantes, e o número de assobios registrados, também houve diferença quanto ao registro numérico dos assobios. As duplas emitiram 27,3% dos assobios, os trios 7,1%, os quartetos 13,8%, quintetos 12,8%, sextetos 16,3% e grupos de sete apenas 4,0% (Tabela 38). Através do teste de χ^2 , foi observada uma diferença ($P<0,0001$) entre a distribuição do número de assobios e o tipo de agrupamento registrado, como representado na Figura 43.

Tabela 38. Ocorrência e frequência relativa de assobios ($n=1.768$) em cada uma das sete classes de tamanho de grupo (de indivíduos solitários até grupos de sete golfinhos) observadas para os golfinhos de Tramandaí.

Tamanho de grupo	Ocorrência	Frequência
1	330	18,7%
2	482	27,3%
3	126	7,1%
4	245	13,8%
5	227	12,8%
6	288	16,3%
7	70	4,0%
Total	1.768	100%

Figura 43. Distribuição da ocorrência dos assobios (número de assobios, eixo y) em cada uma das sete classes de tamanho de grupo de golfinhos (eixo x), verificadas durante os registros acústicos.



A exigência de equidade do registro acústico (ver: registro das vocalizações) nem sempre resultou num número de emissões iguais para cada indivíduo ou categoria de agrupamento. Animais sozinhos predominaram nas avistagens, e no que diz respeito a agrupamentos, predominaram as duplas, sendo que grupos maiores foram mais raros. Mesmo animais solitários tendo sido mais comuns, as gravações de duplas ofereceram um maior aporte de assobios. Durante agrupamentos maiores também foram registrados muitos assobios, embora o grupo de sete indivíduos, por exemplo, tenha ocorrido somente uma vez e rapidamente, e o número de assobios registrado tenha sido menor, muito provavelmente em função do tempo. Os grupos apresentaram diferentes composições durante as gravações (integrantes de cada agrupamento descritos no Anexo 17), sendo compostos tanto de fêmeas e machos adultos quanto filhotes.

Os tipos registrados (grandes grupo, categorias e subcategorias) também apresentaram diferenças na sua distribuição ($P < 0,0001$) ao longo de diferentes agrupamentos. O grande grupo mais registrado para indivíduos sozinhos foi o C (Tabela 39), e para quando ocorreram associações, foi, de maneira geral, o grande grupo A, de assobios ascendentes.

Tabela 39. Ocorrência e frequência relativa de cada um dos grandes grupos de modulação da frequência fundamental (GG) (n=5) dentro de cada um dos diferentes agrupamentos de golfinhos observados (n=7).

GG	1	2	3	4	5	6	7	Total
A	70 (21,2%)	193 (42,7%)	82 (52,6%)	106 (43,3%)	170 (74,9%)	130 (45,1%)	56 (80,0%)	807 (45,6%)
B	9 (2,7%)	4 (0,9%)	0 (0,0%)	1 (0,4%)	1 (0,4%)	2 (0,7%)	0 (0,0%)	17 (1,0%)
C	226 (68,5%)	143 (31,6%)	67 (42,9%)	31 (12,7%)	9 (4,0%)	36 (12,5%)	10 (14,3%)	522 (29,5%)
D	3 (0,9%)	9 (2,0%)	0 (0,0%)	0 (0,0%)	0 (0,0%)	0 (0,0%)	0 (0,0%)	12 (0,7%)
E	22 (6,7%)	103 (22,8%)	7 (4,5%)	107 (43,7%)	47 (20,7%)	120 (41,7%)	4 (5,7%)	410 (23,2%)
Total	330 (100%)	452 (100%)	156 (100%)	245 (100%)	227 (100%)	288 (100%)	70 (100%)	1.768 (100%)

Observando-se a distribuição de cada grande grupo ao longo de todos os agrupamentos, os grandes grupos A e E ocorreram mais freqüentemente durante associações, sendo principalmente emitidos quando os golfinhos estavam em duplas (Tabela 40). O grande grupo B predominou nos indivíduos solitários, mas já o grande grupo C praticamente distribuiu-se igualmente em ambas categorias.

Tabela 40. Ocorrência e frequência relativa de cada um dos grandes grupos de modulação da frequência fundamental (GG) (n=5) ao longo dos diferentes tipos de agrupamentos de golfinhos observados (n=7).

Tamanho grupo	A	B	C	D	E	Total
1	70 (8,7%)	9 (52,9%)	226 (43,4%)	3 (25,0%)	22 (5,4%)	330 (18,7%)
2	193 (23,9%)	4 (23,5%)	143 (27,4%)	9 (75,0%)	103 (25,1%)	452 (25,6%)
3	82 (10,2%)	0 (0,0%)	67 (12,8%)	0 (0,0%)	7 (1,7%)	156 (8,8%)
4	106 (13,1%)	1 (5,9%)	31 (5,9%)	0 (0,0%)	107 (26,1%)	245 (13,9%)
5	170 (21,1%)	1 (5,9%)	9 (1,7%)	0 (0,0%)	47 (11,5%)	227 (12,8%)
6	130 (16,1%)	2 (11,8%)	36 (6,9%)	0 (0,0%)	120 (29,3%)	288 (16,3%)
7	56 (6,9%)	0 (0,0%)	10 (1,9%)	0 (0,0%)	4 (1,0%)	70 (4,0%)
Total	807 (100%)	17 (100%)	522 (100%)	12 (100%)	410 (100%)	1768 (100%)

As categorias, quando analisadas em relação ao tamanho de grupo, também apresentaram distribuição variável ($P < 0,0001$) (Tabela 41). Para animais solitários, a categoria I predominou, enquanto que para momentos de associação, a categoria II foi sempre a mais frequente.

Tabela 41. Ocorrência e frequência relativa de cada uma das categorias de modulação da frequência fundamental (n=10) dentro de cada um dos diferentes agrupamentos de golfinhos observados (n=7).

Categorias	1	2	3	4	5	6	7	Total
	226	143	67	31	9	36	10	522
I	(68,5%))	(31,6%))	(42,9%))	(12,7%))	(4,0%)	(12,5%))	(14,3%))	(29,5%))
	70	193	82	104	170	130	56	805
II	(21,2%))	(42,7%))	(52,6%))	(42,4%))	(74,9%))	(45,1%))	(80,0%))	(45,5%))
III	3 (0,9%)	9 (2,0%)	0 (0,0%)	0 (0,0%)	0 (0,0%)	0 (0,0%)	0 (0,0%)	12 (0,7%)
	14	38	3	62	18	71	2	208
IV	(4,2%)	(8,4%)	(1,9%)	(25,3%))	(7,9%)	(24,7%))	(2,9%)	(11,8%))
V	2 (0,6%)	2 (0,4%)	0 (0,0%)	1 (0,4%)	0 (0,0%)	1 (0,3%)	0 (0,0%)	6 (0,3%)
VI	2 (0,6%)	1 (0,2%)	0 (0,0%)	0 (0,0%)	0 (0,0%)	0 (0,0%)	0 (0,0%)	3 (0,2%)
VII	5 (1,5%)	1 (0,2%)	0 (0,0%)	0 (0,0%)	1 (0,4%)	1 (0,3%)	0 (0,0%)	8 (0,5%)
	7	64	4	45	26	49	2	197
VIII	(2,1%))	(14,2%))	(2,6%)	(18,4%))	(11,5%))	(17,0%))	(2,9%)	(11,1%))
IX	1 (0,3%)	1 (0,2%)	0 (0,0%)	0 (0,0%)	3 (1,3%)	0 (0,0%)	0 (0,0%)	5 (0,3%)
X	0 (0,0%)	0 (0,0%)	0 (0,0%)	2 (0,8%)	0 (0,0%)	0 (0,0%)	0 (0,0%)	2 (0,1%)
Total	330 (100%)	452 (100%)	156 (100%)	245 (100%)	227 (100%)	288 (100%)	70 (100%)	1768 (100%)

Observando-se a distribuição de cada categoria ao longo de todos os agrupamentos, a categoria I apresentou frequência de ocorrência similar entre animais solitários e agrupados.

Somente as categorias VI e VII foram predominantes para indivíduos solitários, ainda que em torno de 60%, sendo as restantes mais frequentes em momentos de associação (Tabela 42).

Tabela 42. Ocorrência e frequência relativa de cada uma das categorias de modulação da frequência fundamental (n=10) ao longo dos diferentes tipos de agrupamentos de golfinhos observados (n=7).

Categorias	1	2	3	4	5	6	7	Total
I	226 (43,3%)	143 (27,4%)	67 (12,8%)	31 (5,9%)	9 (1,7%)	36 (6,9%)	10 (1,9%)	522 (100%)
II	70 (8,7%)	193 (24,0%)	82 (10,2%)	104 (12,9%)	170 (21,1%)	130 (16,1%)	56 (7,0%)	805 (100%)
III	3 (25,0%)	9 (75,0%)	0 (0,0%)	0 (0,0%)	0 (0,0%)	0 (0,0%)	0 (0,0%)	12 (100%)
IV	14 (6,7%)	38 (18,3%)	3 (1,4%)	62 (29,8%)	18 (8,7%)	71 (34,1%)	2 (1,0%)	208 (100%)
V	2 (33,3%)	2 (33,3%)	0 (0,0%)	1 (16,7%)	0 (0,0%)	1 (16,7%)	0 (0,0%)	6 (100%)
VI	2 (66,7%)	1 (33,3%)	0 (0,0%)	0 (0,0%)	0 (0,0%)	0 (0,0%)	0 (0,0%)	3 (100%)
VII	5 (62,5%)	1 (12,5%)	0 (0,0%)	0 (0,0%)	1 (12,5%)	1 (12,5%)	0 (0,0%)	8 (100%)
VIII	7 (3,6%)	64 (32,5%)	4 (2,0%)	45 (22,8%)	26 (13,2%)	49 (24,9%)	2 (1,0%)	197 (100%)
IX	1 (20,0%)	1 (20,0%)	0 (0,0%)	0 (0,0%)	3 (60,0%)	0 (0,0%)	0 (0,0%)	5 (100%)
X	0 (0,0%)	0 (0,0%)	0 (0,0%)	2 (100,0%)	0 (0,0%)	0 (0,0%)	0 (0,0%)	2 (100%)
Total	330 (18,7%)	452 (25,6%)	156 (8,8%)	245 (13,9%)	227 (12,8%)	288 (16,3%)	70 (4,0%)	1768 (100%)

4.2.4. Assobios *versus* grupo social

Através do teste de χ^2 , foi observada uma diferença ($P < 0,0001$) entre a distribuição do número de assobios e o tipo de agrupamento registrado nas diferentes classes sociais estipuladas para a avaliação (agrupamentos com a presença de fêmeas e filhotes, agrupamentos sem tais indivíduos, e golfinhos sozinhos). A mesma significância estatística ($P < 0,0001$) foi obtida entre a distribuição dos tipos de assobios (grandes grupos, categorias e subcategorias) e o tipo de agrupamento social, indicando que tais classes de assobios não se distribuem igualmente ao longo destes diferentes agrupamentos. Verificando-se os registros realizados quando fêmeas e filhotes encontravam-se presentes nos agrupamentos, obteve-se um valor de ocorrência de 50,8% dos assobios. O restante foi obtido de animais solitários e associações sem fêmeas com filhotes, em diferentes proporções (Tabela 43).

Tabela 43. Ocorrência e frequência relativa de assobios em cada um dos três grupos sociais: Classe I: associações na presença de fêmeas e filhotes; Classe II: indivíduos solitários; Classe III: associações sem fêmeas e filhotes.

Característica do agrupamento	Ocorrência	Frequência
I	898	50,8%
II	330	18,7%
III	540	30,5%
Total	1.769	100%

Cada um dos cinco grandes grupos, nos quais os assobios foram primariamente classificados, foi verificado ao longo destes três tipos de observações de composição do grupo. Para agrupamentos com fêmeas e filhotes (classe I) (Tabela 44), todos os grandes grupos foram representados, embora desigualmente, com os grandes grupos A e E perfazendo um total de 86,5% do observado (Figura 44). Para indivíduos solitários, 68,5% dos registros foram do grande grupo C. Já para momentos de associação sem fêmeas e filhotes, praticamente 100% dos assobios compreendiam os grandes grupos A, C e E.

Figura 44. Distribuição da ocorrência dos assobios (número de assobios, eixo y) em cada um dos cinco grandes grupos de modulação da frequência fundamental (eixo x), durante os momentos de agrupamentos que incluíam fêmeas e filhotes.

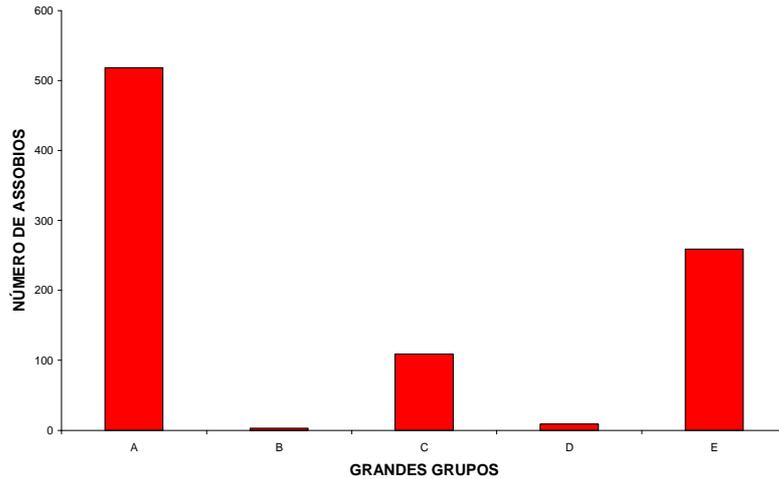


Tabela 44. Ocorrência e frequência relativa de cada um dos grandes grupos de modulação da frequência fundamental (n=5) em cada grupo social distinto: Classe I: associações na presença de fêmeas e filhotes; Classe II: indivíduos solitários; Classe III: associações sem fêmeas e filhotes.

Grandes grupos	I	II	III	Total
A	518 (57,7%)	70 (21,2%)	219 (40,6%)	807 (45,6%)
B	3 (0,3%)	9 (2,7%)	5 (0,9%)	17 (1,0%)
C	109 (12,1%)	226 (68,5%)	187 (34,6%)	522 (29,5%)
D	9 (1,0%)	3 (0,9%)	0 (0,0%)	12 (0,7%)
E	259 (28,8%)	22 (6,7%)	129 (23,9%)	410 (23,2%)
Total	898 (100%)	330 (100%)	540 (100%)	1768 (100%)

O grande grupo B predominou nas emissões da Classe II (animais solitários, Tabela 45), e o grande grupo C foi similarmente distribuído nas Classes I e III (agrupamentos com e sem filhotes, respectivamente) e na Classe II. Já os grandes grupos A, D e E predominaram na presença de fêmeas com filhotes. A categoria predominante na classe ‘indivíduos solitários’ foi a categoria I, com 68,5%, seguida pela categoria II, com 21,2%. A categoria I teve 43,3% de seus assobios nesta classe social, mas as categorias VI e VII tiveram sua maior

representatividade nestes momentos (66,7% e 62,5%, respectivamente). Somente 8,7% dos assobios da categoria II foram encontrados nesta classe.

A categoria II também foi bastante representativa na classe de associações em fêmeas e filhotes, com 40,2% (mas compreendendo 27,0% do total da categoria), seguida da categoria I, com 34,6% (35,8% do total da categoria). A categoria IV, apesar apresentar apenas 14,6% desta classe, compreendeu 38,0% do total de assobios múltiplos.

Tabela 45. Ocorrência e frequência relativa de cada um dos grandes grupos de modulação da frequência fundamental (n=5) ao longo dos diferentes grupos sociais observados: Classe I: associações na presença de fêmeas e filhotes; Classe II: indivíduos solitários; Classe III: associações sem fêmeas e filhotes.

Grandes grupos	I	II	III	Total
A	518 (64,2%)	70 (8,7%)	219 (27,1%)	807 (100%)
B	3 (17,6%)	9 (52,9%)	5 (29,4%)	17 (100%)
C	109 (20,9%)	226 (43,3%)	187 (35,8%)	522 (100%)
D	9 (75,0%)	3 (25,0%)	0 (0,0%)	12 (100%)
E	259 (63,2%)	22 (5,4%)	129 (31,5%)	410 (100%)
Total	898 (50,8%)	330 (18,7%)	540 (30,5%)	1768 (100%)

4.2.5. Assobios *versus* mãe e filhote

Duas fêmeas foram registradas isoladamente com sua descendência, mas apenas uma delas apresentou uma amostragem representativa. A dupla mãe-filhote I₆ e I₁₃ obteve, isoladamente, somente 1,1% do total dos assobios (Anexo 17), não sendo representativos de nenhuma classe de assobio frente ao grupo em mais de 2,5%. Já a fêmea I₁₁ e seu filhote, I₁₂, representaram 13,8% do total de assobios do grupo.

A dupla I₁₁ e I₁₂ emitiu assobios que foram categorizados em várias classes, sendo que 4 grandes grupos foram representados (A, C, D e E) (Anexo 18). O grande grupo A e o E foram os que apresentaram maior frequência, com 51,6% e 34,0%, respectivamente, seguidos pelo grande grupo C, com 10,7% e o D, menos representado, com 3,7%. Apesar deste último ser o menos representado dentro do repertório da dupla, foi responsável por 75,0% do repertório do grupo.

Já os mais frequentes, o A e o E, contribuíram com 15,6% e 20,2%, respectivamente, para o conjunto de assobios total. Seis categorias foram diferentemente representadas: I, II, III, IV, VIII e IX, com a II e a VIII representando 51,6% e 25,0% do repertório da dupla, e

respectivamente 15,7% e 31,0% do total do grupo. A categoria III, com apenas 3,7% dos assobios da dupla, representou 75,0% deste tipo frente ao grupo.

Já no nível das subcategorias, 13 tipos diferentes foram registrados. Somente a subcategoria 23 apresentou valores altos, tanto para a dupla (25,0%), quanto para o grupo (31,4%). A subcategoria 14, mais freqüente para a dupla, contribuiu com apenas 15,2% do total. As subcategorias 8 e 18, com baixa representação para a dupla (0,4% e 3,7%), foram, porém, as mais freqüentes da classe para o grupo (33,3% e 75,0%).

4.2.6. Seqüências de assobios

Além do fato de 50,8% dos assobios ter ocorrido na presença de fêmeas com filhotes ou juvenis, há ainda um outro importante aspecto destas emissões a ser caracterizado, que é o padrão com que os assobios são emitidos. Seqüências de assobios somente foram registradas na presença de fêmeas com filhotes (Figuras 46 a 48). Estas seqüências se caracterizaram por uma alta taxa de emissão, sendo registrados até mais de 30 assobios/minuto. Muitas vezes, mais de um assobio era verificado sendo emitido ao mesmo tempo (Figura 45).

Todas os grandes grupos foram representados nas seqüências, embora grandes grupos A e E tenham sido mais freqüentes (juntos, 86,5%). As categorias mais representadas dentro da categoria ‘associações com fêmeas e filhotes’ foram a II (57,7%), a VIII (15,6%) e a IV (12,8%). Estes agrupamentos também foram onde estas categorias mais ocorreram, frente ao total de cada uma no grupo, com 64,3%, 71,1% e 55,3%, respectivamente.

Figura 45. Espectrogramas mostrando assobios concomitantes emitidos na presença de uma das duplas mãe e filhote (I₁₁ e I₁₂). Valores de freqüência em kHz (eixo y), e tempo em segundos (eixo x).

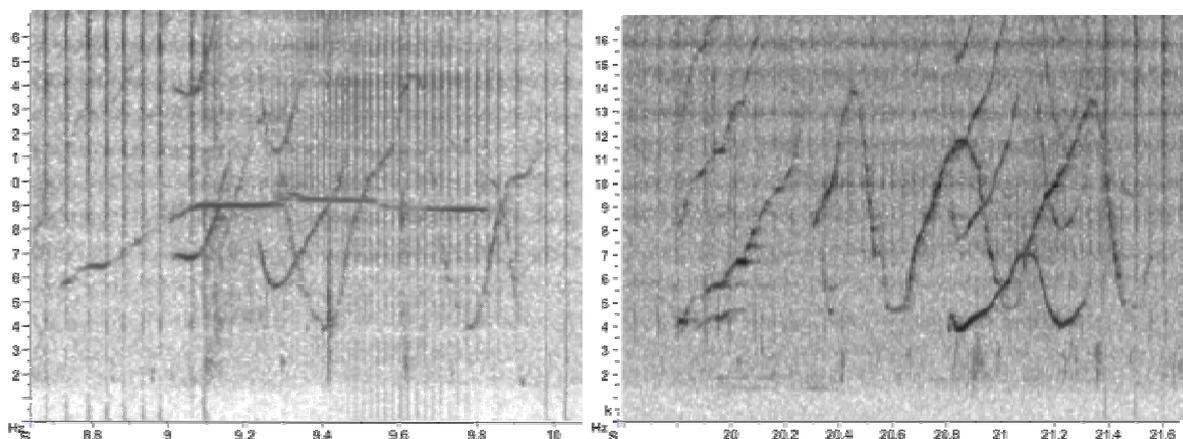


Figura 46. Espectrogramas mostrando seqüências de assobios emitidos na presença de uma das duplas mãe e filhote (I_{11} e I_{12}). Valores de freqüência em kHz (eixo y), e tempo em segundos (eixo x).

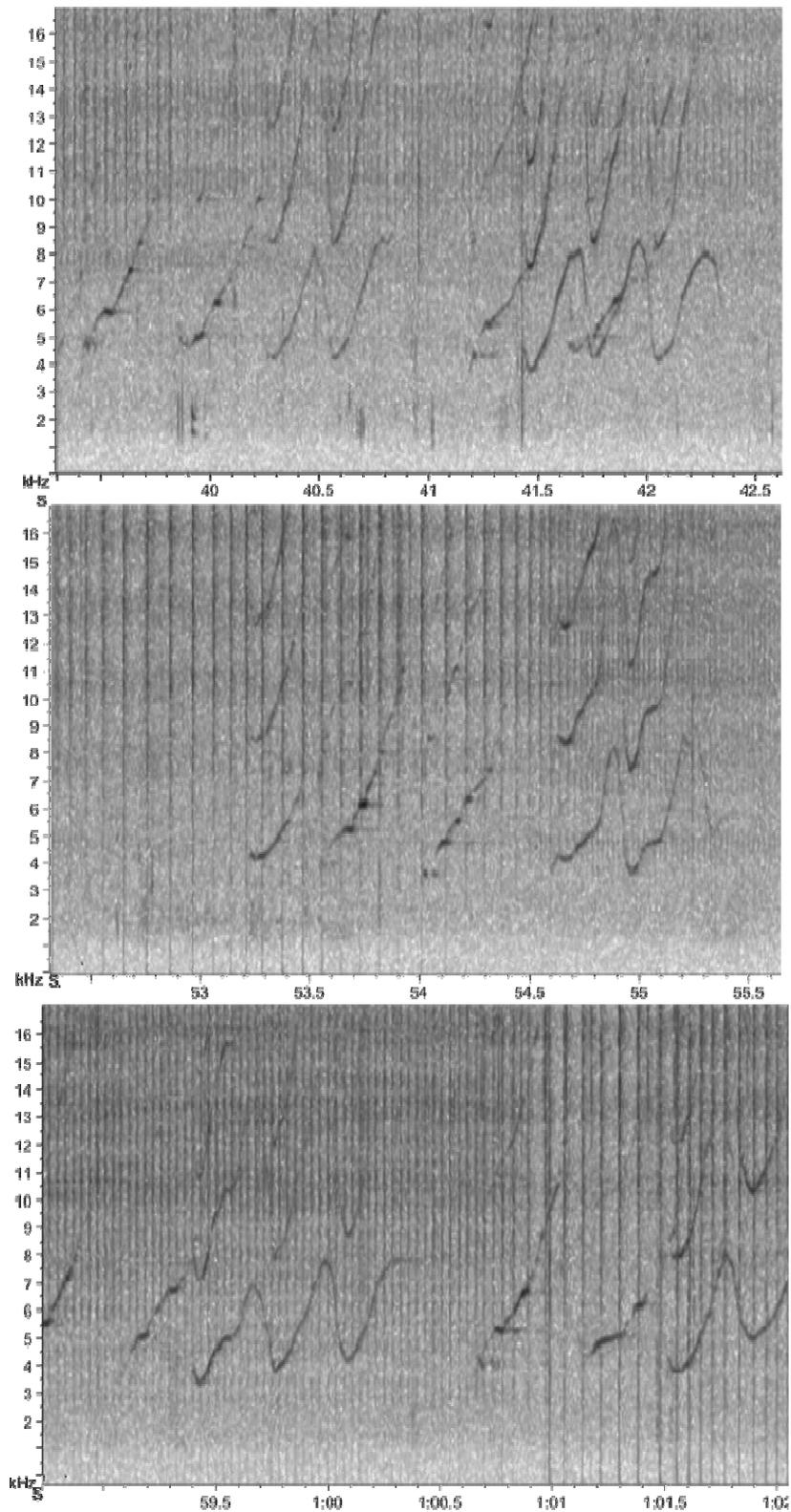


Figura 47. Espectrogramas mostrando seqüências de assobios emitidos na presença de uma das duplas mãe e filhote (I_{11} e I_{12}). Valores de freqüência em kHz (eixo y), e tempo em segundos (eixo x).

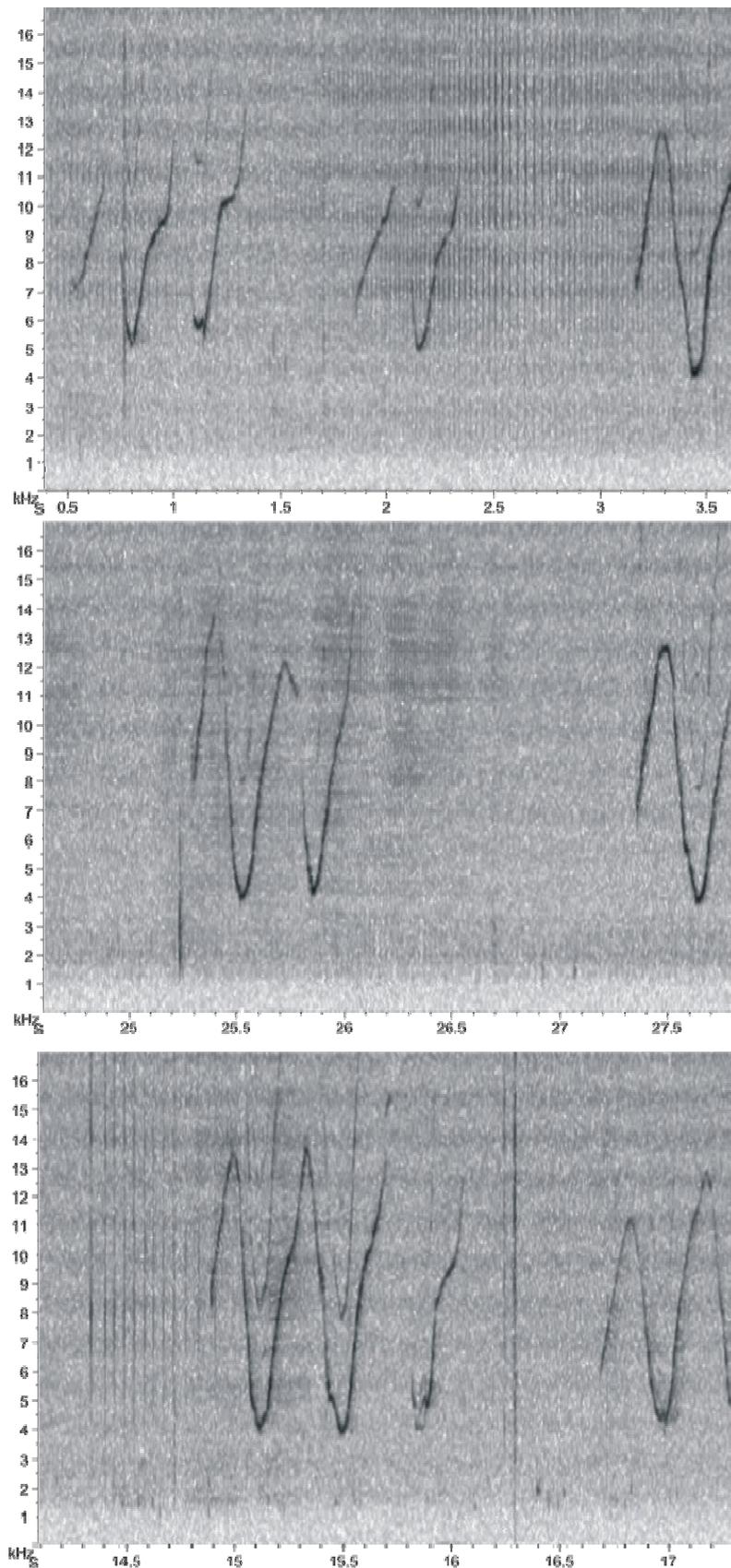
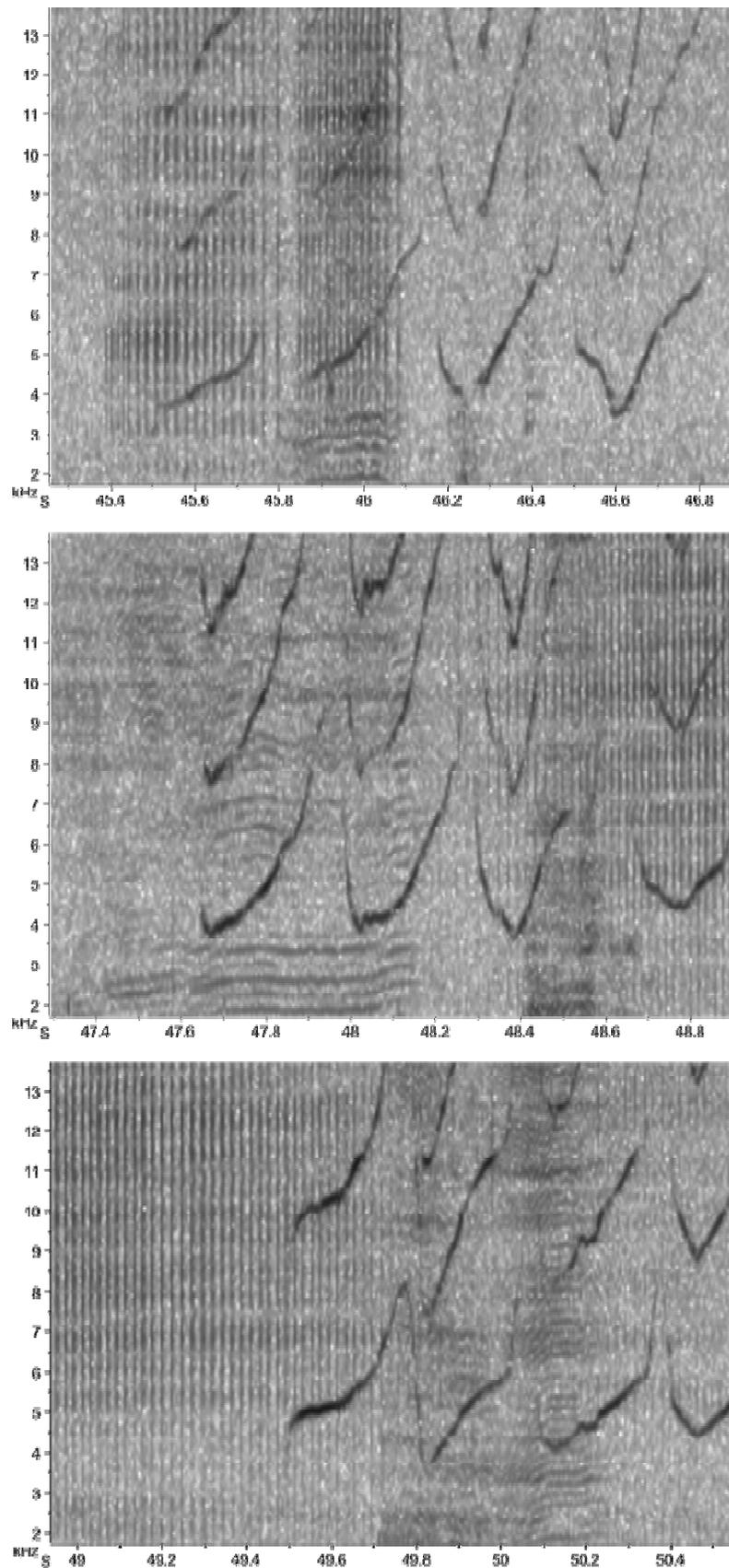


Figura 48. Espectrogramas mostrando seqüências de assobios emitidos na presença das fêmeas com filhotes. Valores de freqüência em kHz (eixo y), e tempo em segundos (eixo x).



5.2.7. Tipos de assobios registrados por indivíduo

Apenas alguns golfinhos tiveram suas vocalizações registradas em momentos em que se encontravam isolados do grupo. Apesar destes animais solitários terem sido extensivamente monitorados acusticamente, a taxa de emissão nestes momentos foi extremamente baixa. O número de assobios obtidos na presença de cada animal, estando sozinhos ou agrupados, foi alto, mas isoladamente não (entre parênteses): I₁₁: 878 (0); I₁₄: 744 (20); I₈: 655 (174); I₆: 531 (0); I₅: 460 (38); I₉: 388 (30); I₇: 362 (21); I₁₀: 170 (10).

Destes, somente um indivíduo, I₈ apresentou uma amostra suficiente (n=174 assobios) para a avaliação de seu repertório (Anexos 17 e 18). Seus assobios perfizeram 9,8% do total registrado. Os assobios foram enquadrados em 20 subcategorias diferentes, 8 categorias e 4 grandes grupos. Os assobios predominantes estão no grande grupo C, com 78,7%, seguido pelo grande grupo A, com 11,5%. Apesar deste indivíduo apresentar o grande grupo C (que contém 29,5% do total dos assobios do grupo) como classe mais freqüente, ele contribuiu com 26,3% dos assobios enquadrados nesta classe para o repertório do grupo (Anexo 18), ou seja, ¼ destes assobios foram produzidos por ele. O grande grupo A (classe predominante dos assobios de todo grupo, com 45,6% do total), representando 11,5% de seu repertório, foi responsável por apenas 2,5% destes assobios frente ao grupo, ou seja, somente este pequeno valor foi emitido por este golfinho.

Nas categorias, padrões similares ocorreram, onde nem sempre a classe mais representativa para o indivíduo foi também o responsável pela maior representatividade da mesma, frente ao grupo. A categoria I, por exemplo, representou 78,7% do repertório individual, embora 26,3% desta categoria no total do grupo tivesse contribuição deste indivíduo (esta categoria inclui 29,5% dos assobios totais). Ao contrário, as categorias VI e VII foram responsáveis por apenas 1,1% e 2,3%, respectivamente, do repertório do indivíduo, mas contribuíram com 66,7% e 50,0% destas categorias para o repertório de todo o grupo.

As subcategorias, nível onde poderiam ser encontrados tipos exclusivos e representativos do indivíduo (ver adiante: bioacústica), se distribuíram em 20 diferentes modulações. A subcategoria 1 representou a maior freqüência para este indivíduo, com 40,8%, mas no grupo todo foi responsável por 23,4% dos assobios (no total, esta subcategoria representou apenas 17,1% dos tipos observados). A subcategoria 2 também foi uma das mais representativas, com 23,6% dos assobios deste indivíduo. Neste caso, representou uma parcela maior frente ao grupo, contribuindo com 35,7% do total. Apenas mais duas subcategorias são um pouco mais representativas, a 4 e a 14, com 8,0 e 8,6%, respectivamente. Este indivíduo

colaborou com 23,0% do total da subcategoria 4 para o grupo, mas com apenas 2,4% da subcategoria 14.

Outros cinco indivíduos (Anexos 17 e 18), I₁₄, I₁₀, I₅, I₇ e I₉ foram registrados isoladamente, mas os assobios que foram adequados pra a análise resultaram em uma amostragem muito pequena. Nenhum deles apresentou mais de 40 assobios, cada um representando menos que 2,5% do total registrado, com baixa representatividade frente ao repertório do grupo. A baixa amostragem de cada um isoladamente impossibilita quaisquer inferências acerca de suas características individuais baseadas somente nas diferenças dos parâmetros acústicos analisados no presente trabalho.

4.2.8. Comparação entre métodos de extração

Através da análise de concordância de Bland-Altman realizadas entre os resultados dos parâmetros espectrais e temporais obtidos pelos dois métodos de extração, calculou-se uma margem de erro (Tabela 46; Figura 50) para todos os parâmetros analisados, extraídos de 166 assobios (Figura 49).

Tabela 46. Margem de erro entre os dois métodos de extração utilizados pra avaliar os assobios, calculada para cada um dos seis parâmetros acústicos considerados. As unidades dos valores espectrais estão em Hz e a duração em segundos.

Variável	Margem de Erro
Frequência mínima	229,8
Frequência máxima	233,6
Frequência inicial	339,9
Frequência final	388,5
Delta de frequências	320,3
Duração do assobio	0,0884

Figura 49. Exemplo da aquisição dos valores espectrais e temporais de um assobio pelo método de extração automática. À direita, o resultado da extração, mostrando os seis parâmetros acústicos avaliados para cada unidade. Os valores abaixo da figura, à esquerda (t e f), são referentes aos contornos da janela que está enquadrando o sinal analisado, não influenciando nos valores obtidos. As unidades dos valores espectrais estão em Hz e a duração em segundos.

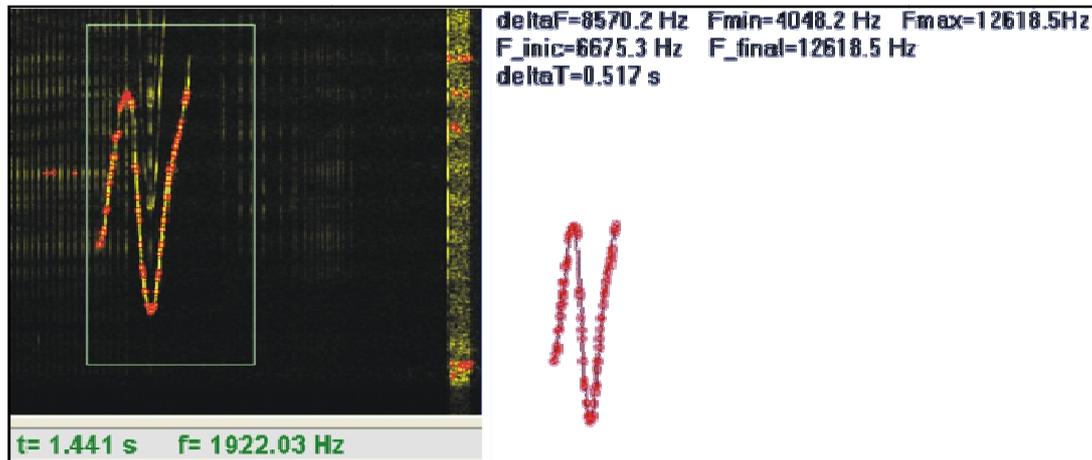
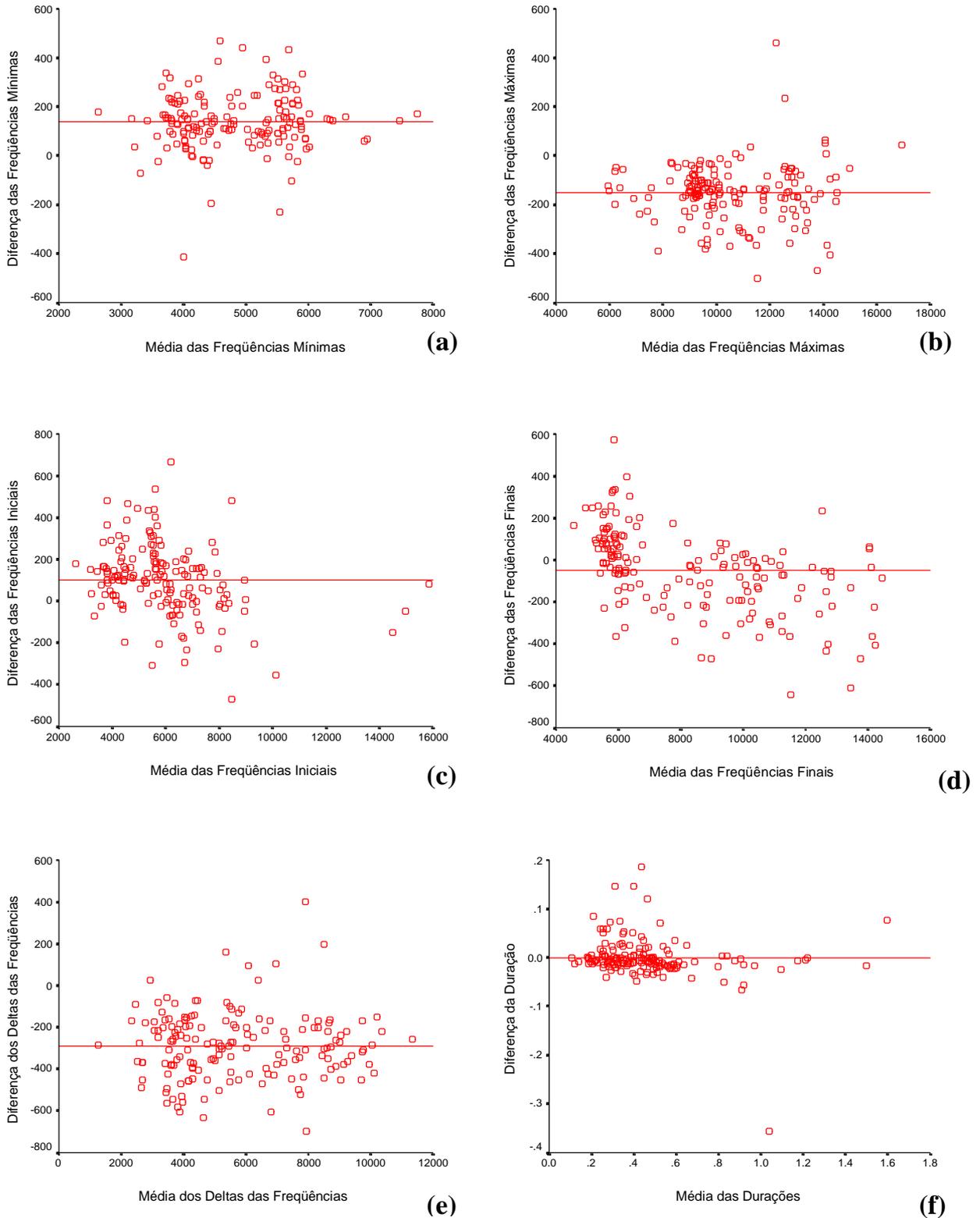


Figura 50. Representação da margem de erro entre os dois métodos de extração utilizados para avaliar os assobios. A margem de erro foi calculada para os seis parâmetros analisados: frequências mínimas (a), máximas (b), iniciais (c), finais (d), intervalo de frequência (e) e durações (f). Os valores espectrais estão em Hz e duração em segundos.



5. Discussão

5.1. Biologia e aspectos ecológicos do grupo de golfinhos da desembocadura da barra de Tramandaí, RS

5.1.1. Padrões de ocorrência

5.1.1.1. Ocorrência geral

Conforme se depreende dos resultados apresentados, os golfinhos *Tursiops truncatus* ocorreram na área de estudo ao longo de aproximadamente 28% do tempo amostrado, mais especificamente de 29,7% no ano de 2002 e de 26,92% em 2003. Estes valores mostram uma virtual similaridade entre si, bem como com os valores obtidos para golfinhos da barra do rio Mampituba, em Torres, cujas observações situaram-se em torno de 31% do tempo total amostrado (Bernardi, 2000). Embora não tenha sido incluído nas análises devido ao menor esforço sazonal, o ano de 1998 também apresentou uma proporção de avistagem similar, com 27,6% das observações (de 87:30 h de esforço). Por outro lado, houve uma diferença estatisticamente significativa entre os valores obtidos neste estudo para os anos de 2002 e 2003 e aqueles obtidos para 1996, quando então foram observados golfinhos em 42% do tempo amostrado (Hoffmann, 1997).

Estes resultados demonstram um padrão de ocorrência descontínuo, ou seja, embora ocorram na área há muitos anos, a maior parte do tempo não se encontram na mesma. Dada a fraca correlação entre as variáveis ambientais e os padrões de ocorrência dos animais ao longo do tempo amostrado (ver adiante: variáveis ambientais), é possível que a diferença observada entre o ano de 1996 e os anos de 2002 e 2003, resulte de flutuações neste padrão descontínuo de ocorrência, talvez relacionada à distribuição dos recursos alimentares da região ou até mesmo uma maior ocupação humana, refletida no aumento das atividades locais na barra de Tramandaí. Porém, conclusões mais efetivas neste sentido requereriam estudos aprofundados principalmente da ictiofauna da região, o que foge ao escopo do presente trabalho. Se feitas, as análises deveriam incluir ainda a área de entorno da barra, pois na comparação poderia haver diferenças entre o mar e a região estuarina do canal, especialmente reduzido e onde provavelmente as respostas ambientais à influências externas seriam diferentes.

Considerando-se as estações de cada ano, houve algumas diferenças significativas na proporção com que golfinhos eram vistos em relação ao esforço amostral. Em 1996, os golfinhos foram vistos com mais frequência no outono, enquanto que, em 2002, não houve diferença significativa entre suas estações e, em 2003, os golfinhos foram vistos com mais frequência no verão e no outono. Quando comparadas as estações dos diferentes anos, não

houve diferença significativa entre os anos de 2002 e 2003, mas sim entre estes e o ano de 1996.

Diversos trabalhos têm mostrado que *T. truncatus* pode apresentar uma grande variabilidade na sua ocorrência, onde animais podem ou não ser residentes a uma determinada área, e podem ou não apresentar comportamento sazonal. Gunter (1942), Gruber (1981), Irvine *et al.* (1981) e Defran *et al.* (1999) não encontraram evidências de migrações sazonais ou mudanças sazonais na abundância de golfinhos. A presença de golfinhos ao longo do ano, em uma determinada área, pode muitas vezes subestimar o deslocamento dos animais, principalmente em grupos observados em baixas latitudes. Neste caso, mesmo que ‘migrações’ não sejam observadas, ainda pode ser observada uma diferença no número de animais em diferentes estações.

No presente estudo, notou-se uma variação de ocorrência dos animais ao longo das estações. Esta ocorrência variou para animais a sós ou associados, mas de modo geral no outono foi onde mais animais foram observados (apesar de sua ocorrência na primavera e verão também ter sido freqüente, mas com variação entre os anos). O período de inverno parece ter sido o menos propício para os animais ocuparem as águas do canal de Tramandaí. Ao contrário, Würsig & Würsig (1979) acharam, na Argentina, que os animais foram mais abundantes em todas as estações, exceto durante os meses mais quentes do ano.

O comportamento alimentar destes animais pode aumentar em determinadas épocas do ano, pelo possível aumento na necessidade de requerimento energético devido ao declínio da temperatura da água (Bräger, 1993). Caldwell & Caldwell (1972) registraram um movimento sazonal limitado ao longo da costa Atlântica da Flórida, com alguns golfinhos movendo-se para o sul no inverno e para o norte no verão. Muitos deslocamentos têm sido relacionados à migração das presas em diversos trabalhos (Wells *et al.*, 1980, Irvine *et al.*, 1981), e embora Irvine & Wells (1972) não tenham registrado evidências para migrações sazonais de longa distância em Sarasota, Flórida, os golfinhos tenderam a se alimentar de tainhas na superfície de águas rasas da primavera ao outono (ver adiante: variáveis ambientais, para discussão mais detalhada sobre dieta e importância das presas na alimentação).

A flexibilidade comportamental de *T. truncatus* é mais aparente na diversidade de suas técnicas alimentares. Esta espécie parece adaptar seus métodos alimentares de acordo com o tipo de alimento e condições locais. O fato de que esta espécie tira vantagens de tipos alimentares muito diferentes pode explicar porque seus padrões de movimento não são tão evidentes como aqueles de outros cetáceos (Shane *et al.*, 1986). O padrão de movimentação da maioria dos grupos de cetáceos parece ser regulado pela disponibilidade do recurso

alimentar (Norris & Dohl, 1980; Irvine *et al.*, 1981; Shane *et al.*, 1986). Wells *et al.* (1987) sugere que mudanças sazonais na distribuição de tainha (*Mugil cephalus*) podem alterar o padrão de uso do hábitat em Sarasota, Flórida.

Os golfinhos de Laguna, SC, desenvolveram técnicas que podem ser adaptadas às tainhas juvenis ou outras presas, e que garante aos golfinhos e pescadores um recurso viável e praticamente duradouro ao longo do ano (Pryor *et al.*, 1990). Simões-Lopes (1995) também observou que a tainha é um recurso disponível ao longo de todo o ano nos estuários de Laguna e Tramandaí, embora mais abundante nas épocas de migração. Do mesmo modo, no presente trabalho, os golfinhos ocorreram ao longo de todo o ano, mas flutuações de número e frequência dos animais parecem sugerir uma adaptação às condições locais. Embora o recurso alimentar provavelmente esteja disponível em todas as estações, e não só em determinadas épocas, os golfinhos poderiam se adaptar, aumentando ou diminuindo o tamanho de grupo e/ou a frequência de sua ocorrência dentro do estuário, ou mesmo se adaptarem à diferentes presas que apresentam distribuição e ocorrência sazonal diversa.

5.1.1.2. Ocorrência a sós ou associados

Dentre os momentos com observação de golfinhos, a grande maioria (~75%) correspondeu a golfinhos solitários em 2002 e 2003. Este predomínio foi também observado em 1996 (Hoffmann, 1997), embora não necessariamente com as mesmas proporções. Mais uma vez, embora não tenha sido incluído nas análises devido ao menor esforço sazonal, no total o ano de 1998 os animais solitários ocorreram em 61,7% do tempo. Estes resultados indicam a existência de um padrão variado (associação e não associação), uma vez que tais proporções relativas foram mantidas mesmo com flutuações nos valores absolutos observados ao longo dos anos, ou seja, independentemente do fato de que a quantidade de momentos com observação de golfinhos nos anos de 2002 e 2003 tenha sido menor do que aquela obtida para o ano de 1996.

Considerando-se as estações de cada ano, houve algumas diferenças significativas nas proporções com que golfinhos eram vistos a sós ou associados. No ano de 1996, as ocorrências de animais solitários ao longo de cada estação foram maiores (além de estatisticamente significativas) do que as de animais associados. No ano de 2002, em todas as estações as ocorrências de animais solitários também foram superiores às ocorrências de animais associados, porém somente no verão apresentaram significância estatística. No ano de 2003, também em todas as estações predominaram a ocorrência de animais solitários, porém na primavera não houve significância estatística desta diferença.

Tomadas entre os distintos anos, as diferenças observadas nas proporções com que os golfinhos ocorriam a sós ou associados também apresentaram algumas significâncias entre estações determinadas. Nos períodos de outono, inverno e verão de 1996, 2002 e 2003, não houve diferenças significativas na quantidade de vezes que golfinhos eram avistados associados, apenas na quantidade de vezes que eram avistados a sós. Já nas primaveras destes mesmos anos, ocorreu o inverso, sendo registrada uma significância estatística para as diferentes proporções de associações observadas, mas não para as ocorrências de indivíduos solitários (embora, ainda assim, esta última fosse a condição predominante).

Com base nisso, é possível observar que os indivíduos solitários apresentam um padrão variável de ocorrência. Tal falta de constância nas avistagens pode ser verificada segundo dois enfoques. O primeiro, ao longo de um mesmo ano, onde animais solitários podem ocorrer com maior ou menor freqüência entre as estações. O outro pode ser verificado ao compararmos o mesmo período sazonal em distintos anos, onde também não é encontrada equivalência de ocorrência entre estações similares. Inversamente, observa-se uma constância com que os indivíduos ocorrem associados ao longo das estações de um determinado ano, e também ao longo de uma determinada estação de distintos anos.

A proporção de ocorrência geral dos golfinhos (que inclui tanto as avistagens de animais a sós como associados) é também bastante variável, similar ao descrito para os animais solitários. Ou seja, o padrão irregular de avistagens de indivíduos solitários parece estar refletido no padrão geral, ainda mais se considerarmos aqui que animais solitários predominaram nas avistagens (tendo, provavelmente, uma maior influência no padrão geral descrito).

Conforme discutido anteriormente (vide: ocorrência geral), tal variabilidade nos padrões de ocorrência dos animais solitários (e devido a sua predominância, nas avistagens gerais também) poderia ser relacionada aos movimentos migratórios e recursos alimentares disponíveis (ver adiante: variáveis ambientais, para discussão mais detalhada sobre dieta e importância das presas na alimentação). Já a constância nas avistagens de agrupamentos parece indicar que tal condição (associação) poderia ser considerada relativamente independente dos motivos acima citados. Neste caso, outras causas poderiam estar influenciando na sua formação, podendo ser sugeridas algumas, como a importância da área para atividades diversas, o cuidado parental e a importância do comportamento social para o desenvolvimento dos filhotes (ver adiante: fêmeas e filhotes).

5.1.2. Tamanho de grupo

A observação variou entre animais solitários até grupos contendo sete indivíduos. Ao longo do ano indivíduos solitários predominaram nas observações, com o tamanho médio do grupo entre $1,25 \pm 0,61$ se estes forem incluídos na análise. Quando agrupamentos ocorreram, as duplas foram mais frequentes do que outras combinações, e o tamanho médio do grupo foi de $2,38 \pm 0,73$. Estes dados não variaram em um intervalo de oito anos entre o primeiro e último ano de estudo, indicando que o tamanho médio do grupo, quando associado, é de dois, provavelmente refletindo a associação entre mães e filhotes (ver adiante: padrões de associação). O número de animais adultos observados manteve-se constante, com pequenas oscilações de ocorrência entre os anos. No ano de 1996, oito indivíduos tiveram sua presença confirmada. Tanto no ano de 1998 quanto de 1999, sete indivíduos foram registrados, com a ausência de I₁₀ em 1998, ano em que também foi verificada a última observação de I₁. Nos anos de 2002 e 2003, oito indivíduos adultos foram registrados.

Considerando-se a presença de filhotes (ver adiante: fêmeas e filhotes), o número de animais nos anos considerados acima foi maior. No ano de 1996 foram registrados nove indivíduos, e em 1998 também (um nascimento a mais, mas ausência do adulto I₁₀). Em 1999 foram registrados 10 indivíduos, devido a um terceiro nascimento e a presença simultânea de um filhote anterior. Em 2002 e 2003, foram observados 10 e 11 indivíduos, respectivamente, sendo que no último ano novamente pela presença simultânea de um filhote do ano anterior.

Os valores encontrados para os animais de Tramandaí, com predominância de animais solitários, foram comparativamente inferiores do que o padrão geralmente registrado para populações costeiras de *T. truncatus*, cujo tamanho médio de grupo varia entre 2 e 22 indivíduos, apesar de existir populações maiores (Würsig & Würsig, 1979; Leatherwood & Reeves, 1983; Shane *et al.*, 1986; Weigle, 1990; Smolker *et al.*, 1992; Bearzi *et al.*, 1997).

Em uma área adjacente à barra de Tramandaí, Möller (1993) relatou valores maiores que os encontrados no presente estudo, caracterizando o tamanho médio do grupo na lagoa dos Patos, RS, em $5,95 (\pm 4,85)$. A população de golfinhos estudada na área de Rio Grande apresenta em torno de 80 indivíduos (Dalla Rosa, 1999), configurando um grupo muito maior do que o observado em Tramandaí. Embora para tão poucos indivíduos talvez fosse esperado um tamanho de grupo maior e mais constante, devido às afiliações possíveis entre eles, os animais de Tramandaí apresentaram-se de maneira geral de forma solitária ou em duplas, provavelmente uma adaptação ao pequeno tamanho da área e ao recurso alimentar (ver adiante: variáveis ambientais e padrões de associação). Shirakihara *et al.* (2002) observaram, ao contrário do esperado para populações costeiras de *Tursiops* (no caso, *T. aduncus*), em

águas costeiras do Japão, um tamanho de grupo de cerca de 100 animais, que parece estar diretamente adaptado à pesca de grandes cardumes.

5.1.3. Variáveis ambientais

Estudos recentes têm mostrado que o contexto ambiental possui um papel significativo no desenvolvimento de quase todas as espécies, e que animais tem evoluído para responder às condições ambientais (Gilbert, 2003). A presença dos organismos e suas características podem muitas vezes ser relacionada às condições abióticas (Hastie *et al.*, 2003, 2004) e bióticas (Norris & Dohl, 1980; Irvine *et al.*, 1981; Shane *et al.*, 1986; Mead & Potter, 1990) encontradas em uma região de estudo. Entre uma das variáveis ambientais que parece influenciar a presença de um animal ou grupo em um determinado local, está a temperatura ambiental, embora muitas vezes também outros fatores sejam os determinantes, sendo que todos podem apresentar influência tanto direta quanto indireta sobre os indivíduos. Esta variável pode se apresentar sua influência maximizada principalmente em organismos aquáticos, tendo um papel de poder limitar muito mais drasticamente sua presença, tanto pela atuação direta, por exemplo, nas relações metabólicas de ganho e perda de calor, quanto pela influência na distribuição do recurso alimentar que, em grande parte, é regido por características de temperatura.

Em muitos estudos de ecologia de *T. truncatus*, variáveis como temperatura, velocidade e direção das correntes de água mostraram poder afetar a presença de animais em determinadas áreas, assim como o tamanho de grupo e suas atividades (Würsig & Würsig, 1979; Acevedo, 1991; Barco *et al.*, 1999; Mendes *et al.*, 2002; Hastie *et al.*, 2003, 2004). Isto é verdade principalmente tratando-se de canais em estuários afetados por condições como regimes de vento e correntes locais, que podem variar muito mais drasticamente que o mar. Segundo Tabajara & Dillenburg (1997), a vazão do canal depende do nível assumido pelo mar (função, basicamente, do maior ou menor represamento de água pelo vento) e do nível da lagoa que, por sua vez, retrata os períodos de maior ou menor precipitação pluviométrica na região. A temperatura das águas também apresenta uma grande amplitude, devido aos mesmos motivos e, portanto, questionou-se uma correlação entre a presença dos animais e duas variáveis mais prováveis, a temperatura e o nível da água.

As avistagens gerais dos golfinhos apresentaram uma correlação direta e positiva com a temperatura da água. Esta correlação pode ter tido influência da presença de animais solitários, que predominaram nas avistagens, visto que esta categoria também apresentou tal

correlação. A temperatura da água apenas não foi significativa para momentos em que ocorreram agrupamentos.

Isoladamente, para cada um dos anos de 1996, 2002 e 2003, foram observadas diferentes correlações entre temperatura e observações dos animais. Somente para as observações totais e de animais solitários, no ano de 1996, encontrou-se uma correlação, embora também moderada. No ano de 2002, somente as observações de animais sozinhos apresentaram uma correlação direta com a temperatura, e no ano de 2003, não houve correlação significativa para nenhuma das classes de observação.

Embora tenha sido observada correlação moderada para alguns tipos de observações, isto necessariamente não indica uma tendência de maior observação quanto mais alta a temperatura, pois esta correlação foi moderada e não foi verificada em todos os anos. Ainda assim, pode ser especulado, com base na frequência dos golfinhos ao longo das estações, que temperaturas muito extremas não devam favorecer (direta ou indiretamente) a presença dos animais na área, uma vez que a menor ocorrência foi verificada no inverno, e o registro de associações foi mais freqüente nas estações de temperaturas medianas. Não houve correlação positiva entre temperatura e a presença de associações, o que pode confirmar o fato que os maiores agrupamentos sociais observados em temperaturas não tão elevadas coincidam com uma faixa de condições ótima no amplo espectro de temperaturas registrado (de menos 10° a mais de 29°C). Talvez estas condições de temperatura estejam mais vinculadas às temperaturas ideais para suas presas potenciais, visto que a busca por elas (Simões-Lopes *et al.*, 1998) caracteriza o fator principal pelo qual ocupam a região.

Na América do Norte, *T. truncatus* é encontrado apenas em águas com temperaturas superficiais entre 10 e 32° (Reeves *et al.*, 2002). O limite da distribuição da espécie parece ser relacionado à temperatura, tanto diretamente quanto indiretamente, através da distribuição de presas (Wells & Scott, 1999).

De acordo com Wells & Scott (1999), a morfologia da espécie parece refletir uma estratégia generalista. A relação entre o tamanho corpóreo e o número de dentes colocaria *Tursiops* em um ponto médio entre os pequenos golfinhos e as grandes baleias. Esta morfologia generalizada pode ser um importante fator no amplo espectro de ambientes que ele habita e no amplo espectro de presas consumidas. Uma grande variedade de peixes e lulas formam a maior parte de sua dieta (Wells & Scott, 1999), embora a espécie pareça mostrar uma preferência por scianídeos, scombrídeos e mugilídeos (Mead & Potter, 1990). Sua dieta varia de acordo com a disponibilidade de presas do local (Wells & Scott, 1999).

As espécies de peixes que ocupam as zonas rasas de todos os estuários do RS estão representadas por juvenis e/ou indivíduos de pequeno porte que, nestes locais, encontram condições para o seu desenvolvimento (Ramos & Vieira, 2001). Nos estuários do Estado verifica-se a presença de populações formadas por um grande número de indivíduos, principalmente de espécies pertencentes às famílias Atherinidae (peixe rei) e Mugilidae (tainhas). Segundo os autores, as zonas rasas do complexo lagunar Tramandaí-Armazém, quanto à abundância de peixes, são dominadas pela família Mugilidae, sendo que a abundância em todos os períodos pesquisados foi alta. A maioria das espécies de peixes que utilizam as zonas rasas dos estuários do Estado tem seu pico de reprodução associado aos meses de primavera e verão (Vieira *et al.*, 1998; Sinque & Muelbert, 1998). Desta forma, o fator limitante da disponibilidade de larvas que ingressam nos estuários parece ser a temperatura da água oceânica adjacente. Já, para que ocorra a entrada das larvas é necessário que a água salgada penetre livremente nestes ambientes, o que, com exceção da lagoa do Peixe é possível em todos os outros estuários, por terem a barra fixada (Ramos & Vieira, 2001).

O comportamento alimentar de *T. truncatus* pode ser inferido através de observações de suas próprias atividades, como comportamento de pesca de superfície e interação com a pesca artesanal, assim como através de correlações indiretas com temperaturas da água e épocas de migração da tainha. Como já sugerido por Gomes (1986), Duffield *et al.* (1983) e Ross (1977), as oscilações ambientais, época de reprodução e/ou maior disponibilidade de alimentos podem influenciar na ocorrência dos grupos de golfinhos em determinadas áreas. Os meses que apresentaram maior frequência *T. truncatus* na região do Arraial do Cabo, RJ, foram de abril a agosto, isto é, parte do outono e inverno (Gomes, 1986), época em que imensos cardumes de tainha cruzam a região. O autor encontrou uma alta correlação entre a ocorrência de *M. lisa* e a temperatura da água com a frequência de visualização de *T. truncatus* na região, sendo a ocorrência dos botos indiretamente associada à presença dos mugilídeos.

A observação de grupos de *T. truncatus* se alimentando de tainhas também já foi verificado por diversos pesquisadores, como Castello & Pinedo (1977), Gunter (1942), Hamilton & Nishimoto (1977), Odell (1975), Simões-Lopes (1995), entre outros. Castello & Pinedo (1978) *apud* Pinedo (1982) referem-se ao comportamento do boto no estuário da lagoa dos Patos, sul do RS, durante a captura, na superfície, de *Mugil* sp., e no fundo, durante a captura de *M. furnieri*, assim como a associação existente entre o boto, a tainha e o pescador de tarrafas no litoral sul do Estado. Por várias vezes também foi registrada a captura de peixes

pelo boto, no estuário da lagoa dos Patos, dentre eles a de um exemplar de corvina, *M. furnieri*, de 400 mm, a de um exemplar adulto de peixe-espada, *T. lepturus*, e a de um exemplar de *Trachinotus* cfr. *marginatus*, de 122 mm. Os três exemplares foram recolhidos depois de mordidos, em diferentes ocasiões (Castello & Pinedo, não publicado, *apud* Pinedo, 1982). Os autores reforçam com isto a hipótese desta espécie apresentar um comportamento alimentar ictiófago oportunista. Simões-Lopes (1995) e Simões-Lopes & Fabián (1999) colocam a tainha como presa dominante de *T. truncatus* na barra de Tramandaí, através da observação direta do comportamento de interação com a pesca artesanal de tainhas, fato reforçado indiretamente pelas taxas de capturas dos pescadores.

Pode-se, por outro lado, fazer inferências do comportamento alimentar de *T. truncatus* através da análise de conteúdo estomacal de carcaças de animais encalhados, uma vez que considerar somente fatores indiretos poderia levar à interpretações equivocadas da dieta de uma espécie. Barros & Odell (1990) relatam que a tainha pode ter sido superestimada na alimentação de *T. truncatus*, devido ao comportamento de alguns animais de jogar a tainha para o ar, capturando-a em seguida. De acordo com Di Benedetto *et al.* (2001), como inferido através do conteúdo estomacal de animais coletados no litoral do Rio de Janeiro (seis indivíduos), *T. truncatus* parece ser preferencialmente ictiófago. Através da análise de sua dieta, *T. truncatus* pode ser considerado um predador oportunista, se alimentando daquelas espécies mais abundantes.

No Estado do RS, somente três trabalhos até agora consideraram a análise do conteúdo estomacal *T. truncatus*. Nos 12 conteúdos estomacais analisados de *T. truncatus* coletados na costa sul do RS entre 1976 e 1980 (Pinedo, 1982), ocorreram 11 espécies de peixes, sendo que 79,9% dos exemplares ingeridos foram de *Micropogonias furnieri* (Scianidae). O estudo indica que *T. truncatus* não é seletivo quanto à espécie de peixe predado e sim em relação ao tamanho das presas. De acordo com Gunter (1942), Shane (1977) *apud* Pinedo (1982), e Pinedo (1982), *T. truncatus* captura o que pode, e em grande número, denotando um comportamento oportunista em sua alimentação. Leatherwood *et al.* (1978) constataram o mesmo, uma vez que após a análise em 8 estômagos de *T. truncatus* do Atlântico Norte, as espécies mais abundantes encontradas eram abundantes durante todo o ano, ao menos em alguma parte do habitat desta espécie. Segundo Pinedo (1982), o mesmo parece ocorrer com os botos da lagoa dos Patos, onde *M. furnieri* é abundante durante todo o ano na zona estuarial e costeira da lagoa. O pequeno número de otólitos de tainha encontrados nos estômagos dos exemplares analisados neste trabalho (Pinedo, 1982) provavelmente esteja

relacionado com a época do ano em que os mesmos foram achados mortos, não coincidindo com a abundância de *M. liza* na zona estuarial da lagoa dos Patos.

Recentemente, Mehesen *et al.* (2005), numa análise de conteúdo estomacal de *T. truncatus*, analisaram 11 carcaças encontradas na costa do RS de novembro de 2002 a março de 2005, sobretudo durante o verão. A dieta foi composta de 10 espécies de teleósteos, pertencentes a cinco famílias. De acordo com a frequência de ocorrência, *M. furnieri* é a espécie mais frequente (71.43%) na dieta, seguida por *Trichiurus lepturus* (57.14%). Os autores relatam que não foi encontrada nenhuma mudança temporal notável na dieta de *T. truncatus* entre este estudo e o de Pinedo (1982). Ambos estudo analisaram, contudo, somente estômagos de animais achados na primavera e verão. Segundo Mehesen *et al.* (2005), a análise da dieta indicou que *T. truncatus* do sul do RS pode ser considerado ictiófago, como já citado por Di Benedetto *et al.* (2001), que descreveram um padrão similar, onde *T. truncatus* preda preferencialmente espécies demersais. Assim como Pinedo (1982), Mehesen *et al.* (2005) sugerem que os botos da população do sul do RS parecem ser predadores oportunistas, se alimentando da espécie mais abundante.

Moreno (1999), ao analisar 15 estômagos de *T. truncatus* do litoral do RS, também descreveu que os peixes foram responsáveis por 84,9% do total de presas ingeridas. As presas encontradas representaram no mínimo 13 espécies de peixes e 8 famílias. Porém, *T. lepturus* predominou nos estômagos de 92,31%, com uma frequência numérica de 40%. *Mugil* sp. ocorreu em 30,77% dos estômagos, com uma FN de apenas 5,52%. O autor sugere que *M. furnieri* não é a principal espécie na dieta de *T. truncatus* no litoral norte do Estado. Os dados, entretanto, diferem daqueles encontrados por Pinedo (1982) e Mehesen *et al.* (2005), onde a *M. furnieri* foi a espécie dominante. As informações referentes ao conteúdo estomacal dos estudos parecem ser referente a um mesmo dia de alimentação. Segundo Ridgway (1972) *apud* Pinedo (1982), a velocidade de digestão é rápida em odontocetos, em *T. truncatus* a evacuação ocorre aproximadamente 6 horas após uma refeição. Pinedo (1982) sugere então que a maioria dos conteúdos analisados poderiam corresponder a menos de um dia de alimentação. *M. furnieri* é uma espécie bastante comum em águas costeiras do RS, distribuindo-se tanto em águas marinhas como na região estuarina (Silva, 1982; Haimovici *et al.*, 1996; Ramos & Vieira, 2001). A região próxima à lagoa dos Patos é a principal zona de criação, o que talvez possa explicar as grandes diferenças encontradas entre os estudos.

Nos trabalhos de Moreno (1999) e Mehesen *et al.* (2005) não houve, entretanto, representantes encalhados no período de outono, época relacionada aos meses em que ocorre a desova da tainha, quando esta torna-se uma importante presa na alimentação de *T. truncatus*

(Simões-Lopes, 1998). A baixa ocorrência de *Mugil* spp. nos estômagos analisados nos estudos descritos para o Estado (Pinedo, 1982; Moreno, 1999; Mehese *et al.*, 2005) pode estar relacionada ao baixo número de exemplares coletados neste período.

Enfim, todos os autores concordam que *T. truncatus* é uma espécie de hábitos alimentares oportunistas, predando sobre uma variedade muito grande de presas ao longo de sua distribuição (Pinedo, 1982; Barros & Odell, 1990; Cockcroft & Ross, 1990; Moreno, 1999; Mehese *et al.*, 2005), e apresentando diversas estratégias alimentares (Shane, 1990). *T. truncatus* vai se adaptar à espécie mais abundante da área, e uma vez que suas presas potenciais podem ser sazonais, muito provavelmente serão encontradas diferenças temporais e espaciais na sua dieta, como percebido através das diferenças descritos para o Estado do RS.

Uma solução para a caracterização da presa preferencial do grupo de *T. truncatus* da barra de Tramandaí poderia ser avaliar o conteúdo de um animal após um período no qual foi verificado comportamento de interação com os pescadores. Devido à ausência de um estudo similar, pode-se então se fazer uma inferência, baseado no fato de que existem ambas informações para *T. truncatus* no Estado: comportamento alimentar de superfície e interação com a pesca, e os dados de conteúdo estomacal, mostrando sua flexibilidade alimentar. Uma vez que muitos autores confirmam o comportamento oportunístico da espécie, que preda o que há de mais abundante na área (Pinedo, 1982; Cockcroft & Ross, 1990), podendo mostrar preferência por certos itens alimentares (Corkeron *et al.*, 1990), assim como existe a diferença na dieta no litoral do Estado, e também da fauna de peixes entre os estuários, reforçado pelo fato de que a região de Tramandaí é dominada pela família Mugilidae (Ramos & Vieira, 2001), principalmente em certas épocas do ano (Sadowski & Almeida-Dias, 1986; Vieira & Scalabrin, 1991), além do registro de comportamento de superfície e interação com a pesca (Simões-Lopes, 1995), tudo parece indicar que a tainha pode ser considerada a presa preferencial na dieta dos animais de Tramandaí, embora tal sugestão necessite de maiores confirmações.

Cabe salientar aqui que todas as referências feitas ao longo do texto a respeito da possível correlação entre os animais e alimentação, sejam através de inferências quanto à épocas, variáveis ambientais ou interação com a pesca, são relativas à suposição explicitada acima, não querendo se superestimar a importância da tainha na alimentação da espécie. Caracterizam-se apenas como provável explicação, baseadas na plasticidade alimentar de *T. truncatus*, mas onde os limites de tais inferências são de pleno conhecimento.

Simões-Lopes (1995) não encontrou associação entre os padrões de atividade e os fatores ambientais (temperatura do ar e da água, condições do vento e maré, velocidade e

direção das correntes, salinidade e transparência), sugerindo que, isoladamente, eles não são suficientes para explicar o comportamento dos animais. Ao contrário, Barco *et al.* (1999) encontraram uma forte correlação entre temperatura e tamanho de grupo em animais costeiros, embora a disponibilidade de presa e o fotoperíodo não tenham apresentado correlação significativa.

A oscilação máxima no nível da água da barra nos períodos analisados atingiu valores maiores que 90 cm, mas o nível da água não foi correlacionado de maneira significativa com nenhuma categoria (presença geral de golfinhos, a sós ou associados). A variação no nível da água sozinha parece não ter influência, nem direta nem indireta, na presença dos animais na região, muito provavelmente tal variação no nível da água seja insignificante.

Embora na barra não tenha sido coletada esta variável, a mudança na direção e na velocidade da corrente, tanto superficial quanto em águas mais profundas, talvez possa afetar de maneira mais intensa a presença dos animais na região. Estas variáveis, acrescidas da temperatura, que no presente estudo mostrou-se moderadamente correlacionadas à presença dos animais em algumas épocas, provavelmente influenciem as características da área e, direta ou indiretamente, criem condições para a presença dos golfinhos.

A distribuição dos golfinhos foi significativamente relacionada à topografia em um trabalho realizado por Hastie *et al.* (2003, 2004), no nordeste da Escócia, suportando a hipótese de que os padrões de distribuição observados para os golfinhos estão relacionados ao comportamento de alimentação, e que as características subaquáticas do hábitat pode ser um fator significativo na eficiência de forrageio. No presente estudo, o nível da água não foi correlacionado com maior ou menor frequência dos animais, mas a ocorrência destes animais ao longo do ano pode estar vinculado também à características vantajosas da topografia da região. O relevo de fundo da barra, que é muito estreita, com apenas um canal de profundidade média de 2,2 metros, pode proporcionar uma topografia que contribua com as técnicas de forrageio durante as migrações sazonais dos peixes, e com a pesca cooperativa (Simões-Lopes, 1995) observada entre os animais e pescadores artesanais de tainha.

Uma maior frequência de animais associados na entrada da barra de Tramandaí foi registrado em um trabalho anterior (Hoffmann, 1997), sendo que indivíduos solitários predominaram as avistagens nas áreas mais internas da barra. A distribuição observada em Tramandaí, como sugerida por Mendes *et al.* (2002) para animais observados na Escócia, pode estar vinculada com a acumulação de presas na região da cabeça da maré em determinados estágios da maré, e embora na região de Tramandaí as marés não seja significativas (Tomazelli & Villwock, 1991a,b), as diferenças no nível da água da verificadas,

e a ação das ondas (Motta, 1967), geram diferenças de nível fazendo com que as águas da barra apresentem momentos de deságüe e subida da maré. Würsig & Würsig (1979), em um trabalho de ocupação de *T. truncatus* realizado no Golfo de San José, Argentina, correlacionou as flutuações da maré com o movimento dos golfinhos, sendo que estes se deslocavam para águas mais profundas à medida que a maré baixava. A área mais rasa ocupada pelos animais foi em torno de 3 m de profundidade, mas se a maré prosseguia descendo, eles se deslocavam para outras áreas. Apesar de evitarem águas muito rasas, 92% do tempo foi despendido em águas com menos que 10 m de profundidade. A utilização de estreitos canais também já foi observada por Hammond & Thompson (1991), em uma população residente de Moray Firth, Escócia, onde os autores correlacionam a distribuição local dos animais com oscilações no estado da maré.

Uma outra explicação parece corresponder exatamente ao descrito por Gruber (1981), onde grupos diminuam de tamanho ao adentrarem em canais, podendo, segundo, Wells *et al.* (1980) estar relacionado às técnicas de forrageamento. Em um trabalho realizado no sudeste da África (Cockcroft & Ross, 1990), obtiveram-se evidências que *T. truncatus* reside em áreas preferenciais por períodos relativamente longos, o que causa uma provável pressão no recurso alimentar. Sob tais circunstâncias, os golfinhos adaptaram-se comportamental e socialmente, aliviando a competição intraespecífica por alimento através da divisão do grupo em subgrupos, usando diferentes áreas de forrageamento e/ou diferentes tamanhos de presas ou espécies. Acevedo (1991) também sugeriu uma relação entre tamanho de grupo e subdivisão de forrageio para os golfinhos na Enseada de La Paz, México.

De maneira similar, Acevedo & Burkhart (1998) observaram, na Costa Rica, que duas espécies (*T. truncatus* e *Stenella attenuata*) parecem dividir o hábitat espacialmente, onde a primeira espécie é mais frequentemente observada em águas rasas, próximas à costa e desembocaduras de rios, e a segunda em águas mais profundas e distantes da costa. Os autores atribuem que a combinação de mais de um fator pode permitir o uso da área por ambas espécies.

Na região de Isla Del Coco, Costa Rica, Acevedo & Parker (2000) observaram que o comportamento alimentar dos animais está diretamente relacionado à disposição espacial das presas. A distribuição de presas próximas às regiões estuarinas no estado do RS parece refletir diretamente a distribuição dos animais nestas áreas. Möller (1993) e Dalla Rosa (1999) observaram a maior densidade de animais próximo da entrada do estuário da lagoa dos Patos, RS, sugerindo a correlação com o movimento migratório da tainha, na região, e caracterizando o uso da área pelos golfinhos para atividades de alimentação, deslocamento,

socialização e descanso. Simões-Lopes (1995) e Simões-Lopes & Fabián (1999) observaram uma distribuição espacial e temporal na área de Laguna, SC, onde os animais apresentaram uma tendência a se concentrar da desembocadura da barra nos períodos de outono-inverno, comportamento relacionado à migração da tainha, disponível todo o ano, mas com picos de abundância nestas épocas, e a exploração das porções mais internas da área na época de verão, onde utilizam presas típicas do estuário. Weigle (1990), em Tampa Bay, Flórida, também relacionou a ocorrência de *T. truncatus*, que se concentraram próximos à entrada da baía, com a época da distribuição de presas (*Mugil cephalus*).

Bearzi *et al.* (1999), em um estudo de uma comunidade de golfinhos no mar Adriático, sugerem que grande quantidade de tempo dedicada às atividades alimentares pode ser devido à escassez deste recurso na área. O aumento da atividade alimentar devido ao decréscimo da disponibilidade de presas também já foi havia sido por Bräger (1993), no Texas. Shane (1990b) também sugere que a redução da abundância de presas causada por atividades humanas pode refletir um aumento no tempo de procura de alimento por parte dos golfinhos. Mais atenção poderia ser dada ao fato da ocorrência dos animais na barra da laguna de Tramandaí ser ocupado praticamente com a atividade alimentar, onde um decréscimo do recurso alimentar também pode estar ocorrendo, principalmente por ser uma área próxima às atividades humanas e em uma região onde a pesca é uma das atividades principais. No presente trabalho, entretanto, não foi realizado um estudo de taxas de ocorrência comportamental dos animais, não sendo possível afirmar que os animais aumentaram ou diminuíram a atividade de alimentação. A única diferença observada foi um decréscimo na ocorrência dos golfinhos na área de estudo. Sugere-se aqui que os animais, ao invés de aumentar a atividade alimentar dentro da barra, estão ocupando-a com menos frequência. Fatores como poluição, presença de embarcações e esportes náuticos, assim como exploração do recurso pesqueiro, poderiam estar impactando de forma significativa a ictiofauna do estuário, assim como outros organismos importantes para a preservação da comunidade.

5.1.4. Fotoidentificação: marcas e ocorrência individual

Dois indivíduos, ambos considerados fêmeas pela sua observação junto aos filhotes registrados, apresentam o formato de sua dorsal muito demarcada, provavelmente decorrente de antigos cortes profundos na região, embora tais marcas não tenham apresentado mudanças desde o ano de 1996. Evolução de manchas na nadadeira dorsal foi verificada em dois indivíduos. O primeiro, I₁₀, de maneira bastante significativa, sendo que tais marcas predominaram no flanco direito do golfinho. Um segundo golfinho, I₅, também apresentou

diferenças na nadadeira dorsal, mas esta variação foi decorrente de um aumento gradual de partes cortadas da porção posterior da nadadeira dorsal. Os outros animais registrados (50% do grupo) apresentaram marcas pequenas na nadadeira dorsal, sem modificações ao longo do período observado.

Marcas de lesões cutâneas foram identificadas em dois animais da barra de Tramandaí, I₁₀ e I₅, assim como no indivíduo M₁. A própria evolução das manchas da dorsal poderiam estar relacionadas com um caso de lobomicose, patologia já descrita para esta espécie, e registrada pela primeira vez no sul do Brasil em 1990, na região Laguna, SC (Simões-Lopes *et al.*, 1993). As lesões se concentravam predominantemente na região ventral e flancos do animal, atingindo também mandíbula, região da garganta e nadadeiras. Moreira & Moreno (2004) descreveram lesões semelhantes no indivíduo M₁, na barra do rio Mampituba, embora a falta de um exame histológico para identificação do agente patogênico tenha impedido a confirmação da diagnose. Também não houve confirmação da origem das supostas lesões dos indivíduos no presente trabalho, embora sua verificação seja extremamente recomendada nos indivíduos de ambos estuários. Embora ainda não tenham sido criadas categorias de mudança das marcas na nadadeira dorsal para os indivíduos deste grupo, como usado em alguns trabalhos (Carlson *et al.*, 1990), devido à falta de necessidade de tal procedimento para o acompanhamento e manutenção da fotoidentificação de um grupo tão pequeno, o estabelecimento de alguns critérios pode ser interessante e é recomendado para trabalhos futuros, com base nas rápidas mudanças verificadas nos indivíduos I₁₀ e I₅.

Embora estudos não evidenciem dimorfismo sexual para a *T. truncatus* (segundo Hersch *et al.*, 1990b), Tolley *et al.* (1995) observaram que machos apresentam cicatrizes na dorsal mais freqüentemente que fêmeas, embora, quando verificada tal característica, a quantidade de tecido alterado não tenha variado entre machos e fêmeas. No presente estudo, se os dois indivíduos (I₁₀ e I₅) fossem considerados machos, como proposto por Simões-Lopes (1995), e comparados com os dois outros indivíduos com marcas aparentes (fêmeas), a proporção de indivíduos com marcas significativas para este pequeno grupo de golfinhos seria igual para ambos os sexos. No presente trabalho, entretanto, optou-se por uma postura mais conservadora, considerando a sexagem positiva apenas para as fêmeas que foram observadas com filhotes.

Outros tipos de marcas foram registrados, como arranhões nas laterais do golfinho, e embora os registros fotográficos anteriores não tenham possibilitado a verificação de tais marcas, o que impede qualquer especulação a respeito de seu tempo de permanência, muito provavelmente encontram-se na categoria descrita por Lockyer & Morris (1990), de marcas

temporárias. Apesar disto, em algumas situações, golfinhos não foram identificados com certeza por estarem próximos ao limite da área de observação e não terem apresentado marcas conspícuas, dificultando sua identificação. A identificação destes animais pode ser relacionada tanto aqueles golfinhos com marcas pouco aparentes, ou a algum filhote(s) que já não mais acompanha sua mãe, mas que ao mesmo tempo também não ocupa ativamente a área.

A frequência com que os indivíduos são observados em determinada área pode sugerir seu grau de residência (Ballance, 1990). Através da identificação dos animais, foi possível a observação de sua ocorrência individual na área de estudo. No período situado entre o inverno de 1996 e o de 2003, percebe-se a ocorrência sazonal de ao menos um dos indivíduos do grupo na área de estudo, e somente no verão de 1999 nenhum dos indivíduos foi visto. Embora um dos golfinhos (I₁) avistados tenha tido seu último registro na primavera de 1998, todos os outros golfinhos fotoidentificados até então foram reavistados (com exceção de I₁₀, não avistado no ano de 1998).

Os animais não ocorreram com uma frequência similar, com certos golfinhos ocupando a área muito mais frequentemente que outros, e onde alguns apresentaram maior ocorrência em certas épocas do ano. Apresentaram ainda diferenças entre eles tanto no fator associação quanto a sós, com alguns indivíduos tipicamente ocorrendo de forma mais solitária e outros mais associados, sendo que para alguns não houve esta separação. Embora quando comparados os anos de 2002 e 2003 este padrão observado não tenha apresentado diferença, quando os anos foram observados sozinhos diferenças nas distribuições surgiram. Somente no ano de 2003 foram observadas diferenças entre quatro animais, três coincidindo com o observado na análise conjunta dos dois anos. Nos anos de 2002 e ao longo de todas as estações de 2002 e 2003 não houve diferenças entre associação e não associação entre os animais. Os resultados diferentes obtidos pelos dois tipos de análise provavelmente foram afetados pela diferença de amostragem entre os anos quando estes foram separados, devido ao menor esforço amostral do ano de 2002. Apesar disto, as diferenças na frequência de ocorrência individual na observação dos animais, e os diferentes padrões observados (associação/ não associação) quando os anos foram analisados conjuntamente, indicam que os animais ocupam a área de maneira diferencial, tanto em frequência quanto na forma de interação com que se apresentam. As fêmeas parecem apresentar um padrão de ocorrência diferente, que aponta para uma maior sazonalidade na ocupação da área. Apesar de terem sido registradas em menor frequência em relação aos outros componentes do grupo, foram

avistadas predominantemente nos períodos de outono e/ou primavera (ver adiante: fêmeas e filhotes: uma análise preliminar dos intervalos de nascimento).

Pode-se dizer que o tamanho do grupo que ocupa a área manteve-se constante, apesar do indivíduo I₁ não ter sido mais avistado. Em contrapartida, ocorreu uma espécie de ‘substituição’ por outro membro, I₁₄. Este indivíduo pode ser um filhote de uma das fêmeas registradas com filhotes pequenos nos anos de 1996 ou 1999 (no caso da fêmea I₁₁) ou em 1998 (para a fêmea I₆) (ver adiante: fêmeas e filhotes). Simões-Lopes (1995) já havia sugerido esta explicação de substituição gradual de componentes deste grupo, devido ao fato do tamanho do grupo (n=9) ter se mantido constante por mais de 13 anos. Segundo o autor, o indivíduo I₁, considerado por ele como uma fêmea, foi o golfinho com maior residência no período considerado por ele, sendo raras as ausências de mais de um mês (relacionadas aos meses de prática intensa de esportes náuticos no período de verão). Observou também que o indivíduo I₈ (sexado por ele como fêmea), e os indivíduos I₃ e I₂, de sexo desconhecido (não observado mais desde 1993), utilizaram a área por no mínimo 13 anos.

O grupo de Tramandaí foi considerado residente devido à reincidência de ocorrência dos animais na região durante o período mínimo de oito anos com que foram observados no presente estudo. Simões-Lopes & Fabián (1999) registraram que alguns destes golfinhos já ocupavam a área de Tramandaí por 13 anos, até 1995. Somando-se o período descrito pelos autores ao período registrado no presente estudo, 21 anos de observações realizadas permitem a conclusão de que alguns golfinhos (I₈, I₁₀, correspondente a L₁I₁₃ em Simões-Lopes, 1995, e a fêmea I₁₁) tenham reconhecidamente mais de 20 anos de residência ao local. Já o indivíduo I₁, avistado por último em 1998, foi residente da área por um período total mínimo de 16 anos.

Estes dados confirmam e detalham o grau de residência já conferido a este grupo em trabalhos anteriores (Möller *et al.*, 1994b). Apesar disso, eles foram avistados em apenas 27,62% das observações, e os indivíduos parecem apresentar diferentes graus de fidelidade ao local, indicando que eles usam a área somente em determinadas condições.

Grupos de *T. truncatus* podem apresentar diferentes graus de residência e fidelidade aos locais. Wood (1998) observou, na costa Britânica sul e oeste, que os golfinhos apresentaram um padrão de residência flexível, com apenas parte dos animais usando a região de maneira contínua. Um elevado grau de fidelidade a sítios específicos só foi observado, entretanto, em duas áreas (por mais de 20 anos). Na baía de Sarasota, Flórida e no oeste da Austrália (Connor *et al.*, 2000). Gubbins (2002) também registrou uma forte fidelidade em Calibogue Sound, Carolina do Sul, onde 20 golfinhos residentes foram observados por 4 anos.

Ao contrário de Connor *et al.* (2000) e Gubbins (2002), Ballance (1990) não encontrou altas taxas de fidelidade para os animais estudados no Golfo da Califórnia.

Os padrões de residência e deslocamentos dos golfinhos podem variar entre diferentes regiões, e tais parâmetros podem ser relacionados à diferenças nos habitats, como registrado no Golfo do México (Ballance, 1992), onde as observações de golfinhos foram mais frequentes próximo à desembocadura do estuário. Os estuários, por serem sítios de alta produtividade e concentração de nutrientes, suportam grandes estoques de peixes, primariamente juvenis, sendo que os localizados em regiões temperadas são as principais áreas de criação para a maioria dos estoques de importância comercial (Kennish, 1990). Estas áreas suportam grande número de zooplâncton e peixes, sendo que muitos animais podem se especializar nestes tipos de presas, fazendo com que vários grupos costeiros de golfinhos apresentem diferenças na frequência de ocorrência dos seus indivíduos.

5.1.4.1. Deslocamentos

Pouco se sabe a respeito do espectro de ocorrência de animais oceânicos, mas golfinhos costeiros exibem um espectro de movimentos diversificado, incluindo migrações sazonais, residência ao longo do ano, residência periódica, e uma combinação de ocasionais movimentos de longa distância e residência (Wells & Scott, 1999). Deslocamentos individuais ou de grupos podem apresentar variação quanto à sua extensão, com alguns grupos permanecendo caracteristicamente sempre próximos à costa. Alguns casos de deslocamentos de *T. truncatus* foram registrados, indicando distâncias percorridas pelos animais de até 1.076 km (Wood, 1998), 1.340 km (Wells *et al.*, 1990) e 2.050 km (em 43 dias) (Wells *et al.*, 1999), para o qual os autores sugerem que os animais podem apresentar capacidades de deslocamento maiores do que as presumidas para grupos costeiros, tendo implicações importantes na conservação da espécie.

O único caso de deslocamento confirmado até então foi através da presença ocasional de um animal não previamente fotoidentificado para este grupo. Este golfinho, fotoidentificado anteriormente para a barra do rio Mampituba, Torres, 82 km ao norte de Tramandaí, se associou por aproximadamente 15 minutos com mais três animais da área da barra. Muito provavelmente este golfinho seja o mesmo fotoidentificado por Bernardi (2000), referido como MF₅, embora para confirmação as fotografias originais devam ser comparadas. Na região do rio Mampituba, 7 indivíduos foram fotoidentificados, mas nenhum outro golfinho parece ter se deslocado para Tramandaí, visto que somente este indivíduo foi observado como não pertencente ao grupo de Tramandaí.

Para as populações de *T. truncatus* estudadas para o sul do Brasil, já haviam sido documentados alguns deslocamentos entre as áreas. Em um dos casos, ocorreu o deslocamento de indivíduo fotoidentificado a 314 km ao sul da barra da laguna de Tramandaí, RS, (I₂, golfinho de sexo indeterminado) (Möller *et al.*, 1994a). Os indivíduos I₃ e I₅ foram observados em Laguna, SC, 219 km ao norte da área. Os indivíduos I₅ e I₁ foram registrados na barra do rio Mampituba (Simões-Lopes, 1995), 82 km ao norte. Sugeriu-se que tais deslocamentos possam estar relacionados com a busca de recursos alimentares, por ocorrerem na época da migração da tainha (*Mugil spp.*), ou ser vinculados ao intercâmbio genético entre grupos vizinhos (Möller *et al.*, 1994a; Simões-Lopes, 1995). Simões-Lopes & Fabián (1999) consideraram ambos os sítios como distintas populações, estimando ainda um intercâmbio entre seus indivíduos de aproximadamente 5,7%.

O mais detalhado estudo de área de vida ('home ranges') em *T. truncatus* tem sido conduzido na costa oeste da Flórida (Irvine & Wells, 1972; Wells *et al.*, 1980, Irvine *et al.*, 1981). Uma população de aproximadamente 105 golfinhos parece manter uma área de cerca de 85 km². Os golfinhos utilizam algumas áreas mais frequentemente, durante certas estações. Wells (1991) sugere a hipótese de que algumas populações costeiras de *T. truncatus* têm distintas áreas de vida e padrões de associação, mas que podem apresentar áreas de sobreposição entre elas. Dalla Rosa (1999), avaliando os deslocamentos registrados entre a área de Tramandaí e a área da lagoa dos Patos (300 km) relatados por Möller *et al.* (1994a), sugere que estes são insignificantes, sustentando a validade da suposição de fechamento demográfico e geográfico da população do estuário da lagoa dos Patos. A condição de fechamento genético, entretanto, é considerada aqui com ressalvas, principalmente por Dalla Rosa (1999) ter assumido tal condição provavelmente devido ao fato de que a taxa de migração parece ser tão baixa que não invalidaria o método de marcação-recaptura utilizado na análise de estimativa populacional. O fato do golfinho referido anteriormente (M₁) ter se deslocado entre as áreas também pode ser vinculado à busca de recurso alimentar. Apesar disto, a raridade destas ocorrências, somado à rápida permanência do golfinho dentro da área, parece concordar com os resultados de Dalla Rosa (1999) de que estes grupos não apresentam grande intercâmbio, mas pode ainda sugerir o acesso exclusivo do recurso pelos animais residentes e/ou a pouca necessidade de busca de recursos em áreas adjacentes.

5.1.5. Fêmeas e filhotes: uma análise preliminar dos intervalos de nascimento

T. truncatus pode apresentar, ao nascer, entre 98 a 126 cm (Gunter, 1942; Sergeant *et al.*, 1973). O pequeno tamanho dos filhotes fornece um indício de que seu nascimento ocorreu

recentemente. No presente trabalho, apesar do desconhecimento da data exata do nascimento dos golfinhos, considerou-se a “estação de nascimento” de um determinado filhote como aquela estação onde está incluído o mês de seu primeiro registro, como já descrito na metodologia.

Para uma das fêmeas I_{11} foram registrados três filhotes novos, cada qual com seu primeiro registro em estações diferentes (um no outono e dois na primavera). Para a outra fêmea, I_6 , também foram registrados três filhotes, o primeiro em outubro de 1998 (um na primavera e dois no outono). A média dos intervalos entre um registro de filhotes e outro foi de 3,25 anos (39 meses) para a primeira fêmea e de 2,33 anos (28 meses) para a segunda, sendo a média total de intervalo para ambas fêmeas correspondente a um período de 2,79 anos (33,5 meses). O período mínimo entre dois filhotes foi de 24 meses, e o máximo de 42 meses.

Se for considerando um registro para a fêmea I_{11} (Tabela 24) em janeiro de 1994 (Simões-Lopes, 1995), as médias de intervalo para esta fêmea ficariam alteradas, com um intervalo entre filhotes de 2,94 anos, e um valor total para ambas as fêmeas de ainda 2,70, não diferindo de maneira geral do encontrado no presente trabalho.

Os intervalos de nascimento foram de aproximadamente três anos (mínimo de dois e máximo de três de meio), coincidindo com dados já descritos (McBride & Kritzler, 1951; Tavalga & Essapian, 1957, Cockcroft & Ross, 1990; Wells & Scott, 1999). Wells *et al.* (1987) observou um intervalo de nascimento para uma população da Flórida de 3 a 6 anos. Em um estudo com *T. truncatus* na costa leste da Escócia, os intervalos de nascimentos ocorreram em intervalos de dois anos (Grellier *et al.*, 2003), muito similar ao presente trabalho.

Filhotes podem nascer em qualquer época do ano, mas uma tendência para sazonalidade vem sendo registrada por alguns estudos, com picos de nascimento nos meses mais quentes (Wells & Scott, 1999). Hohn (1980) *apud* Wells & Scott (1999) registraram de até duas estações de nascimentos ao longo da costa Atlântica dos Estados Unidos. Na mesma área, Mead & Potter (1990) registraram uma estação de nascimento com um pico na primavera. Wells *et al.* (1987) registraram, em Sarasota, que a maioria dos nascimentos também ocorriam no final da primavera e no começo do verão, mas com um pico secundário no início do outono. Já Würsig (1978) e Cockcroft & Ross (1990) encontraram somente um pico de nascimentos no verão, na Patagônia e África do Sul.

No Texas, Shane (1997) *apud* Urian *et al.* (1996) registrou o pico de nascimentos somente entre os meses de fevereiro a março, mas no presente trabalho ocorreram em duas estações distintas: no fim da primavera e início do outono. Essapian (1963) registrou que a

maior parte dos nascimentos e acasalamentos observados na Flórida ocorreram entre fevereiro e maio, apesar de haver evidências de que estas atividades podem ocorrer no período de setembro a novembro, em águas ao sul da região. Tayler & Saayman (1972) registraram a ocorrência de comportamento de cópula durante todo o ano em animais cativos, mas com aumento na frequência nos meses de setembro a dezembro. Em animais cativos, foi observado que os nascimentos podem ocorrer em todos os meses do ano (Cornell & Asper, 1978 *apud* Schroeder, 1990).

Outros fatores além de temperatura da água, tais como disponibilidade sazonal de presas, podem afetar sazonalmente a reprodução em animais de vida livre. Börjesson & Read (2003) caracterizaram o tempo de concepção entre várias populações de *P. phocoena*, gerando a hipótese de que as diferenças encontradas nas estações de acasalamento refletem padrões sazonais na distribuição e comportamento da presa, sendo que filhotes nascem quando a presa para a mãe é abundante e de alta qualidade.

O fato de se observar no presente trabalho duas épocas de nascimento, ao invés de apenas um pico na primavera, como registrado por McBride & Kritzler (1951) e Tavolga & Essapian (1957), parece indicar uma certa capacidade de adaptação ambiental, muito provavelmente relacionada à temperatura da água e/ou disponibilidade de presas. Em trabalhos preliminares de fêmeas em ambientes naturais (Towsend, 1914), devido à constante presença de leite, foi especulado que *T. truncatus* acasala ao longo de todo ano, porém isso indica somente o período de aleitamento, que dura de dois a três anos, e não de cópula e nascimento. Os nascimentos (e a presença dos filhotes, em geral) parecem coincidir de maneira geral com épocas de maior abundância e disponibilidade de recursos alimentares na região de Tramandaí, podendo refletir uma adaptação às condições locais, uma vez que trabalhos indicam a maior captura de tainha no RS durante os meses de abril e maio (Sadowski & Almeida-Dias, 1986; Vieira & Scalabrin, 1991) (ver: variáveis ambientais, para discussão mais detalhada sobre dieta e importância das presas na alimentação, e na introdução: Ictiofauna da região). Correlações com disponibilidade de recursos já foram observadas em outros trabalhos (Odell, 1975). Urian *et al.* (1996) não encontraram correlação de nascimentos com fotoperíodo ou temperatura da água, onde tais parâmetros, sozinhos, não podem ser usados para prever sazonalidade de nascimento, embora tenham sugerido que estes fatores possam influir de maneira indireta, através de mudanças na disponibilidade do recurso. Lactação é o período de maior demanda energética para as fêmeas de mamíferos, e os requerimentos energéticos das fêmeas nestes períodos podem aumentar significativamente (Sadleir, 1984). Em golfinhos cativos, fêmeas aumentam seu consumo durante a fase

reprodutiva (Kastelein *et al.* 2002). Deve então ser vantajoso para as épocas de reprodução que os filhotes nasçam quando o alimento é abundante e de alta qualidade.

Padrões migratórios e de desova das presas variam em escalas espaciais relativamente pequenas, e é possível que a variação nas estações de acasalamento representem adaptações a tais variações. Comparando-se os dados com outras áreas onde estas informações devem estar disponíveis, esta hipótese pode ser testada analisando intervalos e épocas nascimentos frente à mudanças sazonais a distribuição e comportamento das presas locais. Simões-Lopes (1995) e Simões-Lopes *et al.* (1998) referem-se à área de Tramandaí como vinculada primariamente à zonas de alimentação do grupo, e secundariamente para atividades sociais, como cópula e cria de filhotes.

Urian *et al.* (1996) sugerem que os animais de vida livre por eles estudados exibem padrões sazonais de reprodução que são intermediários entre o padrão altamente sincronizado de nascimentos, exibidos por espécies de altas latitudes, e o amplo padrão apresentado por odontocetos tropicais. Apesar disto, os resultados também demonstraram que populações de animais de vida livre, mesmo em latitudes similares, podem mostrar diferentes padrões de sazonalidade de nascimento. No Golfo de San José, Argentina, Würsig (1978) observou que somente no inverno não ocorreram nascimentos. Entretanto, o verão apresentou maior número, sugerindo que a época preferencial para os nascimentos coincidiu com as temperaturas mais altas do ano, podendo significar uma vantagem fisiológica para os filhotes. Os resultados do presente trabalho oferecem dados alternativos ao de Würsig (1978), uma vez que ambos trabalhos apresentaram épocas de nascimento na primavera e outono, embora no presente estudo não na época de verão, como descrito para o autor na Argentina. Bearzi *et al.* (1997), no Mar Adriático, também verificaram que o verão foi a estação de pico de nascimentos de filhotes, com surpreendente variação no número de nascimentos em anos alternados.

O aparente aspecto bimodal observado em muitos trabalhos e a ocorrência de nascimentos ao longo de todo o ano ou em estações específicas sugere que *T. truncatus* apresenta uma considerável flexibilidade na sua sazonalidade de reprodução (Urian *et al.*, 1996). Os dados apresentados no presente trabalho parecem se enquadrar em tais padrões, sugerindo uma tendência deste grupo a apresentar a um padrão bimodal de nascimentos. Apesar disto, é recomendada uma reavaliação e complementação dos dados de observações de filhotes com informações obtidas por outros pesquisadores, que possam ter registrado estes eventos em períodos distintos, e que possam oferecer dados complementares aos aqui

apresentados, refinando os resultados sobre intervalo de nascimentos do grupo de golfinhos de Tramandaí.

Ressalta-se também aqui a presença simultânea de filhotes de uma mesma fêmea, na área de Tramandaí. Embora os nascimentos tenham ocorrido em intervalos de dois a três anos, e neste período o primeiro filhote já poder ter sido desmamado, o vínculo entre ele e sua mãe é ainda extremamente forte, como já observado em muitos trabalhos (Shane *et al.*, 1986; Wells *et al.*, 1987; Bräger *et al.*, 1994). O período de investimento maternal para animais de vida livre se estende bem além da média de 18 a 20 meses (Perrin & Reilly, 1984 *apud* Wells & Scott, 1999), podendo durar muitos anos (Wells *et al.*, 1987; Gubbins *et al.*, 1999). Grellier *et al.* (2003) observaram que a permanência dos filhotes com suas mães variou de 3 a 8 anos. Há outros casos documentados nos quais separações ocorreram enquanto a mãe estava no período de gestação, logo após o nascimento do segundo filhote, alguns anos antes da fêmea ter um a nova cria, e também casos em que o filhote permanece com a mãe mesmo quando esta tem outro filhote (Wells *et al.*, 1987; Wells, 1991; Mann & Smuts, 1999; Connor *et al.*, 2000; Mann *et al.*, 2000). Fêmeas simultaneamente amamentando e prenhas tem sido registradas na Flórida e sul da África (Wells & Scott, 1999). Nota-se, ainda, que apesar da constância das associações entre mães e filhotes mais velhos, no caso dos animais de Tramandaí, estes se associaram com vários outros membros do grupo. Iniciam assim, desde cedo, e como já notado em outras localidades (Ballance, 1990; Smolker *et al.*, 1992, 1993; Mann & Smuts, 1998), a exercer a natureza fluída típica de sua organização social.

Mães que perdem um filhote podem dar a luz de novo em menos de três anos (Wells & Scott, 1999). Apesar disto, no presente estudo, o desaparecimento de filhotes após um ou dois anos provavelmente foi resultado de morte, pois emigração, como sugerido por Grellier *et al.* (2003) não seria viável em animais tão jovens, visto que suas mães foram reidentificadas no local em períodos subseqüentes. Gubbins *et al.* (1999) observaram que golfinhos cativos de 12 meses permanecem aproximadamente 50% do seu tempo junto à mãe, e atentam para a importância de que perdas repetidas de identificação de animais em vida livre, nesta faixa etária, que geralmente não apresentam marcas aparentes, podem gerar erros em estimativas de sobrevivência, estrutura etária, relações sociais, dispersão e graus de parentesco. Apesar disto, no presente trabalho, não foram encontrados “candidatos viáveis” (ou seja, indivíduos do grupo que pudessem ser considerados filhotes crescidos, com exceção de um animal: ver parágrafo seguinte) entre os indivíduos do grupo para todos os filhotes observados no período (n=6). Este número permaneceu relativamente constante (ver: tamanho de grupo), indicando que o fim de seu monitoramento não foi devido a perdas na marcação, considerando-se que

animais pequenos geralmente não possuem marcas que possam distinguí-los do restante. Entretanto, como ocorreram algumas situações em que alguns golfinhos não foram identificados com certeza (ver: fotoidentificação: marcas e ocorrência individual), a presença de algum filhote com idade avançada pode ter sido obscurecida pela falta de marcas conspícuas de identificação, mas ainda assim estes animais não foram observados dentro da área na companhia das fêmeas ou outros animais.

Um único indivíduo foi ‘incorporado’ ao grupo, tendo sido primeiramente observado na área no verão de 2002. Este jovem golfinho coloca ambas fêmeas (I₁₁ e I₆) como prováveis candidatas a serem sua mãe, embora ainda possa ser especulado que este golfinho tenha vindo de áreas adjacentes à barra de Tramandaí. O fato de seus índices de associação não terem sido vinculados a nenhuma das fêmeas (ver adiante: padrões de associação) não necessariamente descarta a hipótese de maternidade. Jovens indivíduos podem se separar de suas mães e formarem alianças com outros indivíduos, embora nenhuma aliança como as registradas para duplas ou trios de machos tenham sido observadas para os componentes do grupo, como registrado em outros trabalhos (Smolker *et al.*, 1992; Krützen *et al.*, 2003; Lusseau *et al.*, 2003). Baixos índices de associação foram predominantes para este indivíduo (ver adiante: padrões de associação), e tendo ou não origem no próprio grupo, seus padrões de associação dentro da área em questão não refletem quaisquer afinidades com nenhum dos indivíduos em específico.

Barco *et al.* (1999) observaram o uso preferencial de fêmeas e neonatos em seções da baía, em Virgínia, e Scott *et al.* (1990) também observaram esta mesma tendência, de fêmeas com filhotes selecionarem certas áreas na Flórida, que se caracterizam por serem protegidas, rasas e com disponibilidade de recurso alimentar, fatores importantes para a demanda de energia durante o período de lactação. A barra de Tramandaí parece ser um sítio propício para algumas atividades de cria, que envolvem cuidado e aprendizagem, visto ser uma área usada preferencialmente para atividades de alimentação do grupo e apresentar uma profundidade média de 2m. Apesar da disponibilidade de presas ao longo de todo ano (Simões-Lopes, 1995), a observação de fêmeas e filhotes preferencialmente em certas épocas do ano pode refletir a oscilação de disponibilidade de alimentos na área. A ocupação das fêmeas e filhotes na área de Tramandaí pode ser regida principalmente pela demanda energética envolvida no cuidado do filhote. Ballance (1992) aponta a tendência de populações costeiras de *T. truncatus* utilizarem áreas estuarinas para atividades de alimentação, devido à disponibilidade de presas.

A presença de filhotes caracteriza-se em um forte argumento apontando para a importância da área da barra de Tramandaí em etapas vitais do desenvolvimento deste grupo. A barra de Tramandaí, já indicada como uma importante área de alimentação para este grupo de golfinhos, considerado residente na área, mostra-se um sítio potencial para atividades que envolvam comportamentos de aprendizado, essenciais para a estrutura e organização social desta espécie, e que são adquiridos e desenvolvidos nesta etapa de vida.

5.1.6. Padrões de associação

Observar os padrões de associação dos indivíduos permite fazer inferências a respeito da organização social das populações animais (Whitehead, 1995). Em tais estudos, populações de *Tursiops* ao redor do mundo têm sido descritas como sociedades fissão-fusão (Connor *et al.*, 2000). Neste tipo de organização, indivíduos se associam em pequenos grupos nos quais a composição muda muito dinamicamente muitas vezes por dia. A maior parte das informações disponíveis para a organização social desta espécie vem de 3 grandes trabalhos de longa duração, em Moray Firth, Escócia, Sarasota Bay, Flórida e Shark Bay, oeste da Austrália (Hammond & Thompson, 1991; Wells, 1991; Smolker *et al.*, 1992, respectivamente). De acordo com Connor *et al.* (2000), há uma grande variabilidade nos padrões de associação das fêmeas, que varia conforme seu estado reprodutivo, podendo variar desde grupos de fêmeas fortemente associadas ou animais com poucas ou nenhuma associação forte. Machos também parecem formar fortes alianças que duram por muitos anos, mas as associações entre machos e fêmeas são relacionados ao estado reprodutivo destas, embora grupos mistos não sejam incomuns.

Coeficientes de associação baseados em dados qualitativos (binários) foram primeiro usados amplamente para estudos de comunidades (Jaccard, 1907 *apud* Hubalék, 1981) ou espécies ecologicamente relacionadas. Quando calculados por ano, os únicos índices fortes registrados para o grupo de Tramandaí envolviam fêmeas e filhotes, para todos os três anos analisados. Quando comparados os valores dos índices através dos anos, pequenas oscilações foram verificadas na distribuição das classes, tendo sido vinculadas à presença de mais um filhote no grupo. Como as duas fêmeas passaram a ser observadas geralmente juntas, sempre acompanhadas por no mínimo um de seus filhotes, a combinação de associações foi um pouco maior entre eles, resultando em índices iguais a 1,00 entre a dupla mãe-filhote e igual a 0,4 entre os filhotes, assim como também entre cada uma das fêmeas com o filhote da outra. Apesar disto, os índices altos continuaram sendo a minoria para o grupo, pois associações entre outros indivíduos não foram fortes ao longo do tempo. Grellier *et al.* (2003), na costa

leste da Escócia, também analisaram as associações de 17 fêmea e filhotes, observando que a média do índice de associação entre estes pares foi de no mínimo 0,9 para os três primeiros anos de vida.

As classes de associação observadas para o grupo de Tramandaí diferiram muito entre si, dentro de cada um dos anos, com a maioria dos índices representando fracas associações. Quando agrupadas em apenas duas categorias, fracas ($<0,40$) fortes ($>0,40$), continuaram sendo diferentes, e estas diferenças se mantiveram ao longo dos anos, indicando que este padrão foi constante ao longo de um intervalo de oito anos.

Os índices de associação para o grupo foram baixos. As fracas associações encontradas diferem do esperado para um grupo tão pequeno e em uma área tão restrita. Índices semelhantes (baixos) também foram encontrados em uma comunidade do sistema da Baía de Galveston, Texas, e áreas adjacentes do Golfo do México (Bräger *et al.*, 1994). O número de animais envolvidos nas associações, entretanto, era bem maior ($n=200$), o que possibilita, segundo o autor, um maior número de associações por indivíduo. Weller (1991) *apud* Bräger *et al.* (1994), calculando os índices de associação de 160 indivíduos (uma população também considerada relativamente grande), achou que 95% de todos os coeficientes foram menores que 0,40.

Ao contrário destes trabalhos, índices altos foram encontrados em Sarasota, Flórida (Wells *et al.*, 1987), mas esta população, segundo Bräger *et al.* (1994), é considerada “pequena” ($n=100$) em comparação com a comunidade do Texas. A única exceção para os índices encontrados foi a dupla mãe-filhote, sendo que em todas as populações as mais fortes associações encontradas também foram entre mãe e filhote (Shane *et al.*, 1986; Wells *et al.*, 1987; Ballance, 1990; Scott *et al.*, 1990). Harzen (1989) *apud* Bräger *et al.* (1994) estudou os padrões de associação de uma comunidade no estuário de Sado, Portugal, nos anos de 1986 e 1987, encontrando também um grande número de fortes associações (72% associações maiores que 0,40). Segundo Wells *et al.* (1987) ambas populações (de Sado e da Flórida) são consideradas pequenas, com os animais se associando um com o outro mais frequentemente, resultando em altos índices de associação.

Maze-Foley & Würsig (2002) descreveram os índices de associação para um grupo de 29 golfinhos fotoidentificados na águas do Texas, sendo que os valores dos índices encontrados variaram de 0,00 a 0,83, com média de 0,46. Dalla Rosa (1999), ao contrário da tendência de encontrar índices maiores para populações ‘menores’, uma vez que a população estudada por ele apresenta em torno de 80 indivíduos, também achou predominância nas

associações fracas ou nulas, como no presente trabalho, embora em Tramandaí a discrepância é maior ainda, devido ao número muito pequeno de animais observados no local.

Fortes associações foram registradas, se consideradas em períodos mais curtos, como um mês ou um dia, onde os interações permaneceram por várias horas. Índices maiores que 0,40 foram encontrados (n=30) em 2002 e 2003, se calculados mensalmente. No ano de 2002, foram encontrados 12 índices, 3 no período de outono e 9 na primavera. Em 2003, foram calculados 18 índices acima de 0,40, distribuídos entre o verão (1 índice), outono (14 índices) e inverno (3 índices). Se calculados diariamente, foram encontrados 54 índices maiores que 0,40, 23 no ano de 2002 e 31 em 2003. Estas associações temporárias poderiam significar afiliações entre machos e fêmeas ou mesmo entre machos, como registrado por alguns autores (Smolker *et al.*, 1992; Krützen *et al.*, 2003; Lusseau *et al.*, 2003), onde estes indivíduos permanecem temporariamente juntos por alguns dias.

Ballance (1990), no Golfo do México, também registrou fortes associações temporárias, e sugere que associações de superfície podem não ser uma medida confiável das relações sociais. Bräger *et al.* (1994) ressaltam, também, que nem sempre os índices representam a qualidade ou importância das relações sociais, pois elas podem estar relacionadas apenas com certos comportamentos ou certas áreas.

A época da migração da tainha para o Estado do Rio Grande do Sul (Aguirre, 1938; Menezes, 1983) foi o período onde os maiores agrupamentos de golfinhos foram registrados. Os momentos de maior interação entre os golfinhos coincidiram também com a presença do filhote na área, principalmente nos meses de outono e primavera. As associações nesses momentos foram mais prolongadas, envolvendo também um maior número de golfinhos (até sete indivíduos associados foram registrados, Hoffmann, 1997). Vários autores ressaltam a importância do aprendizado e o cuidado com a prole como importante fator nas relações sociais (Norris & Dohl 1980; Shane *et al.*, 1986; Wells *et al.*, 1987), o que sugere uma das causas dos maiores agrupamentos nestas ocasiões.

Os resultados parecem indicar que os índices representados ao longo de um ano acabam 'diluindo' as associações registradas em períodos de tempo menor. Associações de superfície consideradas fortes ocorreram entre outros indivíduos que não entre as fêmeas e filhotes, sempre entre dois golfinhos que se mantiveram associados durante horas ou mesmo dias seguidos, embora este vínculo não tenha se mantido ao longo do tempo.

Dalla Rosa (1999) sugere que sejam utilizados os métodos de Monte Carlo (Whitehead, 1999), nos quais é realizada a permuta de associações, sendo estes resultados aleatórios comparados com os dados observados. Bejder *et al.* (1998) apresenta um algoritmo

para gerar matrizes randômicas a partir de dados obtidos em campo, a partir da qual a verificação de preferência ou não de certas associações e a estrutura social pode ser testada, em busca de evidências de associações não randômicas. Análises similares não foram realizadas no presente estudo, mas o pequeno número de animais observados em Tramandaí provavelmente geraria valores esperados muito mais elevados que os que foram encontrados até o momento, embora a validade de tal afirmação possa ainda vir a ser testada.

Os tipos de associações verificados em muitos trabalhos parecem variar bastante com relação aos integrantes da associação e os locais em que residem os animais. Connor *et al.* (1996) *apud* Connor & Smolker (1985), observaram que machos que se associam com fêmeas para atividade sexual podem permanecer nestas associações desde poucos minutos até várias semanas. Maze-Foley & Würsig (2002) e Krützen *et al.* (2003) se referem a fortes alianças entre machos, e Smolker *et al.* (1992) observaram, em Shark Bay, Austrália, que as associações mais consistentes foram entre dois ou três machos que formavam alianças por vários anos. Lusseau *et al.* (2003) também observaram esta tendência, onde a maioria dos machos tem associações duradouras de até mais de 14 anos. Os autores descreveram uma pequena população *T. truncatus* vivendo no extremo sul da distribuição da espécie, na Nova Zelândia, com grupos grandes e mistos e onde todos os membros dentro da comunidade têm associações relativamente fortes ($>0,4$). Afirmam que o alto grau de estabilidade não possui precedentes nos estudos desta espécie, e relacionam o fato à baixa produtividade verificada nos sistema de fiordes, onde um grande nível de cooperação e estabilidade do grupo pode se mostrar necessária. Estas condições são presentes também em outras populações de cetáceos que formam grupos estáveis, e os autores sugerem que limitações ecológicas são fatores importantes a moldar as interações sociais em sociedades de cetáceos. A predominância de animais solitários na barra de Tramandaí também poderia então ser vinculada à facilidade de captura de presas dentro do canal, sem necessidade de associações. Como muitas das associações ocorreram na presença de filhotes, o comportamento de aprendizagem e o uso da área para estes fins poderiam justificar os agrupamentos.

Simões-Lopes (1998) descreveu comportamentos agonísticos entre os animais durante a interação com a pesca de tainha nas regiões de Laguna, SC, e Tramandaí, RS, sugerindo que os baixos índices de associação predominantes nestas áreas pode levar a interpretação da existência de um padrão de dominância intraespecífica, levando à exclusividade temporária de acesso ao recurso alimentar. Apesar disto, considerou-se no presente trabalho que os indivíduos partilhavam o recurso através da subdivisão do grupo em 'grupos' menores (ver: variáveis ambientais), como sugerido por vários autores (Cockcroft & Ross, 1990; Acevedo,

1991; Acevedo & Burkhart, 1998), ocasionando desta forma uma maior observação de animais solitários na área de estudo, onde muitas vezes mais de um golfinho ‘solitário’ foi observado em comportamento de forrageio dentro do canal, mas separado por mais de 100 m de um outro indivíduo (ver também: sons pulsantes, capítulo II).

5.1.7. Considerações finais

Como observado por Bearzi *et al.* (1997), a organização social de uma comunidade de golfinhos pode ser altamente flexível em respeito à sazonalidade e tamanho de grupo, possivelmente como uma adaptação para lidar com mudanças ambientais, assim como com uma limitada e variável disponibilidade de presas. No presente estudo, a observação de longo prazo permitiu identificar padrões de ocorrência e organização dos animais, intervalo de nascimentos e influência das variáveis ambientais, que em um estudo de curta duração seria impossível ou poderia refletir valores momentâneos que não correspondessem à diversidade de possibilidades verificadas para a espécie. Embora o presente estudo possa não ser quantitativamente equivalente aos estudos de longa duração desenvolvidos, por exemplo, na Flórida, Escócia e Austrália, ele é comparável no sentido de oferecer informações só obtidas com muitos vários anos de esforço amostral de campo, como dados referentes a padrões de associação, intervalos de nascimento, residência e fidelidade. Além de fornecer um aporte de dados substancial para o desenvolvimento de novos enfoques.

Sugere-se então que o grupo de *T. truncatus* da área da desembocadura da barra da laguna de Tramandaí mostrou-se flexível quanto à sua organização social, caracterizado por fracas associações, embora apresente um padrão mesclado, onde associações temporárias foram verificadas, além da forte relação entre fêmeas e filhotes, enquadrando o grupo em um *continuum* entre níveis de associação. Este padrão variável de associações (fracas/fortes) parecem ser reflexo da diversidade numérica e qualitativa (quais indivíduos) com que os animais se apresentam na área, não dependente somente do número de parceiros presentes para associações, mas também provavelmente influenciado por mudanças de condições da área e disponibilidade de alimentos, além da presença de filhotes e prováveis preferências individuais temporárias.

Foram registrados animais com maior ou menor grau de fidelidade à região, mas como o grupo foi observado ao longo de um período temporal de oito anos, é possível caracterizá-lo como residente ao local, com uma tendência a maior ocupação em determinados períodos do ano, tendência esta mais forte para alguns indivíduos, como registrado para as fêmeas. Foram caracterizadas também diferenças de afiliação, verificadas através da presença de animais

quase completamente solitários, que predominaram nas observações, até golfinhos constantemente associados (fêmeas e filhotes). A tendência de agrupamentos aponta para a associação em duplas como tipo mais freqüente, provavelmente refletindo a forte associação entre as mães e filhotes, independente da presença de outros adultos. Apesar disto, grupos maiores foram observados, atingindo um tamanho máximo de sete indivíduos, registrado no período de outono. Além do fator composição, pois este grupo incluía tanto filhotes como indivíduos adultos, o período do ano em que maiores associações foram mais freqüentemente registradas poderia sugerir uma certa correlação entre a presença dos animais na área com condições ambientais mais favoráveis. O padrão variável de ocorrência e composição, verificado para o presente trabalho, parece indicar uma adaptação social e ecológica do grupo às condições locais da barra, possibilitando sua presença através de todo o ano.

5.2. Bioacústica

5.2.1. Problemática da extração dos parâmetros acústicos dos assobios

A quantificação da estrutura e variabilidade das vocalizações é importante no entendimento das bases acústicas do reconhecimento individual e do repertório de grupos sociais em diferentes espécies. Atualmente, diversas técnicas para análise dos parâmetros acústicos das emissões sonoras de cetáceos podem ser utilizadas, podendo ser empregadas tanto em estudos de avaliação de características individuais como também em estudos que visem avaliar as diferenças existentes entre populações ou espécies, enfocando muitas vezes o aspecto comportamental destas emissões acústicas. Pesquisas direcionadas para as vocalizações dos animais exploram os recursos das técnicas de extração que, de maneira geral, se diferenciam pelo método utilizado para quantificar os valores espectrais e temporais de determinado som.

Dentre os vários tipos de sons emitidos por *T. truncatus*, uma das categorias que mais recebe atenção por parte dos pesquisadores, devido ao contexto social onde ocorre, é o ‘assobio’, um som de banda estreita caracterizado pela variação de frequência ao longo do tempo. Esta variação gera, no espectrograma, um padrão de modulação típico, chamado comumente de ‘contorno’ do assobio, sobre o qual é feita a avaliação dos parâmetros acústicos.

Entre as técnicas existentes para extração dos parâmetros espectrais e temporais, como frequências iniciais, finais, etc, o método manual de extração dos parâmetros acústicos é completamente operador-dependente, ou seja, os valores obtidos derivam da correta orientação do cursor do mouse sobre o espectrograma gerado. Por outro lado, a técnica de extração automática possibilita a detecção dos parâmetros de maneira independente, embora em geral necessite, para sua efetivação, de uma relação sinal/ruído adequada. A aquisição de arquivos de sons que cumpram tal exigência muitas vezes é limitada em trabalhos onde o foco da pesquisa seja o estudo de animais silvestres, pois estas situações invariavelmente oferecem condições sem características constantes, como, por exemplo, o conhecimento da intensidade de emissão sonora do indivíduo, a correta determinação de sua distância e direcionamento em relação ao transdutor, além das perturbações oriundas da presença ocasional de embarcações e de variáveis ambientais permanentemente alteradas, como ondulações na superfície da água, vento, intensidade das correntes locais, etc.

Na avaliação da concordância entre as duas técnicas utilizadas no presente trabalho, somente seis parâmetros foram utilizados: Frequência inicial, frequência final, frequência máxima, frequência mínima, variação do intervalo de frequência e duração. Estes representam

os dados amostrados na maioria dos trabalhos, além de serem mais representativos dos problemas que poderiam surgir no momento de extração, pois geralmente são os valores onde os erros de procedimento manual podem estar incutidos. As variações de frequência e de tempo (duração) estariam conseqüentemente erradas se os valores de frequência inicial, final, máxima e mínima fossem indevidamente extraídos do espectrograma. A dificuldade na extração destes valores extremos resulta exatamente do fato de poderem se encontrar nos limites de frequência do assobio, regiões muitas vezes de difícil visualização, tanto pelo resultado de atenuação de certas frequências no meio aquático (Janik *et al.*, 2000) quanto pelo fato de poderem se encontrar próximos ao limiar de resposta do equipamento. O próprio animal, no processo de geração e emissão do som, pode configurar as características acústicas das emissões, originando sons que podem apresentar oscilações de amplitude (ver adiante: assobios individuais?), podendo também iniciar ou finalizar de maneira gradual, o que acaba comprometendo o grau de percepção do exato momento de início e fim do assobio ou de outros valores limítrofes.

Através da análise de concordância entre os resultados obtidos pelos dois métodos, calculou-se uma margem de erro para todos os seis parâmetros analisados. Pôde ser observado que a técnica manual não diferiu de maneira significativa da extração automática, visto que os resultados encontram-se dentro de limites aceitáveis de avaliação acústica usual. Variações de grandeza similar nestes parâmetros podem ser verificadas no momento da extração pelo método manual. Qualquer oscilação no cursor do mouse pode provocar uma variação de no mínimo 200 Hz, com intervalo de erro semelhante também para os valores temporais, visto estes serem conseqüência da delimitação das frequências iniciais e finais. As margens de erro entre as técnicas encontram-se em torno deste limiar, indicando que a diferença entre os métodos não é maior que a variação obtida dentro da própria análise manual.

As variações observadas dentro da margem de erro da extração dos parâmetros de frequência e duração dos assobios pode ser uma limitação para a correta avaliação destes parâmetros. Diferenças de grandeza similar talvez estejam vinculadas a variações individuais (ver adiante: assobios individuais?), pois estas diferenças poderiam ser significativas para o animal, dada a sensibilidade auditiva registrada para esta espécie, ou poderiam estar vinculadas à diferenças no transporte de informações. Apesar disto, valores na faixa de variação da margem de erro (até 380 Hz) não se mostraram um critério robusto, devido à oscilações na ocorrência e qualidade do sinal, provenientes da falta de controle das situações em que foram feitas as aquisições, e devido também à limitações de extração destes parâmetros.

As condições exigidas para a extração automática também podem ser consideradas um fator limitante de análise. Como exemplificado anteriormente, muitos dados obtidos em meio natural apresentam irregularidades quanto ao fator relação sinal/ruído, descartando grande parte dos arquivos obtidos em campo. Um outro inconveniente é a sobreposição de sinais. Isto pode ser gerado pela presença de frequências harmônicas de forte intensidade dentro do intervalo de variação de frequência da fundamental, ou seja, se um assobio, por exemplo, iniciava em 5 kHz e apresentava o primeiro ponto de inflexão em 12 kHz, a presença de uma frequência harmônica na porção inicial seria percebida em torno de 10 kHz, dentro da faixa de modulação da fundamental do assobio. Assobios de mais de um indivíduo ou cliques de ecolocalização ocorrendo simultaneamente também excluíram muitos assobios da presente análise, ou mesmo por algum outro ruído que possua intensidade similar ao sinal e que esteja dentro da área delimitada, podendo recriar um traçado que apresente interferência em um ou mais parâmetros acústicos.

Como a extração automática obtém os valores mais representativos de cada parâmetro em questão, devido ao fato de extrair a informação do ponto onde a intensidade do sinal é mais forte, e como estes valores não apresentaram diferenças relevantes do método manual utilizado, constatou-se, para o presente trabalho, que a técnica manual mostrou-se satisfatória. Sugere-se, ainda, a utilização de tal procedimento em trabalhos semelhantes, para validação de seus resultados. Ainda assim, a importância da inspeção dos resultados não pode ser dispensada com nenhuma das técnicas empregadas, mesmo com o método de extração automática, visto que problemas com interferência, como os relatados acima, sempre podem ocasionar a desqualificação do dado obtido.

5.2.2. Contorno do assobio: uma breve revisão dos métodos de análise

Além da extração dos parâmetros acústicos usualmente analisados, a caracterização da modulação temporal da frequência fundamental dos assobios dos golfinhos constitui-se em um elemento a mais para a avaliação, visto que muitas vezes somente a quantificação de valores como frequências iniciais e finais, por exemplo, não permite diferenciar um assobio de outro nem caracterizar grupos ou populações. Estudos que visam analisar tal contorno utilizam vários recursos (também, neste caso, automáticos ou não) para identificar e diferenciar estes padrões de modulações.

Estudos que tem quantitativamente medido a similaridade dos contornos dos assobios com os parâmetros de tempo e frequência extraídos, tem tido sucesso em achar diferenças nos

assobios dos diferentes grupos de golfinhos examinados (Steiner, 1981; Wang *et al.*, 1995b; Rendell *et al.*, 1999). Entretanto, a técnica manual utilizada por vários pesquisadores foi reavaliada por McCowan (1995), que a considerou menos adequada ou imprecisa, sugerindo técnicas de categorização automáticas para tal fim, embora estas técnicas alternativas de extração automática ainda não estejam amplamente difundidas. McCowan & Reiss (2001) justificam o uso de métodos menos subjetivos devido ao fato de não haver evidência de que o sistema visual humano é compartilhado com qualquer sistema auditivo não humano, e certamente não com o dos golfinhos. Janik (1999), entretanto, mostrou que observadores humanos mostraram-se mais aptos para classificar tipos de assobios baseados naqueles produzidos pelos animais (sem conhecimento prévio de que golfinho produziu que assobio), enquanto três técnicas quantitativas (incluindo técnica da similaridade do contorno de McCowan), não.

Espectrogramas de assobios assinatura (ver adiante: assobios individuais?) são mais precisamente classificados visualmente por observadores humanos por que estes são mais capazes de reconhecer a forma geral do assobio, onde variações ocorrendo naturalmente são minimizadas ao invés de serem motivo de classificá-los separadamente (Janik, 1999). Da mesma maneira, o autor ressalta que, onde muitas vezes as técnicas de similaridade avaliam igualmente um contorno, devido à similaridade dos parâmetros espectrais como frequência inicial, frequência final e intervalo de variação de frequência, observadores humanos percebem modulações ao longo do contorno, que podem refletir aspectos individuais.

O método de McCowan assume ainda que a duração é irrelevante para a classificação dos assobios. O principal problema deste método parece ser a normalização de diferenças em duração e o número de medidas de frequências extraídas de cada contorno. O golfinho *T. truncatus* varia a duração de cada tipo de assobio de acordo com o contexto (Janik *et al.*, 1994). Avaliar quantitativamente o contorno é difícil por não ser uma única medida, tais como a média de frequência ou duração de um sinal, mas muitas medidas associadas de frequência ao longo do tempo. Buck & Tyack (1993) propõe um algoritmo que leva em consideração as diferenças temporais do contorno da frequência fundamental dos sinais, possibilitando a avaliação quantitativa da similaridade entre os sinais. A conservação da duração é importante em um som caracterizado pela modulação temporal da frequência fundamental.

Como salientado por Sayigh *et al.* (1990), a quantificação da similaridade de certos aspectos dos assobios, tais como duração e frequências máximas e mínimas, pode ser dificultada, visto que os animais não necessariamente conservam estas características. Segundo Janik (1999), os resultados mostram claramente que os métodos concordam até um

certo limite. Segundo o autor, ainda não há técnicas quantitativas computacionais que tenham recebido a mesma validação externa que os observadores humanos receberam. O procedimento de avaliação visual ainda é o mais utilizado para tal análise, executada com base na diferenciação dos espectrogramas em distintas categorias através da identificação de padrões de modulação da frequência fundamental dos assobios. O uso de técnicas quantitativas tais como as usadas por McCowan (1995) é simplesmente uma ferramenta a mais, usada para explorar a produção de assobios nesta espécie. Embora não tenham sido empregadas no presente estudo, visto a categorização ter sido feito através da análise visual dos espectrogramas dos assobios (ver adiante: tipos de assobios), a realização de tal procedimento parece interessante, para comparação com as categorias elegidas aqui e avaliação dos resultados entre os métodos.

5.2.3. Análise quantitativa e qualitativa dos assobios do grupo de *T. truncatus* de Tramandaí

5.2.3. 1. Parâmetros gerais dos assobios

De forma geral, os assobios se enquadram na faixa de valores acústicos descritos para a espécie (Kaznadzei *et al.*, 1976; Caldwell *et al.*, 1990; Bazúa-Durán & Au, 2002). Os resultados encontrados para *T. truncatus* costeiros, por Schultz & Corkeron (1994), são um pouco diferentes dos observados no presente estudo. A duração dos assobios variou entre 0,01 e 1,62s, onde as durações mínimas muito provavelmente devem-se à inclusão, pelos autores, de assobios considerados ‘*chirps*’, que no presente estudo não foram incluídos.

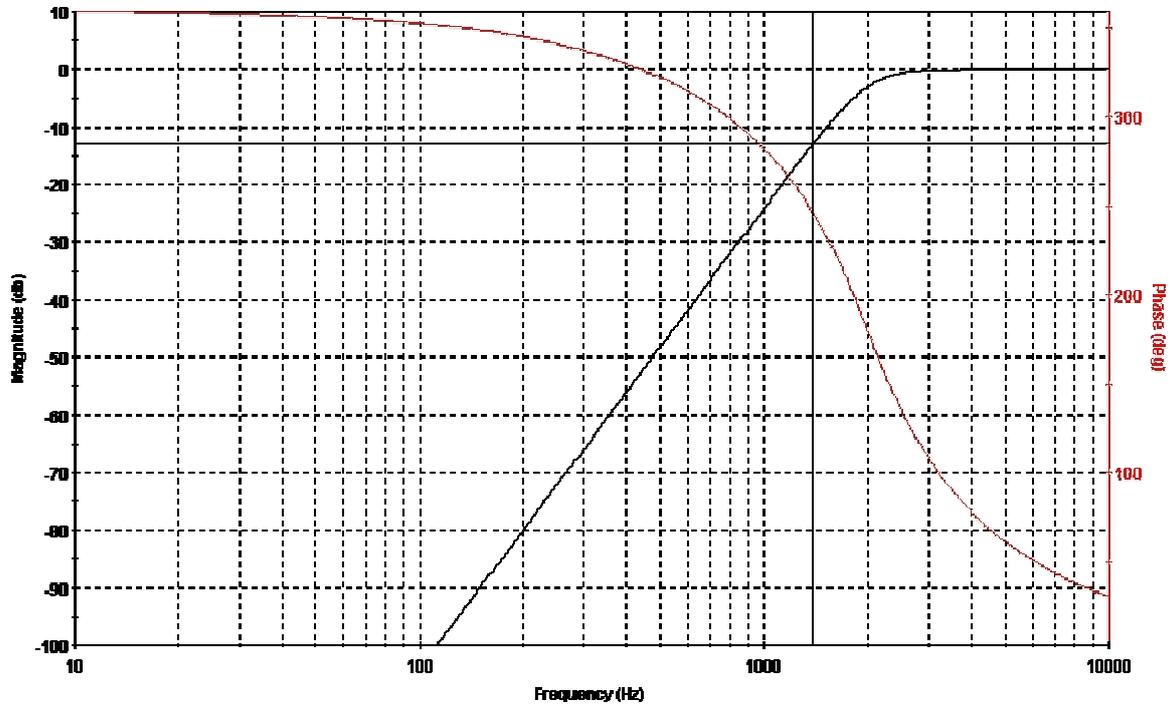
Embora a média dos assobios amostrados aqui tenha ficado em torno de 0,4s, o intervalo de variação deste parâmetro foi de 0,0410 a 1,9350s, estando de acordo com estudos prévios dos assobios desta espécie (Caldwell *et al.*, 1990). Os resultados de estudos comparativos do parâmetro temporal (ou seja, a duração dos assobios) analisados por Matthews *et al.* (1999) para *T. truncatus* mostra que os assobios apresentaram duração máxima de até 1,3s. No presente estudo os assobios parecem ter apresentado uma duração um pouco maior, chegando quase a 2s, sendo que esta expansão pode estar vinculada à presença de assobios múltiplos (ver adiante: tipos de assobios), podendo ainda representar uma adaptação ao ambiente, que possuía ruído de fundo considerável (motivo pelo qual foi utilizado um filtro para cortar baixas frequências). Entretanto, a correlação entre duração de assobio e ruído de fundo não foi testada. Caldwell *et al.* (1990) observaram que um golfinho localiza mais eficientemente assobios de 5 s do que de 1s, além do que longos assobios

modulados podem dar uma pista contínua do posicionamento, característica importante para o golfinho principalmente quando em movimento.

Independentemente do tipo de assobio, mais de 85% dos assobios do presente estudo apresentaram modulação inicial ascendente, com praticamente 70% terminando da mesma forma. Os assobios considerados para a análise apresentaram até 10 pontos de inflexão, embora a maioria (71%) tenha apresentado de 0 a 1 inflexão, indicando que assobios simples são mais freqüentes. Ling (1996) também observou que assobios com zero ou um ponto de inflexão são predominantes em populações desta espécie. O número médio de inflexões registradas por Wang *et al.* (1995a) para *T. truncatus* foi em torno de 2,3 (maior que a presente, de 1,6). Azevedo & Simão (2002), para uma população do boto cinza, *Sotalia fluviatilis*, na Baía de Guanabara, registraram que 82,6% dos assobios apresentaram 0 e/ou 1 pontos de inflexão, com predominância de assobios ascendentes, embora as durações tenham sido bastante curtas, com um máximo de 0,85s, muito menor que o registrado para *T. truncatus*. *S. fluviatilis*, porém, parece apresentar assobios que vão além do registrado para este grupo de *T. truncatus*, visto que os assobios terminavam na faixa superior de registro do sistema (20 kHz), para o qual os autores sugeriram que esta espécie possui freqüências além deste intervalo. Bazúa-Durán & Au (2002) também registraram freqüências acima do registrado aqui, onde os componentes da fundamental de *S. longirostris* atingiram até 22 kHz. Embora estas diferenças entre espécies possam estar relacionadas às condições do ambiente (ver adiante: adaptação ecológica), Steiner (1981) aponta para a importância da duração e do número de pontos de inflexão para diferenciação individual.

A freqüência mínima descrita para *T. truncatus* por Schultz & Corkeron (1994) foi de 0,8 kHz, menor do que as já registradas, e também um valor bem inferior ao encontrado para o grupo de Tramandaí. O presente estudo não permitiu o registro de freqüências tão baixas. O filtro utilizado mostrou-se extremamente adequado, retirando da aquisição ruídos provenientes do ambiente, mas preservando a faixa de freqüência dos assobios que foram registrados. Uma amostra insignificante dos assobios registrados (somente seis assobios, representando 0,34% do total) apresentou freqüências abaixo deste limite, sendo que para estas freqüências terem sido registradas dentro da faixa ativa do filtro, estes assobios certamente possuíam intensidade muito forte. A figura 51 demonstra a atenuação que ocorre para a freqüência mínima registrada, de 1.384,1 Hz. Oswald *et al.* (2003) igualmente utilizaram um filtro para cortar freqüências inferiores a 2 kHz e superiores a 20 kHz, para evitar *aliasing*, sendo que o sistema de gravação usado foi similar ao do presente estudo.

Figura 51. Representação gráfica (em escala logarítmica) dos valores de atenuação na faixa de atuação inferior do filtro (linha vermelha), mostrando os valores de dB referentes à mínima frequência registrada para um assobio, de 1.384,1 Hz. Valores de frequência em Hz (eixo x) e de amplitude em dB (eixo y).



As frequências máximas e mínimas, verificadas para os assobios do grupo (sem distinção de tipos de contorno; ver adiante: tipos de assobio) se enquadraram no observado para outras populações, embora os resultados pareçam um pouco mais limitados em respeito ao intervalo de frequência onde os assobios variaram. Para as frequências máximas registradas para este grupo, o valor mais extremo foi de 17.153,6 Hz, quase 3 kHz abaixo do limite de corte superior do filtro. Mesmo que frequências mais altas tivessem sido emitidas pelos animais, estas teriam apenas sofrido uma atenuação, similar à descrita para a faixa inferior de corte do filtro, permitindo que frequências até um pouco mais de 20 kHz tivessem seu registro permitido. Apesar disto, os assobios do grupo não ultrapassaram a faixa de 17,2 kHz, garantindo uma margem de segurança ainda maior para a utilização do filtro, sem perda na qualidade do registro das emissões destes animais. Matthews *et al.* (1999) analisaram os parâmetros acústicos de várias espécies de cetáceos, onde *T. truncatus* apresentou, entre diversos trabalhos comparados por eles, assobios com frequência máxima de 21,6 kHz (em Wang *et al.*, 1995a). Apesar disto, o resultado descrito por eles incluía frequências de harmônicas, que pode ter alterado o valor de frequência superior. A frequência máxima

registrada por Schultz & Corkeron (1994) foi de 16 kHz, inferior à registrada no presente trabalho, embora tenha sido nitidamente cortada pela limitação do sistema de aquisição utilizado por eles.

As frequências mínimas e máximas foram as que apresentaram menor coeficientes de variação. O intervalo de variação de frequência e a duração foram os mais variáveis para o grupo de golfinhos de Tramandaí, com a duração apresentando um coeficiente de 68% e variação. A média da duração dos assobios analisados no trabalho de Steiner (1981) foi de 1,3s, bastante elevada em comparação com a média de aproximadamente 0,4 s dos assobios de Tramandaí, mas o coeficiente de variação foi menor, com apenas 48% (o do presente estudo foi de 68%). Ling (1996) observou que os maiores valores dos coeficientes de variação de *T. truncatus* no estuário de Sado, Portugal e Moreton Bay, Austrália, também foram encontrados na duração, assim como no número de pontos de inflexão, sendo que a frequência máxima foi o parâmetro menos variável. Azevedo & Simão (2002) notaram uma tendência similar para os parâmetros de frequência dos assobios de *S. fluviatilis*, que apresentaram os menores coeficientes de variação, e a duração e número de pontos de inflexão apresentando os maiores valores.

Steiner (1981) obteve uma média para as frequências máxima e mínima de 16,2 kHz e 7,3 kHz, respectivamente, ambas maiores que a do presente trabalho, embora os coeficientes de variação tenham sido muito similares (17% e 23%). Mais uma vez, para os valores médios de frequência inicial e final, os valores encontrados por ele foram superiores (11,2 kHz e 10,2 kHz), mas os coeficientes de variação foram novamente semelhantes (35% e 36%).

É provável que a alta variabilidade na duração e número de pontos de inflexão dos assobios dentro do grupo reflita o resultado da modulação destas partes da estrutura dos assobios por parte dos animais, para carregar informação analógica adicional, e pode ser também o reflexo de sua alta variabilidade interindivíduo, usada para diferenciação individual entre os animais (Wang *et al*, 1995b). Contudo, a caracterização dos parâmetros acústicos e seus graus de variação parecem ser aplicados de maneira mais adequada quando a avaliação é feita dentro dos vários tipos de assobios observados, que muitas vezes possuem frequências iniciais e finais, por exemplo, completamente opostas, devido ao fato de possuírem padrões de modulação diferentes. Os parâmetros espectrais e temporais e os coeficientes de variação podem ainda auxiliar na caracterização dos tipos de assobios, e para tanto uma análise mais detalhada encontra-se mais adiante (ver adiante: tipos de assobios).

A análise dos parâmetros acústicos dos assobios, analisados conjuntamente, oferece informações a cerca das vocalizações do grupo, e é representativo de todos os animais.

Poderia existir, porém, a possibilidade de influência de um único indivíduo sobre os padrões de vocalização do grupo, mas como percebido neste e em outros trabalhos, existe uma gama de variabilidade de assobios que um mesmo animal pode emitir. De fato, o registro acústico obtido isoladamente para um único animal, por exemplo o indivíduo I₈ (ver adiante: assobios individuais?), apresentou uma variedade de tipos de assobios, do mesmo modo que seus assobios apresentaram uma variedade de pontos de inflexão, modulações, durações, frequências iniciais, finais, máximas e mínimas. Outro exemplo são os assobios múltiplos, com até 10 pontos de inflexão. Do total dos assobios múltiplos do grupo, as fêmeas e filhotes contribuíram com 20,2% (ver: capítulo I: assobios *versus* mãe e filhote). Apesar disto, o número de inflexões média do grupo continuou sendo de 1,63 (ver: capítulo I: pontos de inflexão). Com isto, embora possam haver diferenças no padrão de modulação de assobios individuais, modulação esta que ocorre dentro de um limite mínimo e máximo de duração e frequência, os parâmetros espectrais e temporais individuais parecem não afetar de forma significativa os valores gerais do repertório do grupo.

5.2.3. 2. Adaptação ecológica

O fato de espécies viverem em diferentes habitats pode exercer uma considerável influência na evolução da comunicação sonora. Uma causa potencial da variação de particular interesse é a adaptação vocal ao ruído ambiental de fundo em diferentes áreas.

Wang *et al.* (1995a), em uma comparação entre duas populações de *T. truncatus*, encontrou que as variáveis de frequência tem a menor variabilidade intrapopulacional, ao contrário da duração e número de inflexões, podendo refletir a adaptação evolutiva do animal às condições ecológicas do seu ambiente. Os resultados obtidos no presente trabalho parecem concordar com esta afirmação, onde as maiores variações foram encontradas nos coeficientes de variação da duração e na diversidade de inflexões dos assobios.

Para outras espécies, esta tendência parece se repetir. Wang *et al.* (2001), analisando os assobios de *S. fluviatilis* e *I. geoffrensis*, verificou que todas as variáveis de frequência tiveram os coeficientes mais baixos, e a duração os coeficientes mais altos. Os assobios de frequência mais baixa foram relacionados à *I. geoffrensis*, e os de alta frequência à *S. fluviatilis*. Adaptações evolucionárias parecem ter forçado *I. geoffrensis* a emitir assobios em um intervalo de frequência estreito e baixo (Wang *et al.*, 1995a), uma vez que sinais de baixa frequência têm melhor capacidade de refração. Portanto, diferenças do habitat podem levar a diferenças nos parâmetros dos assobios, embora a relação linear entre tamanho corpóreo e comprimento de onda sejam sugeridos para outros odontocetos (Matthews *et al.*, 1999).

Em um trabalho de comparação de vocalizações de cinco espécies de delphinídeos do Atlântico Norte (a baleia-piloto de peitorais longas, *Globicephala melas*, o golfinho pintado do Atlântico, *Stenella frontalis*, *T. truncatus*, *D. leucas* e *S. longirostris*), onde também foi observada a tendência de maior variação na duração e pontos de inflexão (Steiner, 1981), o grau de diferenças encontradas nas vocalizações entre estas cinco espécies foi relacionado às relações de alopatria/simpatria. Se as espécies de golfinhos utilizam assobios para comunicação espécie-específica, *G. melas* e *T. truncatus* necessitariam ter assobios altamente característicos por causa do grande número de possíveis espécies simpátricas a sua ampla distribuição, com os resultados suportando esta predição. Sugere ainda que espécies mais relacionadas filogeneticamente parecem apresentar maiores similaridades entre as vocalizações, embora Wang *et al.* (1995b) tenha sugerido que *T. truncatus* habitando áreas não adjacentes presumivelmente desenvolvem características acústicas únicas devido ao isolamento geográfico.

A frequência máxima apresentou o menor coeficiente de variação para cada espécie. Steiner (1981) sugere que a frequência máxima se adapta ao critério dual para a característica espécie-específica, que é a baixa variabilidade intra-espécie e alta variabilidade interespecie. A frequência máxima dos assobios do grupo de *T. truncatus* da barra de Tramandaí foi o parâmetro com menor coeficiente de variação, atingindo valores de até 17 kHz, mas a média se encontrando bem abaixo, em 10 kHz. Futuras comparações com grupos de áreas adjacentes podem testar a hipótese apresentada pelos autores.

Steiner (1981) sugeriu que a duração e o número de pontos de inflexão pode ser importante para diferenciação individual. A grande variabilidade intra-espécie na duração e número de pontos de inflexão dos assobios registrado por ele pode implicar que os animais modulam estas partes da estrutura dos assobios para carregar informação analógica adicional, e também pode ser um reflexo de sua relativamente alta variabilidade interindividual que pode servir para diferenciação individual do golfinho. Ao contrário, variáveis com coeficientes de variação altamente intraespecíficos podem comunicar informação sobre indivíduos ou grupos, tais como identidade ou estado emocional. Wang *et al.* (1995a,b) e Steiner (1981) sugerem que duração e número de inflexões mostram isto: duração tem relativamente baixos componentes intraespecíficos e altos intralocais, comparados às variáveis de frequência (Rendell *et al.*, 1999).

De acordo com Wang *et al.* (1995b), o intervalo de variação dos assobios de *T. truncatus*, registrados principalmente em águas costeiras, foi menor do que o intervalo de variação de *L. obscurus* e das 3 espécies de *Stenella* analisadas (que foram basicamente

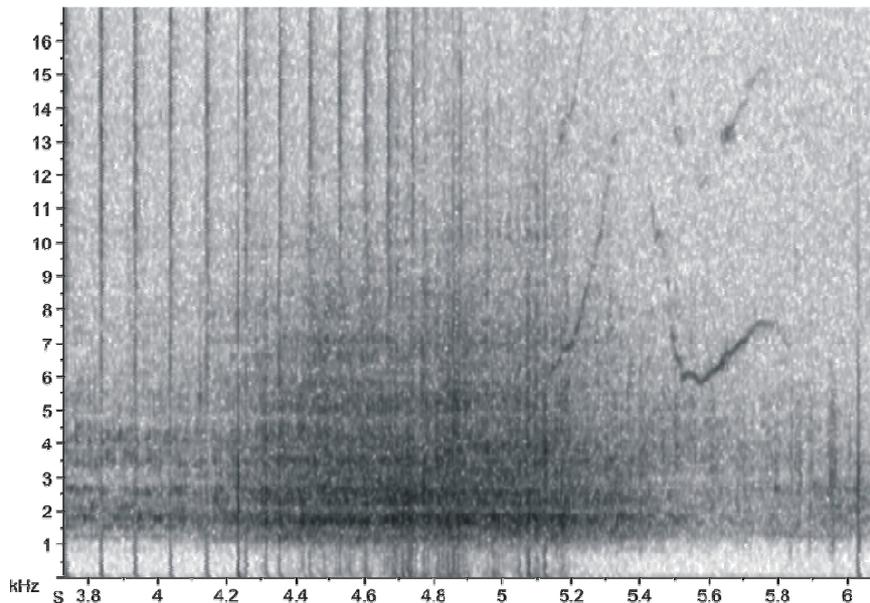
espécies oceânicas ou vivendo em águas claras). Os autores fazem uma ampla generalização: ‘espécies pelágicas tem assobios com um intervalo de frequência maior com maior modulação de frequência que espécies costeiras, e espécies de rio tem um âmbito muito menor do que as oceânicas, com pouca variação de frequência’. A falta de obstáculo interferindo em oceanos abertos parece favorecer o uso de frequências mais altas e intervalos de frequência mais amplos, uma vez que permitem assim uma melhor utilização das pistas binaurais.

De modo geral, altas frequências, maiores durações e mais inflexões foram relacionadas com áreas que apresentaram relativamente mais ruídos ambientais (Wang *et al.*, 1995a), motivo pelo qual Wang *et al.* (1995b) sugerem a existência de um nicho acústico específico em relação ao ambiente. Dalheim *et al.* (1984) *apud* McCowan *et al.* (1998), mediram vários aspectos de ruído ambiental e vocalizações de *T. truncatus* na laguna Baixa Califórnia, e registrou que vocalizações de golfinhos geralmente ocorrem em frequências acima ou abaixo dos ruídos biológicos. Já Scarpaci *et al.* (2000), relacionaram o aumento na emissão com a presença de embarcações, sugerindo que o comportamento dos animais e a coesão do grupo podem ser afetados, e sugerem que o monitoramento vocal do comportamento dos animais pode ser utilizado no monitoramento de impactos das atividades humanas em populações de golfinhos.

No presente estudo, não foi possível a verificação de um provável aumento do intervalo modulação dos assobios, devido à limitação do sistema de aquisição e da intensidade momentânea causada pela passagem da embarcação. Esta possibilidade aguarda investigações de níveis de ruídos de fundo, das frequências geradas pelo motor, e uma análise mais detalhada dos assobios em relação a estas interferências. Contudo, como a frequência máxima registrada para os assobios encontrou-se dentro da faixa de frequência do sistema, é muito improvável que os animais tivessem deslocado completamente o intervalo de modulação da frequência de seus para valores acima de 20 kHz. Assobios foram registrados simultaneamente ao registro de ruídos de motor de embarcações observadas na área (Figura 52), e também com outras embarcações relacionadas a esportes náuticos (lanchas e jet-skis). A interferência causada por estas embarcações ocasionou muitas vezes perda de qualidade de registro dos sinais dos animais, mas ainda assim é possível sugerir que os animais da área não alteram seus assobios para frequências superiores, visto que mesmo deslocamentos parciais do intervalo de modulação de frequência dos assobios seriam percebidos pelo corte nas frequências superiores de algum assobio.

Entretanto, devido ao intenso ruído no momento da passagem das embarcações, esta possibilidade pode não ter sido observada, caso tenham ocorrido exatamente no momento em que a embarcação passava junto ao transdutor (não necessariamente próxima ao animal). Além do fato de não poder ser feita a extração correta dos parâmetros dos assobios nestes momentos de maior intensidade de ruído, o número de assobios também não pôde ser quantificado, para verificação de alterações na taxa de emissão.

Figura 52. Espectrograma mostrando a ocorrência de um assobio na mesma banda de frequência do ruído de um motor de uma embarcação. O ruído é visualizado na parte central (entre 4,2 a 5,2 s), encobrindo a porção inicial da frequência fundamental do assobio (terço final do espectrograma). Valores de frequência em kHz (eixo y), e tempo em segundos (eixo x).



5.2.3.3. Tipos de assobios

Vários pesquisadores têm estudado os assobios por visualmente classificar os contornos subjetivamente em categorias qualitativas (e.g., Dreher & Evans, 1964; Tyack, 1986; Caldwell *et al.*, 1990; Sayigh *et al.*, 1995; Janik, 1999).

A inclusão dos assobios em categorias similares, a verificação de sua ocorrência, assim como a caracterização de maior ou menor variabilidade nos padrões de modulação dos sinais, permitem gerar um quadro representativo da diversidade do repertório vocal de indivíduos ou grupos. Os assobios registrados para o grupo se enquadraram nos aspectos gerais observados em outros trabalhos, onde os assobios são geralmente classificados

primeiramente de acordo com o padrão de modulação geral que apresentam ao longo de sua frequência fundamental. No presente estudo, cinco grandes diferentes tendências foram encontradas, com algumas formas predominando nitidamente sobre outras.

A classe de assobios ascendentes (grande grupo A) predominou sobre as outras classes, com 45,6% de ocorrência, embora os assobios deste grupo tenham apresentado poucas variações no contorno da fundamental, o que sugere ser este o tipo de assobio mais estável encontrado no grupo (grande ocorrência + pouca variação). McCowan & Reiss (1995b, 2001) também observaram ser esta classe emitida pela maioria dos golfinhos.

O segundo mais frequente (29,5%) foi a classe de assobios com modulação semelhante a uma parábola, muitas vezes referido como ‘convexo’ por outros autores. Nesta classe (grande grupo C) ocorreram as formas mais diversas de assobios. A terceira e última classe com amostragem representativa foi o grande grupo E, de assobios múltiplos, com frequência de 23,2% dentro do repertório analisado.

As outras duas classes (descendentes e côncavos) apresentaram baixa amostragem, perfazendo juntas apenas 1,7% de todos os assobios. Para todas as classes, a frequência inicial foi o valor espectral que apresentou maior variação, parecendo ser o parâmetro que mais coincidiu com a variabilidade observada entre eles.

5.2.3.4. Modulações gerais de frequência

Wang *et al.* (2001) avaliaram os valores de modulação baseados na diferença entre a média de valores extremos de frequência máximas e mínimas. Os valores obtidos, entretanto, não parecem corresponder à modulação real de um assobio. Estes valores podem representar assobios que possuem toda a sua modulação observada em um valor extremo. Por exemplo, para as frequências mínimas, um determinado assobio, que está contribuindo para a média mínima do grande grupo, pode possuir sua frequência máxima também nesta faixa de frequência inferior, estando modulado totalmente em frequência baixas. O mesmo pode acontecer para assobios modulados totalmente em frequências altas. Portanto, para inferir sobre modulações dos assobios, o primeiro critério seria utilizar a variação de frequência observada dentro do delta de frequência (intervalo de variação de frequência), e não através dos extremos gerais, que inclui valores de assobios que se comportaram diferentemente quanto ao alcance de sua modulação. O espectro de ocorrência destes assobios pode ser amplo, mas uma única unidade não necessariamente segue este padrão. Analisando-se os máximos e mínimos do intervalo de variação de frequência, obtêm-se um padrão de modulação que reflete mais fielmente a modulação das unidades.

O grande grupo A, de assobios ascendentes, apresentou a maior variação de intervalo de frequência, significando que nesta classe podem ser encontrados os assobios com maior diferença entre os extremos mínimos e máximos. O menor valor do grupo foi de 1.859,1 Hz, e o maior de 17.153,6 Hz, valor igual ao máximo encontrado para o grupo, embora o máximo de variação dentro de um mesmo assobio tenha sido de 12,6 kHz. Estes dados coincidem com o alto valor do coeficiente de variação (45%) do intervalo de frequência do grande grupo A, o valor mais alto depois do coeficiente de variação da duração (parâmetro que, mais uma vez, representou os maiores valores, neste caso observado em todos os grandes grupos). O coeficiente de variação da frequência inicial foi maior (31%) que da final (25%). Muito provavelmente este é o parâmetro que infiltra a variação encontrada no intervalo de frequência deste grupo de assobios ascendentes.

Apesar disso, a modulação de um assobio não depende somente do critério de intervalo de frequência, pois assobios mais variados, em termos de mudanças no contorno (pontos de inflexão) ao longo de sua frequência fundamental, foram encontrados em outras classes. Um outro critério é ainda a inclinação destas modulações, indicando a rapidez de variação das frequências ao longo do tempo, embora este último parâmetro não tenha sido extraído no presente trabalho. Somente o número de inflexões já aumenta significativamente a caracterização de um assobio, pois qualifica suas modulações em termos de variações de ascendência e descendência.

No grande grupo E foi encontrado o maior número de inflexões, embora todas as modulações tenham ocorrido em uma determinada faixa de frequência. O menor valor do grupo foi de 2.757,1 Hz, e o maior de 16.494,6 Hz, mas a maior modulação registrada dentro de uma mesma unidade ocorreu em um intervalo de 11.3 kHz, aproximadamente 1,3 kHz menor que a variação registrada no grande grupo A. Todas as modulações encontradas no grande grupo E ocorreram dentro de uma determinada faixa de frequência, que é menor que a dos assobios ascendentes, confirmando-se então que um simples critério de avaliação, como variação do intervalo de frequência, não é suficiente para qualificar um assobio quanto à sua modulação.

Os pontos de inflexões do grande grupo E, com exceção do ponto 10, de baixa ocorrência, apresentaram de 22 a 36 % de coeficiente de variação, o que sugere que estas modulações (inflexões) variaram de forma similar ao longo do contorno da frequência fundamental. Ainda em relação às inflexões, o ponto de inflexão 1 ocorreu em todos os grandes grupos, mas considerando-se somente os mais representativos, A, C e E, o grande grupo C apresentou o menor coeficiente de variação (16%). Esta classe de assobios, onde

foram classificados os tipos semelhantes a uma parábola, obtiveram o segundo maior valor, depois do grande grupo A, de variação de intervalo de frequência (11.4 kHz), indicando que o alcance das modulações nesta classe foi um dos maiores.

5.2.3.5. Categorias e subcategorias

O maior detalhamento dos sons de cada um dos grandes padrões de modulação verificados propicia o reconhecimento de uma grande diversidade de formas e parâmetros acústicos. As categorias e subcategorias observadas mostraram várias diferenças nas modulações dos sinais, sendo que esta variabilidade representou a diversidade de sinais do grupo de estudo. A diversidade de formas observada (n=34) pode ser reflexo de um repertório de sinais que são compartilhados por todos os indivíduos, em maior em menor grau de emissão, que pode variar segundo o contexto e/ou indivíduo. A variabilidade de assobios com estereotípias na modulação da frequência fundamental pode ainda indicar que estes representam assobios individuais (ver adiante: assobios individuais?), emitido por diferentes animais, onde a cópia dos assobios para reconhecimento e transmissão de informações individuais pode incrementar o repertório do grupo.

Caldwell & Caldwell (1968) obtiveram 5 tipos básicos de assobios através da análise de 1.400 assobios produzidos por 4 indivíduos cativos. Dreher & Evans (1964) descreveram 17 contornos diferentes entre 9 animais. Tyack (1991) registrou, de 586 assobios de animais cativos, apenas 3 categorias, mas uma delas foi considerada a categoria ‘assobios secundários’, onde, muito provavelmente, vários tipos poderiam estar representados. O próprio autor concorda que os animais provavelmente discriminam diferenças dentro de suas amplas categorias. Talvez o grande número registrado para os animais de Tramandaí tenha sido reflexo da categorização de variações mínimas nos assobios, visto que certas subcategorias foram totalmente subrepresentadas, muitas vezes com apenas um ou dois assobios caracterizando-a, mas o objetivo foi exatamente caracterizar o máximo de variações possíveis para o grupo, caracterizando, talvez, tipos que possuam significado para os animais devido a sua variação, como informações individuais ou variações relacionadas à determinadas situações.

Diferentes trabalhos apontam diferentes tipos de modulação de assobios. Erber & Simão (2004) observaram que 82% dos assobios de *S. fluviatilis* na Baía de Sepetiba, foram do tipo ascendente, e dividiram os tipos em 124. Driscoll (1995) *apud* Bazúa-Duran & Au (2002), classificou os assobios em sete categorias, incluindo a categoria definida como chirps, que são assobios com duração menor que 300 ms. Vários assobios registrados aqui foram

similares quanto ao contorno da fundamental àqueles descritos por Dreher (1961), em um dos trabalhos iniciais a respeito da descrição do repertório dos golfinhos, realizado com duas espécies: *T. truncatus* e *Lagenorhynchus obliquidens*. Dos 12 tipos descritos pelo autor, 10 foram semelhantes às subcategorias 1, 14, 15, 18, 20, 21, 23, 25, 27 e 29 do presente estudo. Uma das categorias descritas por ele foi semelhante à subcategoria 27, mas inversa, e outra apresentou modulação praticamente constante e terminando de forma descendente. Classes de assobios com pouca ou nenhuma modulação (assobios constantes) não foram observadas no presente trabalho. Bazúa-Duran & Au (2002) classificaram os assobios de *S. longirostris* em seis categorias, incluindo uma que se caracteriza por uma modulação constante (com 9%), embora a maioria tenha sido ascendente (47% dos assobios). Os assobios descritos pelos autores como convexo, atingiu 20%, e no presente estudo 29%, um valor bastante similar ao aqui registrado. Já os descendentes que aqui corresponderam a apenas 1%, compreenderam 13% para *S. longirostris*. Os assobios múltiplos, que perfizeram 23% do repertório de assobios, compreenderam apenas 6% dos valores de Bazúa-Duran & Au (2002).

Algumas das categorias descritas para *Delphinus delphis* também se assemelham com algumas das classes do presente trabalho. Em particular a categoria descrita como Dd₃ (Moore & Ridgway, 1995), que se assemelha com o grande grupo C. Os autores observaram que estes assobios foram muitas vezes emitidos em séries, podendo ainda ter sido acompanhados por outros tipos de sons pulsantes. Desta categoria, 35% apresentou alguma de suas frequências abaixo de 1 kHz, a atingiram até 19,8 kHz. Dois de seus tipos (Dd₂ e Dd₄) podem ser considerados semelhantes ao grande grupo A, visto caracterizarem-se por apresentar um padrão de modulação ascendente, e assim como no presente trabalho, foi uma das classes mais frequentes de assobios.

A frequência final dos assobios de estudos prévios foi sempre mais alta ou baixa do que a frequência inicial, mas nunca igual (Caldwell *et al.*, 1990). Este caráter qualitativo pode ajudar na distinção de populações locais ou de espécies. Bazúa-Durán (2004), analisando os assobios de *S. longirostris* e *T. truncatus*, encontrou diferenças entre a frequência inicial e final para ambas, onde a primeira espécie apresentou a frequência inicial 16% mais baixa que a frequência final, ao contrário de *T. truncatus*, que apresentou diferenças variadas. Azevedo & Simão (2002) determinaram que as frequências finais foram em média mais altas que as frequências iniciais para *S. fluviatilis*. Vários estudos demonstram que *S. fluviatilis* emite preferencialmente assobios de frequências ascendentes (Wang *et al.*, 2001; Azevedo & Simão, 2002), embora possa variar entre diferentes populações.

As frequências iniciais e finais do presente estudo apresentaram diferenças estatisticamente significativas para todos os grandes grupos, com exceção do grande grupo D. No grande grupo A, de assobios ascendentes, evidentemente a frequência final é maior. No B, o inverso é verdadeiro. No E, de assobios múltiplos, verificou-se um padrão de assobios terminando em ascendência. Já no grande grupo C, de assobios em parábola, como a análise para a categoria apontou diferença, realizou-se a mesma análise para suas 13 subcategorias, onde foi encontrada grande variação entre todas elas. Algumas de suas subcategorias apresentaram igualdade entre as frequências iniciais e finais, e outras variaram entre maior frequência sendo a inicial ou final.

Quanto aos tipos ascendentes, a subcategoria 14, onde foram classificados todos os assobios ascendentes e sem inflexões, foi a categoria predominante da categoria II (77,6%), sendo os assobios menos modulados do repertório avaliado. Os 22,5% dos assobios que iniciaram de forma descendente nesta categoria apresentaram somente uma pequena porção iniciando de forma negativa, logo em seguida ascendendo em frequência de maneira característica e praticamente sem maiores modulações. A categoria II apresentou a maior frequência máxima (neste caso, igual à frequência final), se comparada às outras categorias, muito provavelmente devido ao fato de seu assobio possuir modulação ascendente. Outras categorias também apresentaram a porção final do assobio ascendente (categorias IV e VIII), mas nestas a frequência final não atingiu valores tão extremos. Independentemente da categoria em que os assobios foram agrupados, a modulação ascendente final do grupo foi predominante.

A caracterização das vocalizações dos animais não pode ser relacionada somente com diferenças estruturais dos assobios, baseadas em alguns parâmetros acústicos. A associação de valores quantitativos (espectrais e temporais) com a avaliação qualitativa dos assobios (modulação do contorno) pode oferecer um quadro muito mais representativo do repertório do grupo. Além disto, a complexidade dos sons emitidos por *T. truncatus* em condições naturais também parece ser caracterizada pelo contexto em que ocorrem.

5.2.4. Contexto de ocorrência

Trabalhos atuais no estudo da emissão sonora visam entender o significado comportamental de vários sinais acústicos, observando os comportamentos específicos e/ou contextos nos quais ocorrem. Pesquisas na função dos assobios mostram que, embora sua exata função ainda esteja sob debate (Janik, 1999; McCowan & Reiss, 2001) (ver adiante: problemática do assobio assinatura), existe um consenso geral de seu importante papel em

manter contato entre indivíduos dispersos (Janik, 2000). Todas as espécies com grande mobilidade, em que a associação com outros indivíduos do grupo é uma vantagem, necessitam de um mecanismo para manter a coesão do grupo.

O conhecimento e a exata extração dos parâmetros acústicos dos sons é o primeiro passo na tentativa de avaliar sua função dentro da estrutura social dos animais. Em um segundo momento, a verificação da diversidade dos sons emitidos por determinado grupo pode indicar seu grau de organização, assim como a função das vocalizações. O comportamento de pesca cooperativa verificada para este grupo está entre uma das mais marcantes atividades alimentares desta espécie no Brasil (Simões-Lopes, 1995), sendo que os sons emitidos pelo presente grupo podem estar também representando diretamente esta especificidade (ver também adiante: sons pulsantes). Através do exame dos repertórios (tipos de assobios) e frequência de ocorrência de cada tipo (uso do assobio), foi verificada uma distribuição diferencial dos sons de acordo com o número de animais na área (tamanho de grupo) e com diferenças na composição destes grupos. Em relação ao comportamento de interação com a pesca descrito para a área, no presente trabalho ainda não foram realizadas as análises de correlação de comportamentos com as vocalizações, embora os resultados possam vir a demonstrar que existam padrões particulares emitidos durante estas situações, sendo ainda interessante que se façam comparação dos resultados com os dados obtidos nas outras áreas onde esta interação é registrada.

Apesar de animais solitários predominarem as observações, o maior número de assobios foi diretamente relacionado aos momentos de associação, onde 81,4% dos assobios foram registrados. Mais da metade de todos os assobios registrados para os animais foi, entretanto, na presença de fêmeas com filhotes, sugerindo a importância dos assobios para incremento da transmissão de informações neste período.

Fêmeas e seus filhotes tiveram seus registros obtidos sempre juntos. Em uma avaliação dos indivíduos que compunham os grupos, nos momentos do registro acústico, ambas fêmeas e seus respectivos filhotes estiveram sempre presentes em qualquer agrupamento do tipo 5, 6 e 7, com 100% de representação, mas nunca nos quartetos. Nas duplas e trios, variaram a ocorrência, predominando nas avistagens de duplas, com 58,4% de representação, mas nos trios contribuíram com apenas 31,4% de presença. Como as duplas foram o agrupamento que mais resultou em registros de assobios, pode se especular que grande parte deste registro acústico teve influência direta da presença de uma das duas duplas mãe-filhote. Os assobios foram emitidos, nestas ocasiões de associação, de maneira repetitiva e freqüente, formando longas seqüências onde mais de um tipo de assobio estava presente.

Na única ocasião em que foi registrada na barra a presença de outro animal (M_1), identificado para o estuário do rio Mampituba, somente três assobios foram registrados, mas que não representaram o início da associação de 15 minutos verificada entre este golfinho e mais três animais do grupo de Tramandaí, como descrito no item 4.1.3. Estes três assobios se enquadraram nos grandes grupos A ($n=2$), de assobios ascendentes, e C ($n=1$), de assobios em fórmula de parábola (Anexo 18), não sendo registrado nenhum assobio caracteristicamente diferente dos outros observados, embora os assobios registrados possam .

5.2.4.1. Seqüências

Estas seqüências se caracterizaram por apresentar uma alta taxa de emissão, onde foram registrados até mais de 30 assobios/minuto. Este padrão seqüencial foi bastante distinto do modo como o restante dos assobios foram emitidos, onde em geral animais solitários emitiam apenas um ou dois assobios, com intervalos de vários minutos até mais de uma hora, onde era registrada apenas a emissão de cliques de ecolocalização e outros sons pulsantes (ver adiante: outros sons registrados e a problemática das harmônicas).

Em agrupamentos com filhotes, foi verificada uma alta taxa de emissão de assobios, com grande número assobios múltiplos. Estes estão compreendidos no grande grupo E, cujo valor para estes agrupamentos foi de 63,2% de todos os assobios deste padrão emitidos para o grupo, e perfizeram 28,8% do repertório de grupos com filhotes. É importante salientar que, embora os assobios múltiplos tenham compreendido em torno de $\frac{1}{4}$ dos assobios de agrupamentos com filhotes, este tipo de assobio predominou nestas ocasiões, indicando um papel importante na comunicação entre os animais. Caldwell *et al.* (1990) também observaram que os golfinhos tendem a aumentar a variabilidade no número de loops por assobio quando estão associados. O aumento no número de loops nestas condições sugere que assobios múltiplos estão vinculados diretamente à organização social dos indivíduos. Uma vez estabelecido o contato, os autores sugerem que a alta variabilidade no número de loops poderia então refletir aumento na comunicação de outras informações que não a identidade individual.

Já que repetições de loops podem ser vinculadas ao aumento ou reforço de informação (fato crucial para a fase de aprendizagem tão conhecida para esta espécie), a emissão repetida de assobios múltiplos no presente trabalho pode também indicar diretamente um aumento de comunicação de informações variadas. Sua repetição pode também revelar a importância de determinada informação, embora modificações possam ser notadas entre alguns assobios similares (ver adiante: assobios individuais?), sugerindo ainda variação no significado. Lang

& Smith (1965) também observaram a emissão de numerosos sons em trocas sequenciais entre dois animais cativos separados um do outro, e onde poucas superposições foram registradas. Lilly & Miller (1961b) também já haviam registrado que, quando em associação, a taxa de emissão e complexidade dos assobios aumenta, podendo ocorrer a alternância de vocalizações entre dois indivíduos, embora também tenham registrado raros casos de sobreposição dos assobios. Janik & Slater (1998), entretanto, não registraram longos ‘duetos’ entre animais cativos.

A ocorrência de sobreposição registrada aqui pode refletir situações diferentes nas quais os animais de vida livre se encontram, principalmente em momentos de associação. Em situações naturais, pode ser necessária a emissão de muitos sinais diferentes, podendo ocorrer muitas vezes a sobreposição dos sinais emitidos, mas a comunicação parece não ser prejudicada, provavelmente pela habilidade e sensibilidade auditiva apresentada por estes animais (ver também: Capítulo I: sons de ecolocalização e sensibilidade auditiva: uma breve revisão).

A ausência de assobios constantes, caracterizado pela constância de uma frequência ao longo do tempo (na verdade, a ‘falta de modulação’), parece corroborar com as sugestões acima, de que um maior número de informações transmitidas está diretamente relacionada com assobios apresentando maiores modulações, e que estes estão relacionados a contextos em que esta transmissão é essencial para o aprendizado e organização do grupo. Animais de vida livre parecem possuir assobios com maior taxa de modulação que animais de cativeiro (Milksis *et al.*, 2002).

No presente estudo, vários tipos de assobios, múltiplos e simples, emitidos de forma repetitiva ou intercalados por outro tipo, foram observados. Somado aos vários casos de sobreposição verificados, estes padrões parecem sugerir uma intensa troca de informações entre os animais em vários momentos. Nestas situações de emissão sequencial e sobreposições, principalmente em relação aos assobios múltiplos, foi possível se observar uma nítida diferença no intervalo de variação de frequência entre os assobios emitidos durante este padrão sequencial. Apesar da dificuldade inerente à observação de mães e filhotes em campo, onde a dupla permanece associada praticamente todo o tempo, sugere-se aqui a possibilidade de que os filhotes poderiam estar imitando os assobios de suas mães (ver adiante: mímica e adaptações à diferenças de pressão), visto ocorrerem padrões de modulação similares, mas com parâmetros acústicos diferentes. Filhotes desta espécie parecem emitir assobios com intervalo de modulação de frequência mais estreito (Caldwell & Caldwell, 1979 *apud* Monteiro-Filho & Monteiro, 2001; Sayigh *et al.*, 1990). O contorno dos assobios dos

filhotes, como salientado por Sayigh *et al.* (1990), pode se tornar mais complexo após a separação de sua mãe. Caldwell *et al.* (1990) observaram também que o maior número de loops, a modulação e o aumento da duração dos assobios é uma função da idade, sendo que todos estes parâmetros parecem aumentar significativamente, tendência também observada por McCowan & Reiss (1995a) e Sayigh *et al.* (1995).

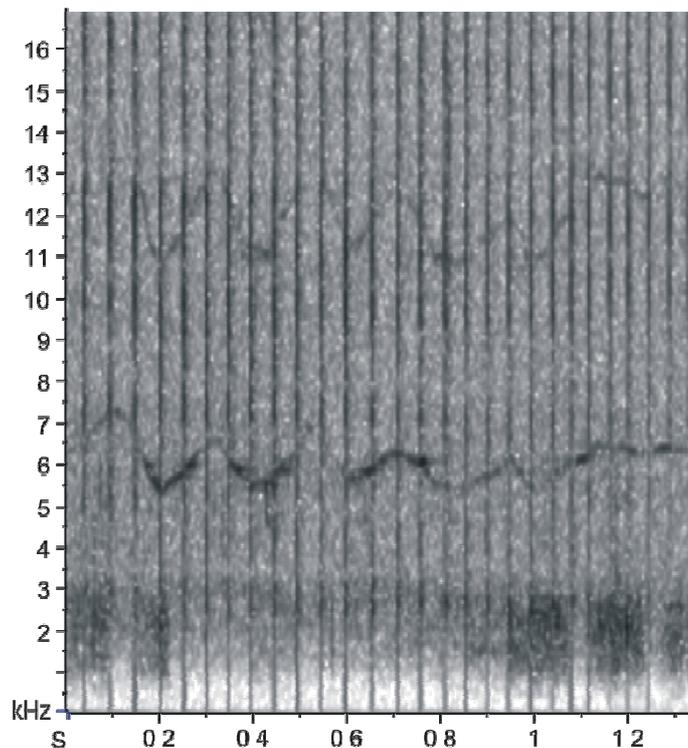
Embora estas variações não possam ser verificadas no presente trabalho de forma mais consistente, é bastante provável que os assobios pertencentes às seqüências emitidas somente entre mães e filhotes apresentem um padrão similar ao exposto acima. Assobios múltiplos variaram de mais de duas inflexões até 10, e o intervalo de frequência também apresentou variação, com máximo de variação de frequência de até 11,3 kHz, mas variando desde assobios que apresentaram toda sua modulação dentro de 2,7 kHz até assobios que variaram mais de 16,5 kHz. Estes valores não foram observados para as frequências iniciais ou finais, mas para os pontos de inflexão ao logo do assobio. Os assobios múltiplos, então, com mais inflexões e maior modulação de frequência, poderiam ser vinculados às fêmeas, e assobios similares, com menos inflexões a menor modulação, aos filhotes, embora esta hipótese ainda tenha que ser testada para estes animais. Há ainda a sugestão da perda de energia, em alguns destes longos assobios múltiplos, nos loops finais (Caldwell *et al.*, 1990), onde a emissão de assobios muito longos parece improvável para animais mais jovens.

Sinais estruturalmente mais variados e complexos são mais adequados para carregar informação em vários estados emocionais do emissor em curtas distâncias (Morton, 1977). Vários trabalhos têm proposto que o aprendizado vocal no primeiro ano de vida provavelmente contribua para a aquisição do repertório de assobios do adulto (Caldwell *et al.*, 1990; Sayigh *et al.*, 1990; McCowan & Reiss, 1997). McCowan & Reiss (1995a), entretanto, observaram que a produção contínua de estruturas múltiplas não parece ter um papel dominante em animais nadando livremente e indivíduos interagindo socialmente em grupos sociais cativos, e sugere que assobios múltiplos também não devem ter um papel predominante em indivíduos de vida livre, afirmação que parece não coincidir com os achados do presente estudo.

Thomsen *et al.* (2001), através de medidas dos parâmetros acústicos de orcas, sugerem que esta espécie tem vocalizações muito mais complexas do que os assobios descritos para outros delfinídeos, onde até 71 inflexões foram registradas. Segundo Caldwell *et al.* (1990), não se sabe qual o limite de número de loops por assobio que um golfinho pode emitir. No presente trabalho foram registrados alguns assobios, não incluídos na análise por não apresentarem nitidez suficiente e ocorrerem sempre de maneira concomitante a pulsos de

ecolocalização, que apresentaram muito mais pontos de inflexão que os avaliados nos assobios selecionados (Figura 53). Apesar do grande número de inflexões, caracterizaram-se também por um intervalo de variação de frequência sempre muito pequeno, dentro do qual ocorreram várias modulações sucessivas e rápidas. Como ocorreram juntamente com sinais de ecolocalização, sugere-se aqui, embora não tenham sido avaliados seus parâmetros temporais e espectrais, estes assobios múltiplos de ocorrência simultânea com cliques podem estar diretamente vinculados à transmissão de informações durante as atividades de pesca.

Figura 53. Espectrograma mostrando assobio múltiplo, com mais de 10 pontos de inflexão, e pequeno intervalo de variação de frequência na modulação de sua frequência fundamental (de 5,5 a 7,5 kHz, aproximadamente). O assobio foi emitido concomitantemente com cliques de ecolocalização (“eixos verticais” preenchendo todo o intervalo de frequência do espectrograma). Valores de frequência em kHz (eixo y), e tempo em segundos (eixo x).



Caldwell *et al.* (1990) salientam que diferenças na duração dos assobios podem representar uma característica importante, onde é mais provável que um golfinho dispense mais atenção para assobios longos, modulados com muitos loops. O fato de que *T. truncatus* é uma espécie altamente social somado às adaptações para existência em meio aquático sugere que a flexibilidade acústica possui um importante papel na formação e manutenção das relações sociais. Janik *et al.* (1994) afirmam que não somente identidade mas também informação relacionada ao contexto está disponível nos assobios desta espécie.

Simões-Lopes (1995) registrou um típico comportamento entre mãe-filhote junto à fileira de pescadores, em Tramandaí, onde a fêmea demonstrava o comportamento de associação com a pesca artesanal de tainha, seguida pelo filhote que a imitava em uma posição posterior. O filhote em seguida executava os movimentos ao lado e, logo depois, à frente da fêmea. A transmissão de comportamentos, como a relatado pelo autor, muito provavelmente pode ser realizada, senão incrementada, com a transmissão de informações via comunicação vocal, como as observadas aqui através da intensa emissão de sons em momentos de presença de fêmeas e filhotes. Seqüências de assobios registradas nestas situações parecem apresentar um caráter de incremento de informação, visto que padrões ou repetições de vocalizações aumentam potencialmente o poder de transmissão. A alta variabilidade intra-específica de duração e número de inflexões registradas por Wang *et al.* (1995b) parece sugerir que os animais modulam partes da estrutura do assobio para carregar informações analógicas adicionais, e também pode ser um reflexo de sua alta variabilidade interindividual que pode ser usado para diferenciação entre eles.

Apesar de assobios múltiplos terem ocorrido em sua grande maioria nestas situações, não abrangem todo o repertório de grupos com filhotes. Outra grande parcela foi devida à contribuição de um tipo bem diferente de assobio, pertencente ao grande grupo A, de assobios ascendentes.

5.2.4.2. Ascendentes

Os assobios ascendentes foram a categoria de maior ocorrência dentro do repertório de sons registrados para os animais de Tramandaí. Muitos outros trabalhos também já apontaram para a ocorrência e importância deste tipo de modulação (Janik *et al.* 1994; McCowan & Reiss, 1995b, 2001; Cook *et al.* 2004).

O maior número de assobios ascendentes foi verificado para momentos de agrupamentos sociais, com 64,2% do total do grande grupo A ocorrendo nestas situações, e perfazendo 57,7% do total do repertório emitido nestas circunstâncias, um número significativo dentro do contexto de associação.

Apesar de 86,5% dos assobios registrados em momentos de associação se enquadrarem nestes dois grandes padrões de modulação (múltiplos e ascendentes), uma grande quantidade de subcategorias pertencentes a ambos grupos confere uma alta diversidade de formas utilizadas nestas interações. Nos múltiplos, a categoria IV, que compreende todos os assobios múltiplos, menos a categoria VIII, apresentou 53,3% de sua ocorrência total nestas situações. A categoria VIII parece ser vinculada mais ainda a estes contextos, visto que

71,1% de seu registro ocorreu em associações. Todos os cinco grandes grupos foram representados, apesar de desigualmente. Somente as categorias VI e X não foram representadas, mas seus valores somam 0,3% do repertório do grupo. Observa-se aqui que, apesar de mais freqüente, o grande grupo A, de assobios ascendentes, tem menor variabilidade de formas (6 subcategorias) que o E (11) e o C (13).

O grande grupo A, de assobios ascendentes, devido a sua alta ocorrência mas menor variabilidade de modulação do que os outros dois grandes grupos mais representados nestas situações (múltiplos e parábolas), pode apresentar uma função específica, como o chamado de coesão, referido em vários trabalhos (Caldwell & Caldwell, 1968; Janik & Slater, 1998), visto que este tipo de assobio foi utilizado por todos os agrupamentos (com e sem filhotes), mas também por indivíduos solitários. Esta espécie parece utilizar seus assobios como sinal de contato à distâncias maiores (Caldwell *et al.*, 1990; Tyack, 1998 *apud* Thomsen *et al.*, 2001). Para tanto estes sinais devem ser relativamente simples em sua estrutura, e com grande intensidade, apropriados para carregar informação por distâncias maiores.

Em uma única situação foi registrada a separação momentânea entre uma dupla mãe filhote, quando este se deslocou para a entrada do canal e a fêmea se manteve na parte interna, com uma distância entre eles de mais de 300m, momento no qual assobios ascendentes foram emitidos de forma repetitiva, muito provavelmente por sua mãe, devido a grande intensidade do sinal e pelo fato desta se encontrar próxima ao transdutor. O filhote retornou após um instante de cerca de um minuto, e as emissões mudaram para uma combinação de assobios ascendentes e sinais mais longos e complexos. Caldwell *et al.* (1990) já haviam registrado situações semelhantes, onde em contextos em que mãe e filhote são separados, eles freqüentemente assobiavam até se juntarem novamente (Caldwell *et al.*, 1990). Os assobios registrados aqui parecem ter importante papel na solicitação afiliativa dos indivíduos, principalmente entre fêmeas e filhotes.

A ligação entre mãe-filhote é crítica para a sobrevivência do filhote, devido à necessidade deste de cuidado e ensinamentos específicos. Filhotes de até 6 anos têm sido observados se reunirem a suas mães em momentos de medo ou estresse (Wells *et al.*, 1987), mas pouca informação na comunicação durante o desenvolvimento inicial tem sido coletada. McCowan & Reiss (1995a) registrou um novo tipo de vocalização, denominada '*thunk*', que é usada predominantemente por fêmeas em direção aos filhotes. Estes sons têm uma estrutura harmônica com maior energia entre 273 e 350 Hz, mas variando de 129 Hz a 5,5 kHz. Parecem funcionar como vocalizações agressivas de contato com intuito de manter a proximidade do filhote. A estrutura e função da vocalização '*thunk*' são consistentes com as

regras estruturais-motivacionais que estabelecem que vocalizações de baixa frequência e banda larga tendem a serem correlacionadas com contatos agressivos. Já as vocalizações ascendentes registradas aqui, de frequências mais altas, poderiam ser correlacionadas com contextos de medo ou apaziguamento (Morton, 1977).

Sugere-se que a emissão de um assobio curto (este grande grupo apresentou a menor média de duração, com exceção do grande grupo B, embora este último não seja numericamente representativo para comparação de médias), com frequências finais mais altas que o restante dos tipos registrados, pode garantir sua distinção mesmo entre outras emissões. Frequências mais altas podem, entretanto, ser atenuadas mais facilmente no meio, e assobios ascendentes com frequências finais mais altas poderiam sofrer perdas significativas e não serem recebidos integralmente por outro indivíduo. O coeficiente de variação deste grande grupo para frequências máximas foi o mais elevado, podendo indicar uma flutuabilidade neste parâmetro, onde o indivíduo poderia adaptar o assobio conforme as condições do meio e a distância do receptor.

Os assobios ascendentes parecem possuir, entretanto, mais de uma função. Herzing (1996) correlacionou, entre outros tipos de vocalizações, assobios ascendentes de *Stenella frontalis* e *T. truncatus* com o comportamento alimentar. Visto a importância da área de Tramandaí para atividades de alimentação, e a presença deste tipo de assobios durante emissões sequenciais entre fêmeas e filhotes, sugere-se que parte da informação poderia também estar vinculada à aprendizagem de técnicas alimentares. Dreher & Evans (1964) já haviam descrito este tipo de modulação, e também o correlacionaram com alimentação. Hoese (1971) *apud* Janik & Slater (1997) registrou *T. truncatus* pescando cooperativamente, onde Janik & Slater (1997) sugerem o benefício de se comunicar com os membros envolvidos em tal atividade.

O comportamento de associação verificado entre golfinhos e pescadores em Tramandaí parece ser bastante exclusivo (Simões-Lopes, 1995), e talvez vocalizações específicas também possam estar relacionadas ao contexto de interação com esta atividade. O aprendizado vocal apresenta vários benefícios entre muitas espécies de mamíferos (Janik & Slater, 1997), onde seleção sexual, defesa de recursos e reconhecimento individual parecem ser seus fatores desencadeantes. A mímica (ver adiante: mímica e adaptações à diferenças de pressão) parece ser um dos métodos utilizados para assimilação e reconhecimento entre indivíduos, mas outros comportamentos estão certamente envolvidos no desenvolvimento da capacidade de aprendizado, sendo que em animais de vida livre a transmissão dos conhecimentos adquiridos pelo grupo, como locais e técnicas de forrageamento e captura de

presas, é de extrema importância para a sobrevivência e manutenção da estrutura social. Bazúa-Durán *et al.* (2003) sugerem que a existência de diferenças nos assobios de diferentes populações de *S. longirostris* pode ser devido ao aprendizado vocal, possível mecanismo para a aquisição destas emissões acústicas.

5.2.5. Sistema aberto de comunicação

Kaznadzei *et al.* (1976) sugeriram que os sinais podem transmitir informações variadas, dependendo da situação, onde a distribuição dos tipos em contextos particulares é semelhante a um sistema aberto de comunicação¹². O significado da informação pode estar diretamente relacionado com a complexidade da elaboração de seqüências dos diversos tipos de assobios produzidos pelos animais. As seqüências de assobios observadas aqui, através da combinação em um determinado padrão, de assobios ascendentes, parábolas e múltiplos, todos comuns a agrupamentos com filhotes, podem significar do mesmo modo múltiplas combinações de significados, que irão variar conforme a situação, contexto e indivíduos participantes. Variações em uma mesma unidade, através de sutis modulações (ver adiante: assobios individuais?), assim como a variabilidade de padrões de emissão, gerando diferentes combinações, além da possibilidade da existência de mímica, oferecem a estas categorias sonoras a qualidade de sintaxe, na qual um sistema aberto de comunicação promove a transferência de variadas informações através da combinação e evolução dos elementos usados para a comunicação.

No presente trabalho, o repertório de assobios emitidos em associação compreendeu todos os grandes grupos de modulação, com predominância de algumas formas, e sendo que estas formas muitas vezes ocorreram com maior freqüência somente nestas ocasiões, embora vários tipos de assobios vinculados aos agrupamentos com filhotes também tenham sido emitidos por outras associações e mesmo por animais solitários, o que parece indicar que a função pode variar com o contexto e combinações de outros assobios. McCowan *et al.* (1999) também demonstrou que os golfinhos apresentam uma ampla variedade de assobios e que, quando emitidos em seqüências por um indivíduo, apresentam o potencial de conter uma elevada quantidade de informação. Cook *et al.* (2004) observaram 19% de assobios ascendentes dentro do repertório dos animais estudados, mas demonstraram que animais de vida livre sem distúrbios podem produzir uma combinação de assobios assinatura (e prováveis assobios assinatura) e assobios ascendentes.

¹² Sistema aberto de comunicação é aquele no qual mensagens complexas são sintetizadas de unidades semânticas individuais.

A riqueza de formas observada corrobora com o fato de que um sistema de comunicação depende de uma variedade de sons e suas múltiplas combinações, uma vez que esta espécie apresenta comportamentos extremamente flexíveis e adaptações peculiares. Para tanto, e uma vez que estes comportamentos podem ser apreendidos pelos filhotes através do longo período de aprendizagem que configura sua fase pré-adulta, um sistema de comunicação complexo é altamente provável, aliado ainda a outros tipos de emissão sonora e outras fontes de transmissão de informação, como contato físico e displays variados. Como sugerido por Herzing (1996), a análise dos padrões de emissão de sinais, incluindo pausas, ritmo, intensidade e seqüência dos elementos, vinculados ao contexto em que ocorrem, principalmente em animais de vida livre, poderá auxiliar na interpretação do sistema de comunicação dos golfinhos.

Foi proposto ainda que *T. truncatus* possui um sistema gradual de comunicação¹³ através da variação dos contornos de seus assobios, onde um contorno pode ser derivado de um outro por mudanças graduais (Herman & Tavolga, 1980). Uma carta de fluxo (fluxograma), ilustrando as possíveis mudanças nos contornos foi feita por Taruski (1979) para *G. melanaea*. Tal sistema gradual, ao invés de discreto (Herman & Tavolga, 1980) é caracterizado por formas intermediárias, que também podem, assim como os ‘tipos básicos’, carregar informação. Ling (1996) também sugeriu, com base nos dados avaliados de duas populações, em Moreton Bay, Austrália, e no estuário de Sado, Portugal, que *T. truncatus* possui tal sistema gradual de comunicação.

5.2.5.1. Assobios: sistema gradual?

O assobio poderia apresentar determinadas unidades fixas, sobre as quais o golfinho faria variações, alterando características de frequência e duração, mas principalmente no número de repetições desta unidade. Existe sempre o problema de determinação desta unidade, qual seu início e fim e a partir de quando se iniciam as repetições e variações, criando um amplo repertório de combinações que podem surgir de uma evolução gradual entre os contornos dos assobios. No presente trabalho, os assobios múltiplos parecem se adaptar a esta hipótese, onde a evolução dos sinais a partir de formas mais básicas pode ser sugerida.

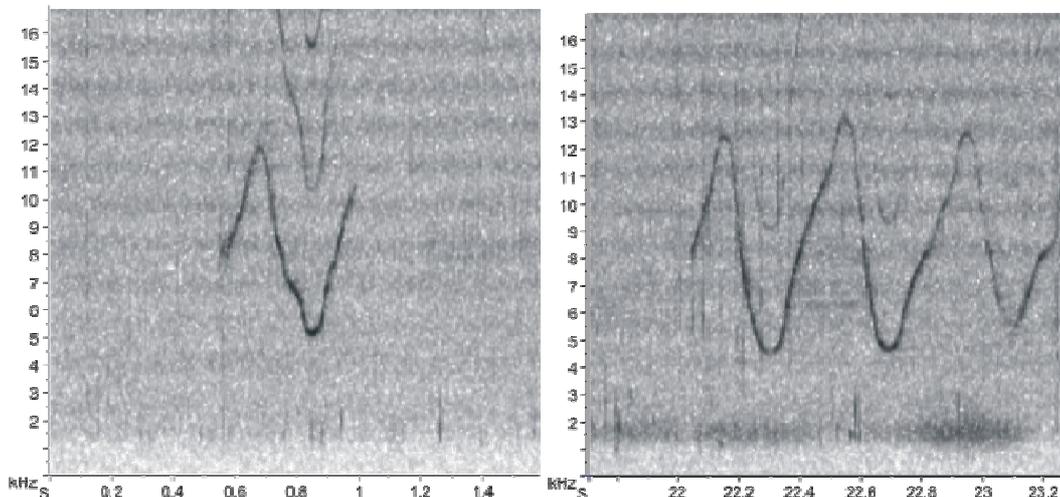
Ressalta-se aqui que a categoria VIII possui um padrão bem marcado, onde os dois primeiros pontos de inflexão são característicos e predominam na categoria, estando sempre

¹³ Um sistema gradual é onde se verificam pequenas mudanças de uma ‘categoria’ ou tipo para a outra, e quando sinais se enquadram entre duas classes é quase impossível sua classificação em uma das duas categorias.

presentes. A categoria IV apresentou quase a absoluta maioria de seus assobios iniciando com inclinação ascendente e assim também terminando, e há sempre três pontos de inflexão ou mais. Mas o padrão de modulação e os dois primeiros pontos de inflexão de ambas categorias (IV e VIII) são muito similares. A categoria VIII não foi incluída na IV, apesar de possuir dois pontos de inflexão, somente por apresentar o contorno muito distinto e invariável, e também por ser tão freqüente (n=197) quanto o total da categoria IV (n=208). Tendo em vista a semelhança entre os parâmetros de freqüência inicial e dos dois primeiros pontos de inflexão, pode ser sugerida a possibilidade a respeito de unidades básicas dos assobios. As categorias IV e VIII apresentaram a freqüência inicial e as inflexões 1 e 2 significativamente iguais. A. Em uma análise posterior destas duas categorias, foi realizada a comparação com a categoria I, por esta poder vir a representar, por seu contorno similar e menor modulação, a unidade básica referida acima. A categoria I, apesar de aparentemente similar, não coincidiu significativamente com os valores das outras duas, mas as categorias IV e VIII reiteraram sua similaridade.

Seria de se esperar que tais variações sejam refletidas em uma avaliação de parâmetros acústicos, em valores tais como duração, número de pontos de inflexão e freqüência final. Estas estariam intimamente relacionadas à produção ou não de mais unidades, mas a repetição destas não impede o reconhecimento de um padrão básico, que seria, neste caso, algo muito parecido com a categoria VIII (Figura 54).

Figura 54. Espectrogramas mostrando assobios típicos da categoria VIII (esquerda) e da categoria IV. As porções iniciais da modulação da freqüência fundamental de ambos assobios são semelhantes, mas a figura da direita mostra um assobio que apresenta uma “continuação” da modulação. Valores de freqüência em kHz (eixo y), e tempo em segundos (eixo x).



A categoria I parece mostrar, devido também a sua grande variabilidade de formas e sutis variações, características que a distinguem deste modelo básico (ver adiante: assobios individuais?). Apesar de não ter apresentado similaridades nos parâmetros através dos testes utilizados, a unidade básica estaria mais próxima desta categoria do que da VIII. É difícil, contudo, a especulação referente à origem de uma unidade da qual os animais poderiam fazer variações e repetições, mas até o presente momento a categoria VIII parece se enquadrar perfeitamente neste conceito, embora ainda pareça reter um significado próprio, pela alta frequência de ocorrência e típico padrão com que foi observada. Muitas vezes os animais podem variar os parâmetros espectrais e temporais, mantendo o contorno similar. Se a categoria I tem padrão similar no contorno, mas não nos valores acústicos analisados, os assobios desta categoria podem ter derivado de alguma forma para uma classe distinta em termos de parâmetros de frequência, o que corrobora com a sugestão de que nesta classe poderiam ser encontrados os assobios assinaturas (ver adiante: assobios individuais?).

Uma reavaliação dos assobios com base em critérios quantitativos pode mostrar novos padrões de categorização, embora, como visto acima, apesar do padrão da categoria I ser muito similar, os valores de frequência não coincidiram com os das outras duas categorias. A classificação por observadores humanos contém erros individuais e problemas na reprodutividade da categorização. Métodos baseados em computador, de certa forma, podem revelar novas classes que são relevantes para os animais e que não foram consideradas relevantes para os observadores humanos (Janik, 1999). McCowan & Reiss (2001) sugerem que estudos perceptuais em assobios de golfinhos são necessários, para entender como os golfinhos classificam naturalmente os assobios.

Claramente, uma grande quantidade de dados deve ser analisada antes de se determinar todos os assobios que compreendem o repertório de um indivíduo. Contudo, deve o registro do repertório de assobios de um indivíduo dever ser analisado com cautela, visto que evidências experimentais sugerem que o repertório de assobios dos golfinhos é um sistema aberto (Reiss & McCowan, 1993 *apud* McCowan & Reiss, 2001).

5.2.5.2. Problemática do assobio assinatura

Pesquisas atuais estão voltadas para a investigação dos assobios assinatura destes golfinhos e aspectos da comunicação entre eles. Em especial, o estudo voltado para a comunicação e evolução vocal entre mães e filhotes pode oferecer um maior esclarecimento sobre o sistema de comunicação entre os animais, visto ser esta fase um período essencial para o filhote aprender todas as relações sociais e comportamentos específicos.

A composição e organização dos repertórios de *T. truncatus* estão ainda sob debate. Um modelo, do assobio assinatura, propõe que um contorno de assobio individualizado é de 70 a 95% do repertório de um golfinho (Caldwell *et al.*, 1990), e tem sido usado para explicar muito da variabilidade acústica observada entre indivíduos, onde cada golfinho parece ter seu próprio padrão de assobio, com um repertório primeiramente baseado em variações de seu assobio assinatura e incluindo imitações dos assobios assinatura de outros golfinhos. Contudo, em contextos variados somam percentagens menores (Tyack, 1986; Janik & Todt, 1992 *apud* Janik *et al.*, 1994). Tyack (1986), por exemplo, achou percentagens de assobios assinatura de 67% e 48%, respectivamente, em dois animais cativos mas nadando livremente e interagindo entre si. Outro modelo, do repertório de assobios, propõe que os golfinhos apresentem um diverso e complexo repertório, compartilhando tipos de assobios e produzindo um predominante, mas não individualizado, tipo de modulação (Dreher & Evans, 1964; Burdin *et al.*, 1975; Kaznadzei *et al.*, 1976; McCowan & Reiss, 1995a; McCowan & Reiss, 1997).

Para espécies que vivem em grandes grupos, que coordenam continuamente o comportamento (e.g., durante forrageamento, deslocamentos, socialização, e descanso), é de vital importância à manutenção da comunicação entre os membros do grupo. Um grande e variado repertório de assobios é portanto muito importante se os assobios funcionam como sinais acústicos para regular coesão e coordenação. A hipótese do assobio assinatura é importante porque ela implica na habilidade de transmitir identidade individual.

Poucos pesquisadores têm colocado em dúvida a existência do assobio assinatura (McCowan & Reiss, 1995b, 2001). McCowan & Reiss (2001) sugeriram que animais cativos produzem o mesmo tipo de assobio em todos os contextos, sendo que são compartilhados por muitos indivíduos em diferentes grupos sociais. As autoras também registraram que o tipo mais comum de assobio produzido por golfinhos, quando isolados, foi um simples assobio ascendente (seu tipo 2). Elas sugerem que a variabilidade individual nos assobios é devido à diferenças sutis nos parâmetros acústicos deste tipo produzido por diferentes indivíduos, um padrão similar aos chamados de contato de muitos animais terrestres.

Contudo, parece que as condições de registro dos animais cativos de McCowan & Reiss (1995b, 2001) estimularam a produção de modulações ascendentes, antes que de assobios assinatura, visto os animais estarem juntos no mesmo tanque. Tyack (1986) e Janik & Slater (1998) registraram que animais cativos produziram, em adição ao seu assobio assinatura, assobios compartilhados tais como ascendentes, que parecem ser similares ao tipo 2 de McCowan & Reiss (1995b, 2001). Contudo, Janik & Slater (1998) registraram que este tipo de assobio ascendente foi somente comum quando golfinhos nadavam juntos, pois

quando isolados estes animais cativos tendiam a produzir assobios assinatura, que foram mais complexos e estereotipados do que os simples assobios ascendentes. Ambas linhas, contudo, concordam que os animais podem compartilhar alguns tipos de assobios.

Vários estudos têm indicado um papel predominante do assobio assinatura no repertório de assobios dos golfinhos (Caldwell & Caldwell, 1968, Tyack, 1986; Caldwell *et al.*, 1990; Sayigh *et al.*, 1990; Janik *et al.*, 1994), mas a maioria tem trabalhado sob condições de cativeiro ou restrição temporária, podendo ter alterado o padrão normal de emissão dos tipos de assobios que um golfinho pode apresentar. Como salientaram Janik & Slater (1998), a extrapolação dos resultados obtidos com animais cativos deve ser cuidadosa, visto que o padrão de ocorrência dos assobios assinatura e de ocorrência de mímica pode ser diferente em contextos naturais (ver adiante: mímica e adaptações à diferenças de pressão).

Apesar disto assobios assinatura para animais de vida livre também vêm sendo registrados, parecendo ter importante função em momentos de encontros e separações, como demonstrado por Smolker *et al.* (1993). Produções de assobios em *T. truncatus* têm sido registradas em campo, com animais temporariamente restritos sendo posteriormente liberados, confirmando a existência de assobios estereotipados específicos (Caldwell *et al.*, 1990; Sayigh *et al.*, 1990, 1998). Sayigh *et al.* (1990) observaram que diferenças entre assobios de um ano para outro não excederam as diferenças encontradas dentro de uma mesma sessão de gravação.

A associação entre indivíduos também pode conduzir a uma similaridade entre seus repertórios. Machos de *T. truncatus* em fortes associações produzem assobios similares (Smolker *et al.*, 1993; Watwood *et al.*, 2004), compartilhando mais partes do seu repertório com parceiros do que com outros golfinhos. Estes achados suportam a afirmação de que o aprendizado vocal pode ser usado em populações naturais. A função do compartilhamento dos assobios em machos aliados é incerta, podendo ter um papel importante na ligação entre o par, como descrito por Smolker *et al.* (1992) para trios de golfinhos em Shark Bay, Austrália. Contudo, pode ser um mecanismo de parceiros manterem contato contra o ruído ambiental ou rápidas mudanças sociais em uma sociedade fissão-fusão (Wells *et al.*, 1980).

Sayigh *et al.* (1995) sugerem que pela forte associação verificada em grupos de fêmeas pode haver uma pressão seletiva para as fêmeas produzirem assobios distintos dos de suas mães, mantendo assim o reconhecimento individual dentro do grupo. Observaram também que a maioria dos filhotes machos observados produz assobios mais similares aos de suas mães que as fêmeas, mas que também ampliam mais seu repertório, que apresenta mais variações com a idade, podendo refletir a maior ampliação de suas relações sociais, como

sugerido por Wells *et al.* (1987). Tyack (1986) também encontrou menor variação no repertório de assobios de fêmeas cativas adultas. Em sociedades como de *T. truncatus*, onde indivíduos interagem repetidamente ao longo de anos sem necessariamente formar associações fortes, pode haver vantagens no reconhecimento individual ao invés do reconhecimento de grupo. Já o assobio das fêmeas, que parece ser usado primariamente para manter contato com os filhotes, pode ser particularmente importante para o repertório dos assobios de uma fêmea ser especialmente estereotipado.

Beecher (1982) *apud* Sayigh *et al.* (1998) sugere que a seleção para reconhecimento individual pode aumentar a variabilidade interindividual, diminuir a variabilidade intraindividual, ou aumentar a sensibilidade de percepção de traços individuais. A maioria dos trabalhos de assobios de golfinhos enfatiza sua variabilidade, e comparações entre diferentes estudos não mostram uma grande sobreposição nos tipos de assobios.

5.2.5.2.1. Mímica e adaptações à diferenças de pressão

Janik & Slater (1998) salientam que, mesmo se o reconhecimento individual e coesão do grupo são consideradas as mais prováveis funções dos assobios assinatura, há alguns problemas com esta idéia, pois a mímica pode funcionar contra reconhecimento individual. Se muitos animais produzem o mesmo assobio assinatura, então o reconhecimento individual poderia não funcionar.

Esta espécie pode produzir cópias de sons de outros animais (Caldwell *et al.*, 1990), muitas vezes até no primeiro contato (Richards *et al.*, 1984). Tyack (1986) também achou que dois animais cativos freqüentemente copiavam o assobio estereotipado do outro, sugerindo que eram o assobio assinatura de cada um e que a cópia pode ser usada para se dirigir a um indivíduo específico no grupo. Golfinhos podem ainda imitar sons sintéticos (Richards *et al.*, 1984; Reiss & McCowan, 1993 *apud* McCowan & Reiss, 2001), e esta habilidade pode levar ao compartilhamento de assobios através da imitação. Foi verificada também a capacidade dos animais em cativeiro de imitarem os sons emitidos pelos treinadores, que são caracterizados pela alta freqüência e pouca modulação, onde estes animais também acabam desenvolvendo assobios que são menos modulados e mais curtos do que aqueles de animais de vida livre (Milksis *et al.*, 2002).

A mímica e a tendência à similaridade verificada em muitos grupos podem fazer com que o repertório se diversifique, no momento em que os assobios são imitados (com ou sem alterações), ou incorporados ao repertório individual. Como definido por Kaznadzei *et al.* (1976), a reprodução exata de todos os parâmetros de um sinal em particular sugere que este

sinal carrega informação emocional-semântica, podendo ser, por exemplo, um sinal de reconhecimento ou orientação organizando o ‘comportamento de grupo’ entre os animais (Kaznadzei *et al.*, 1976). Janik & Slater (1998) apontam que, se a cópia pode ser usada para se dirigir a indivíduos específicos, provavelmente também ocorra em animais de vida livre, onde se dirigir a um indivíduo em particular pode ser uma vantagem para animais cooperativos. A existência de imitação em assobios de animais de vida livre torna-se, porém, bastante complicada de ser verificada, uma vez que não se conhece o repertório total de cada indivíduo e, por exemplo, não se sabe qual golfinho estaria usando o assobio de outro pela primeira vez, como resultado de interação entre eles. Uma importante fonte de dados em suporte da imitação vocal de chamados naturais envolve a convergência dos assobios que ocorrem em animais que mantêm contato com outros indivíduos, em grupos sociais mutantes (ver: problemática do assobio assinatura).

Animais de vida livre apresentam ainda mais um problema a ser verificado em relação à existência ou não de assobios assinaturas. Além de ambientes ruidosos prejudicarem a detecção de pistas mais sutis (Janik & Slater, 1998), não sendo suficientes para garantir o reconhecimento individual, os efeitos da pressão em mergulhos de mamíferos marinhos podem tornar estas pistas individuais ainda menos úteis. O mesmo assobio em maiores profundidades pode alterar amplitude, frequência, duração e modulação (Ridgway *et al.*, 2001), e outros animais podem não ser capazes de usarem com referência estas pistas vocais para reconhecimento individual, sugeridas por McCowan & Reiss (2001). Portanto, diferenças intra-individuais em diferentes profundidades podem ser maiores do que as diferenças sutis sugeridas. Os autores sugerem, a despeito dos parâmetros acústicos registrados terem sido alterados, que um contorno distinto ainda poderia ser reconhecido.

5.2.5.3. Assobios individuais?

Mesmo em um grupo tão pequeno, foi encontrada uma grande variação nos tipos de vocalizações, assim como no seu padrão de ocorrência.

Apenas alguns golfinhos tiveram suas vocalizações registradas em momentos em que se encontravam isolados do grupo. Apesar destes animais solitários terem sido extensivamente monitorados acusticamente, a taxa de emissão foi extremamente baixa. Destes, somente um indivíduo, I_g, apresentou uma amostra suficiente (n=174) para a avaliação de seus assobios frente ao repertório do grupo. Seus assobios perfizeram 9,8% do total de assobios registrado para os golfinhos, e estes assobios foram bastante diversificados, onde 4 grandes grupos foram representados. Os assobios mais frequentes para este golfinho

foram os assobios do tipo parábola (78,7%), seguido dos ascendentes (11,5%). O grupo mais comum para ele, o C, foi responsável, dentro do repertório geral do grupo, por 26,3% dos assobios. Apesar disto, o critério de alta frequência intra-individual de um determinado assobio e exclusividade deste assobio, ou seja, só emitido por ele, não se aplica a este caso, ou se aplica parcialmente, uma vez que a classe C trata-se de um grande grupo onde vários tipos diferentes foram categorizados.

Nas subcategorias, onde poderia ser encontrado algum tipo exclusivo e representativo do indivíduo, que pudesse ser vinculado ao seu assobio assinatura, os tipos foram extremamente variáveis, se distribuindo em 20 diferentes modulações. A subcategoria 1 representou a maior frequência para este indivíduo, com 40,8%, mas no grupo todo foi responsável por 23,4% dos assobios. A subcategoria 2 também foi uma das mais representativas, com 23,6% dos assobios deste indivíduo, e representando uma parcela um pouco maior frente ao grupo (35,7%), mas ainda não exclusiva dele.

O adequado para inferir sobre quaisquer tipos de assobios que seja privilégio de um indivíduo seria que este apresentasse determinada classe bastante representada, sendo dele também a maior contribuição deste tipo para o repertório do grupo, tornando-o o maior representante de tal assobio. No caso de existir uma representatividade pequena de determinado assobio para o repertório do indivíduo, mas seja o único golfinho a possuir tal contorno, pode significar que cada um possui mais de um tipo de assobio. Já se um determinado contorno não for significativo para o grupo, por mais indivíduos estarem contribuindo no total de tal tipo para o grupo, pode significar que vários animais compartilhem este assobio.

Este compartilhamento, como visto acima, pode ser através de imitações de prováveis assobios assinaturas ou por este assobio ser realmente emitido por todos, sem ser o assobio assinatura de nenhum deles. Este parece ser o caso dos assobios do grande grupo A, onde estão classificados os assobios ascendentes, e que se caracterizaram também por uma baixa variação no formato geral.

Talvez o fato de o indivíduo que foi registrado sozinho não ter emitido alguma classe em especial, e que não tenha sido também registrada em outros momentos, para outros indivíduos, pode ser a existência de uma diferença nas situações encontradas. O critério usado para a determinação de ocorrência de assobios assinatura está baseado no isolamento dos animais, mas a ocorrência de animais solitários não pode ser considerada como um contexto similar.

Mesmo para animais de vida livre (Sayigh *et al.*, 1990), os assobios assinatura foram registrados em momentos de isolamento temporário (ver: problemática do assobio assinatura). Nestes casos, onde foi verificada uma constância dos assobios ao longo de vários anos, a identificação deste assobio posteriormente à captura, entre os sons de golfinhos nadando livres e em associação, só foi possível pelo conhecimento prévio do padrão do assobio do indivíduo. Ainda, certos sinais podem ser vinculados à situações específicas, como comunicação enquanto se deslocam, comportamento reprodutivo, agonístico, etc. Visto que determinados comportamentos não foram registrados na área de estudo, muitos sinais podem não ter sido representados para o grupo.

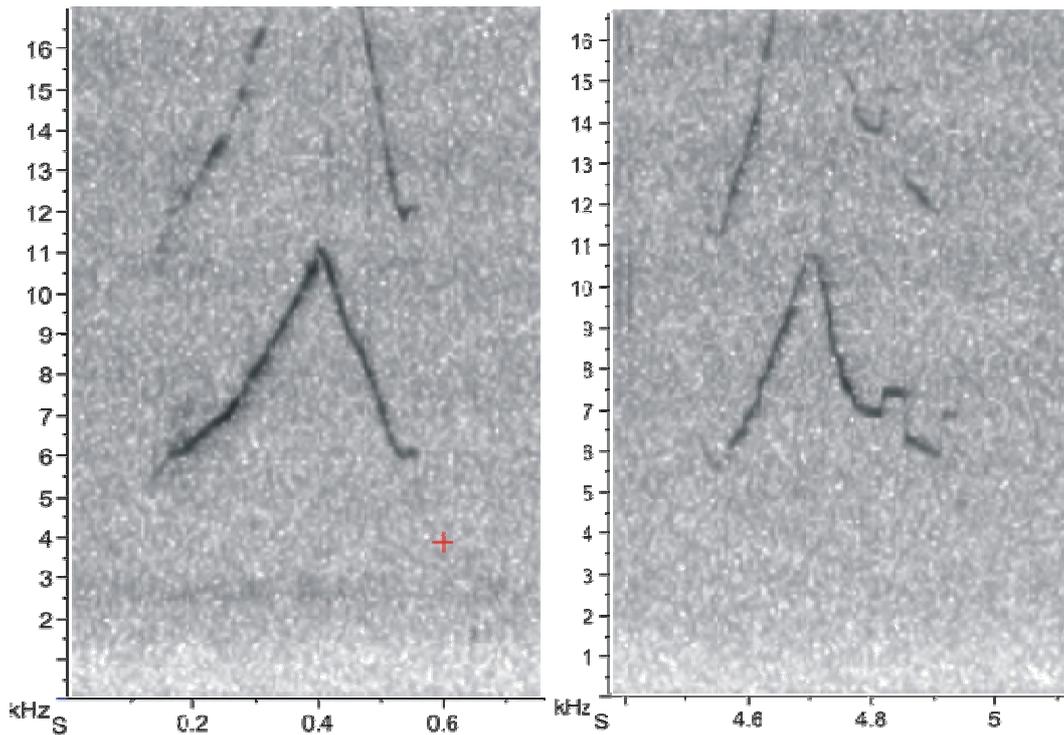
Assobios registrados para animais solitários foram raros, podendo sugerir a falta de necessidade de comunicação, reforçando ainda mais a diferença verificada nos padrões de emissão de vocalizações entre animais solitários e aqueles isolados de seu grupo. Neste momento, entretanto, quando emitiam assobios, foi observada uma tendência em direção a um determinado tipo (grande grupo C). Animais solitários apresentaram 68,5% dos sons emitidos na classe C, sendo que dentro do repertório do grupo, esta classe representou 43,4% dos assobios devido aos animais solitários. Este grande grupo foi também o que apresentou a maior variabilidade de formas estereotipadas (13 subcategorias), aparentemente desenvolvidas a partir de uma unidade básica, que apresentou um padrão de modulação de contorno bastante típico. Estes assobios foram emitidos em várias situações, muitas vezes em seqüências de duas ou três unidades, e outros foram emitidos com grande raridade, e embora isto não prove a existência do assobio assinatura, parece possível que estes assobios tenham sido emitidos por um determinado indivíduo.

A grande variabilidade encontrada no grande grupo C e o fato desta classe ser bastante freqüente nos indivíduos solitários, embora também tenha ocorrido em associações, pode indicar a existência de assobios individuais. Sugere-se aqui, portanto, que as formas registradas nesta classe podem representar os assobios assinatura potenciais dos animais do grupo em questão, e também que estes assobios são usados apenas em algumas determinadas situações ou contextos, provavelmente representando um padrão diferente daquele de animais em cativeiro.

Assobios estereotipados são de modo geral vinculados aos assobios assinatura dos indivíduos, embora eles possam ter sido derivados de assobios comuns ao grupo. A incorporação de características individuais, refletidas em variações na modulação do assobio, pode tornar o sinal distinto do assobio de outro indivíduo e do padrão geral do contorno da fundamental. As estereotipias verificadas na modulação da freqüência fundamental dos

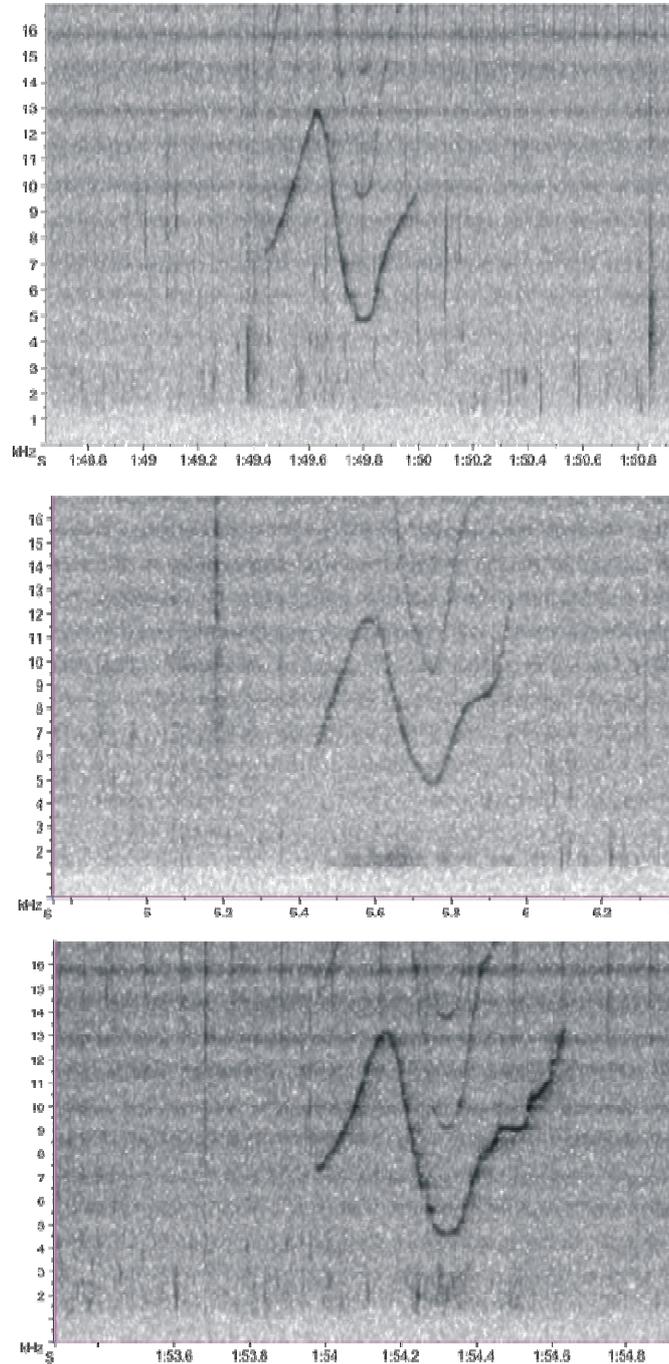
assobios do grande grupo C conferem a cada tipo uma qualidade diferente (Figura 55), podendo indicar diferenças individuais entre os animais, embora estas modulações possam também ser vinculadas a diferenças na informação contida no assobio (Morton, 1977).

Figura 55. Espectrogramas mostrando uma variação na modulação da frequência fundamental, observada nos assobios da categoria I. A figura da direita apresenta um assobio com uma estereotipia na porção final da modulação. Valores de frequência em kHz (eixo y), e tempo em segundos (eixo x).



Sutis modulações de frequência também foram observadas em outros tipos de assobios (Figura 56), como por exemplo em uma das subcategorias mais frequentes registradas para o grupo, inclusive para momentos de associação, e mais uma vez estas variações podem ser tanto relacionadas a diferenças individuais como a possíveis diferenças no conteúdo informativo presente na estrutura espectral da frequência fundamental.

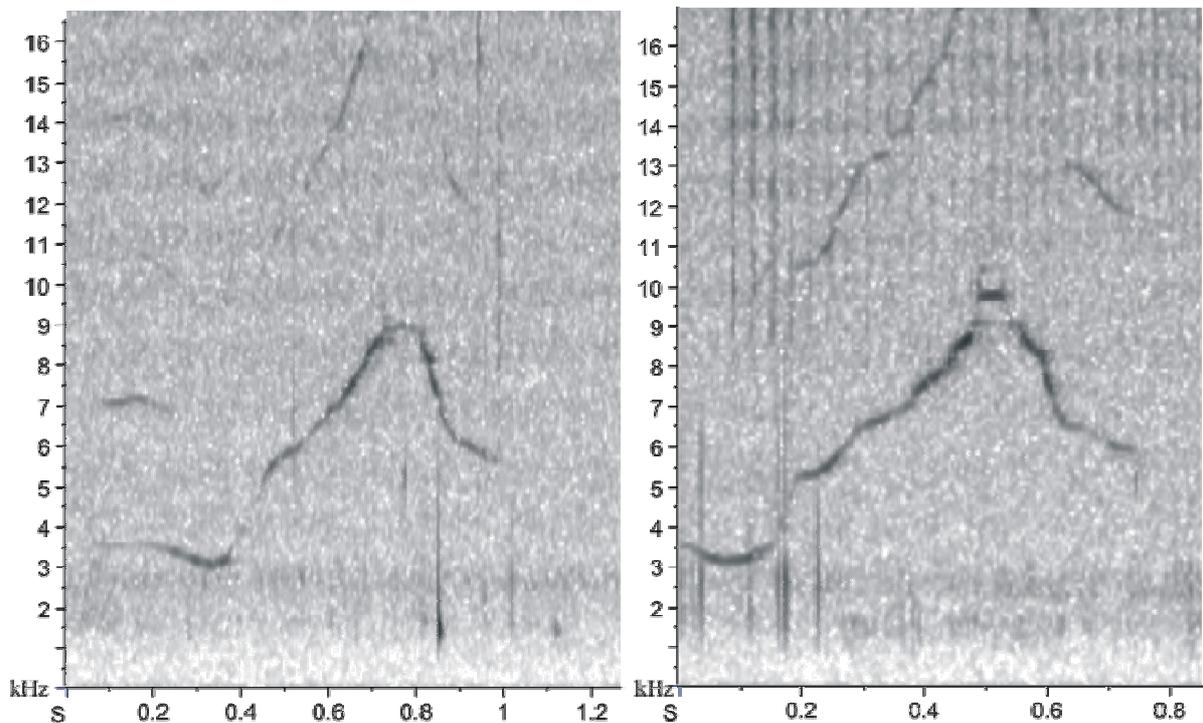
Figura 56. Espectrogramas mostrando variações que podem ser observadas na modulação da frequência fundamental dos assobios da subcategoria 8. As figuras central e inferior apresentam assobios com estereotípias nas suas porções finais. Valores de frequência em kHz (eixo y), e tempo em segundos (eixo x).



Muitas vezes, assobios tipicamente classificados em uma subcategoria apresentaram nítida variação em alguma parte de sua modulação e/ou em algum parâmetro espectral ou temporal do contorno. Foi registrado, por exemplo, em uma única situação, um tipo diferente de assobio, que poderia ser relacionado ao contexto de encontro entre animais. Três assobios,

emitidos em seqüência, enquadrados na categoria I, grande grupo C, apresentaram um padrão bem distinto, com uma modulação inicial visivelmente diferente das outras registradas (Figura 57). Estes assobios foram os únicos registrados neste momento, em 07 de março de 2003, quando um dos indivíduos (I_8) entrou no canal e encontrou-se com outro (I_7), que já se encontrava na área. A similaridade entre eles deixa dúvidas: seria um tipo de assobio específico a contextos relacionados com encontro entre animais, teriam sido emitidos somente por um dos dois indivíduos, ou poderiam ter sido um registro de cópia do assobio individual de um dos animais, por parte do outro?

Figura 57. Espectrogramas mostrando assobios classificados na subcategoria 13 (categoria I, grande grupo C), registrados em um momento de encontro entre dois indivíduos do grupo. Ambas figuras mostram assobios com uma típica modulação nas suas porções iniciais. Valores de frequência em kHz (eixo y), e tempo em segundos (eixo x).

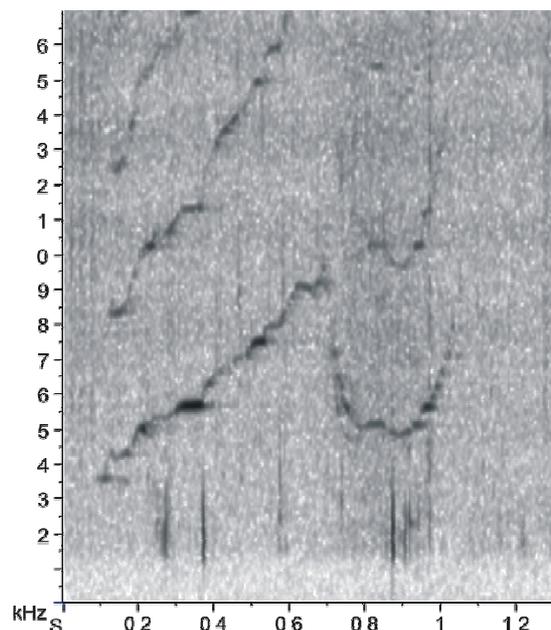


Este assobio, como observado na figura 57, parece ter variado sua modulação inicial a partir de um tipo mais comumente registrado para o grupo, como as subcategorias 1 ou 2, que se caracterizam por apresentarem modulação similar mas a frequência final ser maior que a inicial. As diferenças entre os dois assobios acima que apresentam esta típica modulação inicial se encontram em pequenas modulações ao longo do contorno e no fato das frequências máximas entre elas apresentarem diferenças, onde o segundo assobio deslocou sua frequência praticamente 1 kHz acima do primeiro. Variações na modulação podem originar sinais com

significado diferente (Morton, 1977), que variam conforme o contexto em que o indivíduo se encontra, onde os significado incluso na informação transmitida pelo assobio pode ainda apresentar uma carga emocional vinculada a determinadas situações. Assobios assinatura podem ser exibidos em ocasiões de separação ou encontro (Caldwell *et al.*, 1990; Janik & Slater, 1998) (ver: problemática do assobio assinatura), onde um golfinho emite seu próprio assobio ou este é emitido pelo outro indivíduo, como forma de se direcionar ao companheiro. Visto que mímicas podem ser registradas, tanto em animais de vida livre quanto de cativeiro, contextos onde o emissor não é identificado tornam difíceis as conclusões referentes à origem destas variações. Uma alternativa outra é que este tipo de assobio seja simplesmente um determinado sinal do grupo, emitido em certas circunstâncias e/ou por determinados indivíduos. A possibilidade de mais de uma explicação para a ocorrência e função dos sinais sugere que um completo estudo do repertório do grupo deva ser efetuado sob as mais variadas situações, buscando também mais situações onde animais são registrados em não associação e em momentos de encontro entre eles.

Muitos sons naturais podem apresentar ainda rápidas flutuações de amplitude (Popov & Supin, 1997), e estas modulações de amplitude ao longo do contorno da frequência fundamental de um assobio poderiam vir também a indicar individualização ou, mais uma vez, diferenças nas informações relacionadas a situações específicas (Figura 58), uma vez que o comportamento pode afetar o padrão de modulação dos sinais.

Figura 58. Espectrograma mostrando um exemplo de assobio da categoria I, apresentando variações de amplitude ao longo de toda a modulação da frequência fundamental do assobio. Valores de frequência em kHz (eixo y), e tempo em segundos (eixo x).



Parece bastante improvável que uma espécie com tantas adaptações comportamentais tenha seu repertório restrito praticamente ao seu assobio assinatura, apesar da importância e vantagens óbvias da necessidade de reconhecimento individual. Além de sons de reconhecimento mútuo e contato, acrescidos com pistas de direcionalidade dadas por características da estrutura harmônica dos assobios (ver adiante: harmônicas e direcionalidade), é provável ainda que exista uma variedade de sons com significados específicos, mesmo que poucos (como observado pela baixa ocorrência de alguns tipos), mas que através da combinação entre eles e com outros comportamentos, e a sua utilização em determinados contextos, ofereçam um sistema complexo que aumente a capacidade de transmissão de informações. Tal sistema de comunicação é necessário às tão diversificadas situações na qual os animais podem se envolver. A existência de um repertório parece reivindicar o compartilhamento dos sons entre os animais, que parece ser caracterizado por um sistema aberto de comunicação, envolvendo a possibilidade de cópias e aprendizado dos sons de outros animais e mudanças graduais no padrão dos assobios.

Como verificado no presente estudo, Cook *et al.* (2004) também observaram um aumento do uso de assobios com o aumento do grupo, onde o repertório, nestas situações, parece ser composto de uma combinação de assobios. Estudos com outros odontocetos também apontam na direção de um repertório compartilhado, como por exemplo entre unidades de *Physeter macrocephalus*, onde tipos de codas¹⁴ são emitidos por mais de um animal e compartilhados entre indivíduos (Rendell & Whitehead, 2004).

Contornos dos assobios são normalmente considerados como unidades que ocorrem em seqüência (e.g., Dreher & Evans, 1964; Caldwell *et al.*, 1990; McCowan & Reiss, 1995b; Rendell *et al.*, 1999). Golfinhos parecem produzir e compartilhar um grande número de diferentes tipos de assobios que, juntos, compreendem o repertório de assobios de uma dada espécie e/ou população (McCowan & Reiss, 1995b; Janik & Slater, 1998). Muitos trabalhos têm categorizado o repertório de assobios em classes tais como parciais, deleções, aberrantes e secundários (Tyack, 1986; Caldwell *et al.*, 1990; Sayigh *et al.*, 1990), e embora avaliações de frequência destas classes sejam muitas vezes apresentadas, um maior número de análises quantitativas é geralmente realizado na classe mais freqüente. Classes de assobios que são menos representadas dentro do repertório de um animal ou do grupo talvez devessem receber maior atenção, pois podem possuir uma importante função na comunicação dos animais (McCowan & Reiss, 1997, sugerem uma atitude mais conservativa, antes de experimentos

¹⁴ Codas: séries curtas de sons pulsantes produzidos por cachalotes.

apropriados de percepção e categorização). Assobios menos freqüentes no repertório de um grupo podem ser variações de um outro assobio (somente aí já podendo apresentar algum aspecto de diferença individual ou na informação associada), mas podem também possuir algum papel importante principalmente quando são unidades pertencentes a uma determinada seqüência emitida em um contexto específico, onde o tipo e disposição dos elementos podem refletir diferenças estruturais na comunicação destes animais.

A grande variabilidade de tipos emitidos pelo grupo parece corroborar com esta hipótese. A múltipla combinação destes elementos pode configurar diferenças na informação emitida em diferentes contextos ou por diferentes indivíduos. Quantificar a estrutura acústica dos assobios, assim como determinar a variabilidade de formas existentes no repertório de um indivíduo e/ou grupo é o primeiro passo para o entendimento da comunicação e função dos sinais acústicos na estrutura social dos animais. Sugere-se, baseado na diversidade encontrada, a existência de diferentes assobios para diferentes indivíduos, assim como se sugere a existência de um repertório compartilhado, visto certos assobios terem sido registrados para todo o grupo, como o caso do assobio ascendente. Este repertório, entretanto, pode ser ou não exclusivo deste grupo de golfinhos. Somente através da comparação de seu repertório com o de áreas adjacentes e também com áreas mais distantes, poderá ser caracterizada a especificidade de certos assobios e padrões de emissão. Como salientado por Schultz *et al.* (1995), a grande complexidade de sons emitidos por *T. truncatus*, associado com a ampla distribuição geográfica da espécie, pode levar à diferenças regionais nos sons.

5.2.6. Outros sons registrados e a problemática das harmônicas

Assim como em vários estudos das emissões sonoras de *T. truncatus*, outros tipos de sons que não os assobios foram amplamente registrados, se enquadrando em duas grandes categorias visuais: cliques de ecolocalização e sons pulsantes, sendo estes últimos descritos usualmente como guinchos, gritos, rangidos, etc. Ambos caracterizam-se por apresentar muitas vezes freqüências que se estendem acima de 20 kHz, e embora sua estrutura impossibilite a correta análise dos parâmetros espectrais, uma breve caracterização de sua ocorrência frente a alguns contextos verificados é possível, pela visualização de algumas de suas características na faixa de freqüência ativa do sistema de aquisição.

Mesmo não tendo sido proposta a análise dos caracteres temporais e espectrais dos cliques, a quantificação de sua taxa de emissão pode ser interessante para fins de comparação com freqüência de emissão dos outros sons, assim como para correlações com comportamentos. A tentativa de se contabilizar as emissões de cliques por si só enfrenta um

problema metodológico. Cliques são pulsos sonoros que possuem banda larga (atingem alta frequência) e curtíssima duração. Apesar de mais numerosos, possuem duração ínfima, não avaliável com o sistema utilizado, sendo que os espaços inter-cliques podem apresentar maior duração que os próprios pulsos. Quantificar tal emissão não foi o objetivo do presente trabalho, ainda que a conclusão obtida, que sua taxa de emissão é muito superior à dos assobios, não esteja incorreta. A estimativa do tempo total pode ser feita considerando-se os “pacotes” de cliques, e estes foram praticamente contínuos nas partes digitalizadas das fitas. Numa fita de 2 h de gravação, um animal pode “cliquear” 100% das vezes, e assobiar somente algumas vezes. Já a duração dos assobios (por exemplo, 100 assobios em uma fita de 2 h, o que já seria muito para o grupo em questão), não perfaz nem 1% do tempo total da fita: $100 \text{ assobios} \times 0,4 \text{ s (média de duração)} = 40 \text{ s} \approx 0,55\% \text{ do tempo de uma fita}$. O somatório da duração de todos os assobios registrados não perfazem juntos mais que 3% de todas emissões acústicas do grupo.

A ocorrência de cliques de ecolocalização é fortemente relacionada à atividade de forrageamento e pesca. Na área de estudo, a grande frequência dos cliques em relação aos outros sons emitidos é um indício a mais de que, conforme já salientado por Simões-Lopes (1995), a área é usada preferencialmente para alimentação. Os animais passavam longos períodos emitindo somente cliques de ecolocalização, muitas vezes sem emitir um assobio sequer. Um fator que pode também estar aliado à maior taxa de ocorrência dos cliques é a baixa visibilidade da água do estuário que, com exceção de alguns poucos dias, não apresenta visibilidade acima de 50cm (Jorge Xavier, SPH, *com. pessoal*¹⁵).

Em outros trabalhos, como de Monteiro-Filho & Monteiro (2001), esta categoria foi a menos emitida por *S. fluviatilis guianensis* no estuário da Cananéia, Brasil, embora a área seja usada principalmente para a atividade de pesca. Os autores especulam que a falta de tal registro pode ser vinculada tanto à limitação do equipamento, que registrava os sons somente até 8 kHz (uma vez que a frequência dos cliques poderia se iniciar muito acima desta faixa), quanto também poderia estar refletindo a boa visibilidade da água na região. Como salientado por Madsen & Hermann (1980), o sentido da visão é extremamente importante e muito usado por várias espécies de cetáceos, quando o meio possibilita seu uso.

¹⁵ Estação hidrometeorológica de Imbé, Superintendência de Portos e Hidrovias.

5.2.6.1. Sons pulsantes

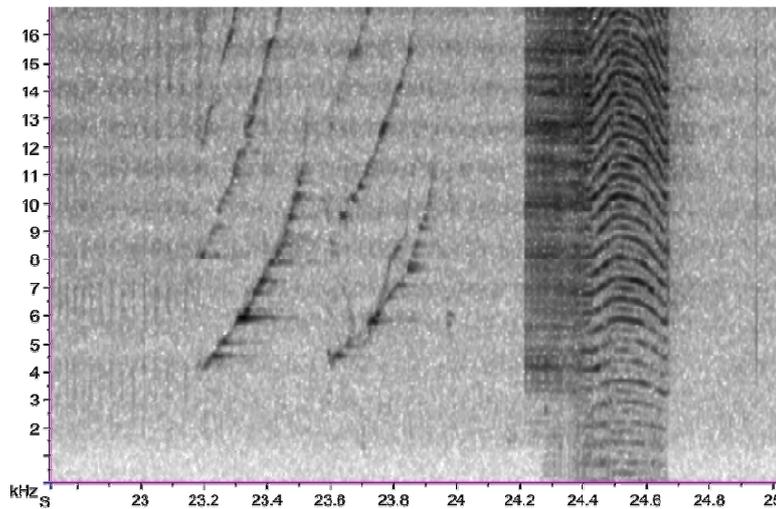
Sons pulsantes têm sido fortemente vinculados à comunicação (Herman & Tavolga, 1980; Dawson, 1991; McCowan & Reiss, 1995a; Connor & Smolker, 1996; Herzing, 1996; Lammers *et al.*, 2003), encontros agonísticos (Overstrom, 1983) ou mesmo sendo considerados sinais ‘emotivos’ (Lilly & Miller, 1961a,b; Herzing, 1996), embora sua ocorrência e significado funcional ainda sejam pouco entendidos. Kaznadzei *et al.* (1976) registraram que os assobios foram freqüentemente acompanhados por ‘sons impulsivos semelhantes aos cliques de ecolocalização’.

Overstrom (1983) observou o comportamento agressivo entre *T. truncatus* cativos, onde sons do tipo pulsantes foram emitidos juntamente com movimentos verticais bruscos de cabeça e posturas com a boca aberta. Foi sugerida a possibilidade destes sons resultarem em desconforto auditivo ou tátil quando direcionado ao outro indivíduo. Somente este tipo de som foi vinculado aos comportamentos observados, sendo enquadrado em duas categorias: curta, com menos de 1 s de duração, e longa, com mais de 1 s. Esta técnica poderia ser usada em direção aos peixes, visto que em Tramandaí estes tipos de sons foram emitidos freqüentemente, juntamente com cliques de ecolocalização.

Além de assobios e cliques de ecolocalização, sons pulsantes também foram registrados por Schultz & Corkeron (1994), sendo que durante os registros acústicos os animais estavam geralmente em atividade de alimentação. Segundo Lammers *et al.* (2003) (para *S. longirostris* e *S. frontalis*), sons pulsantes são freqüentes em ocasiões de comportamento alimentar, sendo relacionados à captura ou forrageamento. No presente trabalho, existindo ou não associação com a pesca, eles foram registrados, indicando que podem servir para outras funções ou para pesca própria. Por outro lado, sempre que havia pesca interativa, eles foram registrados. Apesar de não ter sido realizada uma análise das propriedades acústicas destes sons, e também pela incerteza da definição do comportamento do animal somente através do comportamento de superfície, embora tal atividade pareça indicar a associação com a pesca, a alta incidência de sons pulsantes nestes momentos parece concordar com a sugestão dos autores do uso de sons pulsantes durante as atividades de alimentação (e poderia ainda servir como uma ferramenta complementar à avaliação dos comportamentos de superfície). Esses sons (Figuras 59 e 60) predominaram principalmente em momentos de interação mais direta com a fileira de pescadores. Momentos antes e/ou depois de comportamentos específicos, como batidas de cabeça, cauda e exposição do corpo lateralmente à fileira de pesca (descritos por Simões-Lopes, 1995), foram os mais visualmente

vinculados a esta categoria sonora, parecendo então estar indiscutivelmente relacionada à atividade de forrageio.

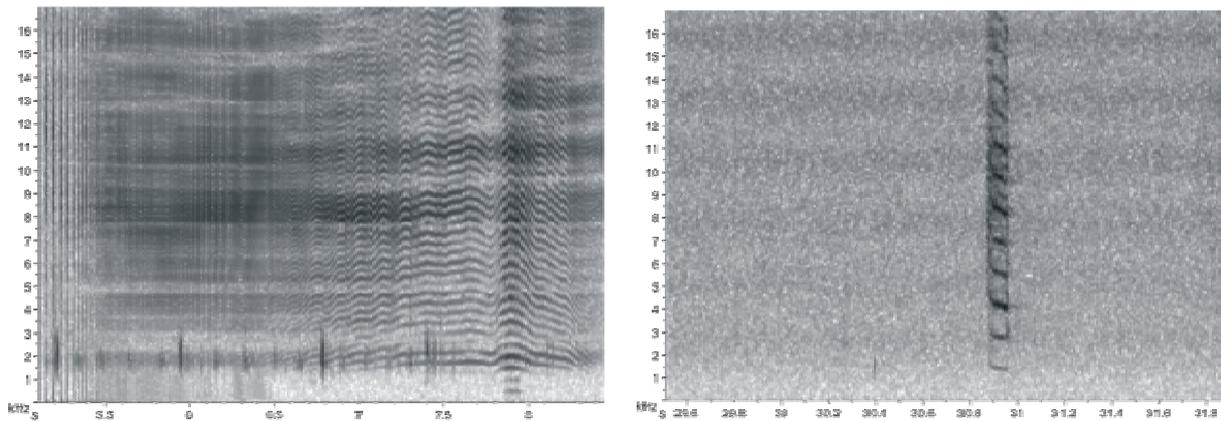
Figura 59. Espectrograma mostrando dois assobios com modulação ascendente, emitidos em seqüência, e seguidos da emissão de um som pulsante. Valores de freqüência em kHz (eixo y), e tempo em segundos (eixo x).



Simões-Lopes (1998) sugere que há uma certa dominância entre os animais frente à fileira de pescadores, relatando comportamentos vinculados à agressão, e também devido ao fato de animais solitários predominarem na interação com a pesca. No presente estudo, sugere-se que o padrão de ocorrência de animais solitários, dentro do canal, pode ser associado com o compartilhamento da área através da subdivisão do grupo em unidades menores (ver: capítulo I: variáveis ambientais). Os animais podem ocupar diferentes porções do canal, mas se associando e se desassociando repetidas vezes, de forma irregular, o que parece refletir um comportamento de forrageio. Quando se associam, pode haver uma vantagem momentânea na captura da presa. Pelo fato de mais de um golfinho se encontrar na área ao mesmo tempo, foram encarados como ‘grupo’ para o registro acústico. Quando havia mais de um animal na área, apesar de que as associações de superfície foram estabelecidas segundo outros critérios. A comparação destas duas abordagens parece se complementar, mostrando a complexidade das relações, e parece convergir para o exposto acima. Como sugerido por Janik (2000), os animais podem estar em associação acústica, mas não em associação física, mas esta ocorre freqüentemente quando mais de um golfinho se encontra na área. Além disto, os sons pulsantes que poderiam ser vinculados a este tipo de comportamento agressivo ocorreu muito freqüentemente quando animais se encontravam sozinhos, e parecem

se adaptar mais à hipótese de técnica alimentar, visto sua grande associação com estes comportamentos.

Figura 60. Espectrogramas mostrando sons pulsantes com diferentes padrões de emissão, duração e modulação de frequência. No espectrograma da esquerda, podem ser visualizados cliques de ecolocalização na parte inicial da emissão sonora, sendo seguidos posteriormente por um longo som pulsante de modulação variada. No espectrograma da direita pode ser visualizado um som pulsante de curta duração e modulação simples. Valores de frequência em kHz (eixo y), e tempo em segundos (eixo x).



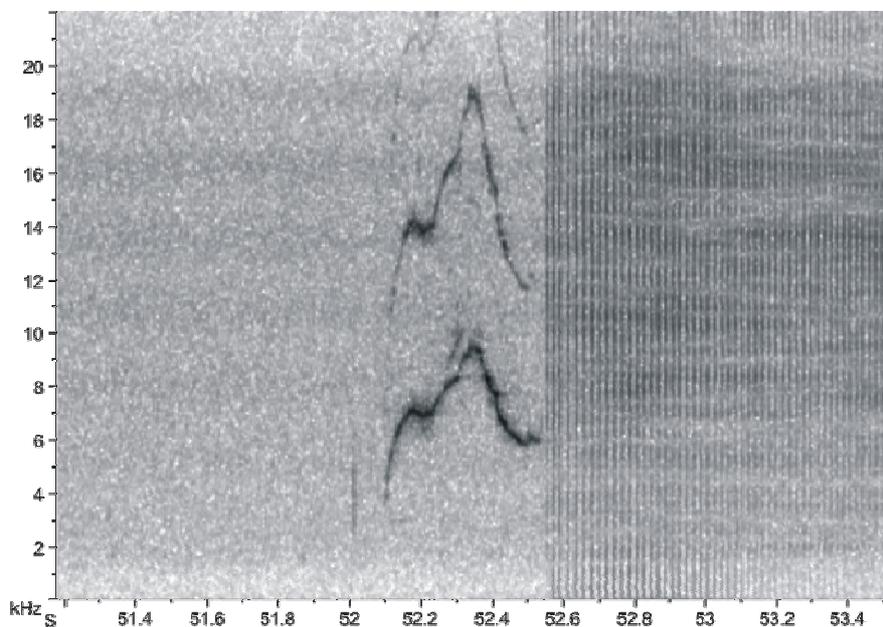
Murray *et al.* (1998) também sugere, através do estudo das vocalizações de *Pseudorca crassidens*, que ocorre uma transição entre cliques e outros sons pulsantes e os assobios, uma vez que categorias intermediárias parecem estar presentes, embora a percepção deste *continuum* pelos animais não esteja confirmada. Os autores sugerem, porém, que estes sons pulsantes poderiam conter características individuais assim como os assobios, e que estas diferenças poderiam ser encontradas em diferenças nos parâmetros acústicos e/ou nos padrões de emissão, sendo este um campo bastante promissor principalmente para golfinhos, como no caso do grupo de Tramandaí, que apresentam uma alta taxa de emissão destes sons, principalmente em momentos de não associação.

Lammers *et al.* (2003) sugerem que os sons pulsantes são provavelmente produzidos mais frequentemente do que o reportado por análises realizadas dentro da faixa auditiva humana. A relativa amplitude das harmônicas e a alta sensibilidade auditiva destes animais à frequências equivalentes sugerem que as frequências harmônicas são características espectrais biologicamente relevantes.

5.2.6.2. Harmônicas e direcionalidade

Harmônicas são múltiplos inteiros da frequência fundamental. Apesar da caracterização da presença ou ausência de frequências harmônicas, assim como a quantificação de seu número, serem valores incluídos na avaliação de muitos assobios (Bazúa-Durán, 2001; Lammers *et al.*, 2003; Lammers & Au, 2003; Oswald *et al.*, 2003), optou-se por não considerar tal parâmetro devido a fatores que poderiam ocasionar falsos negativos. Dentre os principais motivos que poderiam ocasionar problemas na interpretação dos resultados, destacam-se a inconstância das condições de aquisição, tanto em relação às oscilações de distância e direcionamento do animal, quanto na imprevisibilidade das condições ambientais. Estes fatores podem influenciar em maior ou menor grau a qualidade do sinal obtido, levando à obtenção de irregularidades na detecção deste parâmetro. Além destas razões, a própria característica do sistema de aquisição utilizado no presente trabalho limita a obtenção de frequências acima de 22 kHz, o que poderia refletir diretamente na falta de precisão das informações relativas às harmônicas (Figura 61).

Figura 61. Espectrograma mostrando um assobio com mais de uma harmônica, sendo que a segunda harmônica apresenta baixa intensidade e é cortada pelo limite de frequência do sistema. Valores de frequência em kHz (eixo y), e tempo em segundos (eixo x).



Apesar disto, alguns trabalhos vêm mostrando a validade biológica da presença das harmônicas na vocalização dos animais (McCowan *et al.*, 1998; Lammers & Au, 2003). Os resultados de Lammers & Au (2003) indicam que direcionalidade está presente no padrão de

emissão dos assobios de *S. longirostris*, discordando do modelo de omnidirecionalidade proposto inicialmente. A emissão resultante indica que os assobios desta espécie se tornam cada vez mais direcionais com a frequência, especialmente com respeito às harmônicas, onde assobios de golfinhos nadando em direção ao transdutor tiveram maior amplitude e estrutura harmônica mais rica do que os que se moviam em sentido oposto. A estrutura harmônica dos assobios apresenta então uma pista potencial para detecção de direção e movimento.

Norris & Dohl (1980) e Lammers & Au (2003) também sugerem que os assobios de frequência modulada, produzidos pelos golfinhos, possam promover a sincronia e coordenação de comportamento entre membros do grupo, mesmo a longas distâncias ou fora do contato visual. A estrutura harmônica está presente em assobios de muitas espécies, sugerindo que a avaliação da sua estrutura seja um campo de investigação promissor a ser considerado em trabalhos futuros.

5.2.7. Considerações finais

Antes de determinar diferenças nas estruturas dos assobios entre populações ou grupos, deve-se determinar a variabilidade existente dentro destas unidades. Os resultados deste estudo sugerem que, mesmo existindo diferenças entre os diversos assobios registrados, características específicas para o grupo podem ser estabelecidas. Os assobios dos golfinhos da barra de Tramandaí se enquadraram nos parâmetros espectrais e temporais descritos para a espécie. Cinco grandes padrões de modulação da frequência fundamental foram encontrados: assobios ascendentes, descendentes, em forma de parábola, côncavos e múltiplos. O intervalo de modulação de frequência dos assobios foi limitado entre frequências de 2 a 17 kHz.

O grupo emitiu uma grande variedade de tipos de vocalizações, onde assobios com 0 ou 1 inflexão foram mais frequentes, embora assobios múltiplos, com até 10 pontos de inflexão, tenham sido registrados. Nos assobios com mais de um ponto de inflexão, as porções iniciais e finais apresentaram tendência ascendente. O número de emissões foi maior na presença de filhotes, quando mais de 50% dos assobios foram registrados. Assobios ascendentes (e também os mais estáveis) foram os mais frequentes. Contudo, as emissões observadas em momentos de associação foram uma combinação de vários tipos, com maior ocorrência dos assobios múltiplos, provavelmente relacionados a uma maior transmissão de informação. Assobios do grande grupo C, em forma de parábola, foi a classe dominante nas emissões de indivíduos solitários, e embora não tenha sido confirmada a existência de assobios assinatura para este grupo, sugere-se esta categoria como potencial fonte de assobios assinatura, devido a grande diversidade de formas observadas, relacionadas à variações sutis

na modulação do contorno da fundamental. Estes e todas as outras classes de assobios foram registradas em momentos de associação, apontando para um repertório diversificado onde, principalmente nestes momentos, a comunicação parece ser mais relevante. A possibilidade de combinações de tipos diferentes, em taxas de emissão e contextos próprios parece indicar um repertório compartilhado, próprio de animais habitando áreas naturais e expostos à diversas situações diferentes e necessidades de aprendizado específicas.

Estudos voltados para a identificação e caracterização funcional das vocalizações necessitam de técnicas diferentes de aquisição, devido à dificuldade inerente de registrar animais de vida livre de maneira individual, sem que este fator de ‘isolamento’ não afete a taxa e tipos de emissões acústicas dos indivíduos. Sons de determinado golfinho ou grupo podem ser identificados no ambiente aquático por informações direcionais de uma rede de hidrofones ou outros equipamentos acústicos de detecção de direção (Clark & Clark, 1980; Watkins & Wartzok, 1985; Freitag & Tyack, 1993; Janik, 2000; Janik *et al.*, 2000; Thomas *et al.*, 2002; Van Parijs *et al.*, 2002; Lammers & Au, 2003; Oswald *et al.*, 2003), onde a direção geral da fonte sonora é derivada da comparação de diferenças no tempo de chegada, de fase ou intensidade dos sinais. Tais sistemas de localização devem considerar a perda de transmissão no meio aquático, ruído ambiental e sensibilidade acústica da espécie (Janik *et al.*, 2000), fornecendo assim uma noção do espaço ativo das vocalizações dos animais.

A variabilidade intra-específica e a exata função social dos assobios em ambiente natural ainda carecem de maiores informações, e futuros estudos devem ser desenvolvidos, principalmente levando-se em conta o comportamento ou contexto relacionado. Herzing (1996) salienta a importância da análise de todo repertório e contextos nos quais são utilizadas as vocalizações em animais de vida livre, para o entendimento funcional destes sinais. A comparação de grupos ou populações de *T. truncatus* em áreas tanto adjacentes quanto distantes uma das outras ao longo do litoral brasileiro, assim como em águas oceânicas, podem oferecer informações acerca da diversidade de repertórios, graus de compartilhamento, funções específicas e adaptações ecológicas. Para tanto, para quaisquer estudos de acústica que sejam realizados com golfinhos, uma padronização nas aquisições e nos procedimentos de classificação e análise também se mostram necessários, como sugerido por Bazúa-Durán & Au (2002), facilitando a comparação e avaliação dos dados obtidos por diferentes pesquisadores.

6. Conclusões

1. Os indivíduos do grupo de *Tursiops truncatus* presente na barra da laguna de Tramandaí, RS, foram observados ao longo de praticamente todas as estações dos anos analisados, conferindo a eles a característica de animais residentes no local.
2. Os indivíduos apresentaram diferentes graus de fidelidade à área, e apenas em um ano um dos golfinhos do grupo não foi observado.
3. Dois dos indivíduos apresentaram pequenas mudanças nas marcas naturais da nadadeira dorsal, um com alteração de coloração e outro com mudanças mais evidentes no formato da nadadeira dorsal.
4. Um dos indivíduos não foi mais observado a partir da primavera de 1998, mas o número de animais adultos se manteve relativamente constante ($n=8$), embora o nascimento de filhotes alterasse este número momentaneamente, em alguma época, com até 11 golfinhos sendo observados em determinados períodos.
5. O intervalo médio de nascimentos foi de 2,7 anos para as duas fêmeas analisadas, ao longo de um período de oito anos, onde cada uma delas foi observada com filhotes novos em pelos menos três momentos diferentes.
6. Os filhotes novos foram observados pela primeira vez em duas épocas diferentes, outono e primavera, sugerindo uma tendência deste grupo a apresentar a um padrão bimodal de nascimentos.
7. A observação de animais solitários predominou em todas as épocas dos anos, mas em geral esta composição foi menos freqüente no inverno.
8. Agrupamentos maiores foram registrados principalmente nos meses de outono, e secundariamente na primavera, coincidindo com a presença de filhotes e a época de migração da tainha no Estado, e corroborando afirmações anteriores de uso predominante da área para atividades de alimentação.
9. Quando agrupamentos ocorreram, a média do tamanho do grupo foi de $2,38 \pm 0,73$ animais, indicando a dupla como associação mais recorrente, embora grupos de até sete golfinhos tenham sido observados.
10. A presença dos animais solitários apresentou correlação moderada com a temperatura da água em alguns anos, o que parece indicar que esta variável (temperatura) pode influenciar ocasionalmente, e talvez indiretamente, a presença dos golfinhos na área.
11. A variável “nível da água da barra” não parece ter influência sobre a presença ou ausência dos animais.

12. Apesar do pequeno tamanho do grupo, os índices de associação foram baixos, sendo que este padrão se manteve constante ao longo de um intervalo de oito anos, não excedendo 0,20, com exceção das duplas mãe-filhote, que obtiveram sempre valores superiores a 0,80 e das combinações entre fêmeas e filhotes, com índices em torno de 0,40, indicando uma associação entre fêmeas quando acompanhadas de seus filhotes.
13. Ocorreram índices elevados, de até 1,00, se as associações fossem considerados em um intervalo de tempo menor, e sugere-se que *T. truncatus* apresenta um padrão de associação mesclado, ora fraco, ora forte, não dependente somente do número de indivíduos presentes para as associações, mas de variações na disponibilidade do recurso alimentar e preferências individuais temporárias.
14. Os grupo de golfinhos emitiu uma variedade de sons, que foram caracterizados como assobios, cliques de ecolocalização e sons pulsantes, sendo estas duas últimas classes mais frequentes e provavelmente vinculadas à atividade de alimentação.
15. Foram analisados 1.768 assobios, sendo que as frequências mínimas registradas variaram de 1,4 kHz a 10,4 kHz, e máximas de 3,0 kHz a 17,1 kHz; As frequências iniciais variaram de 1,7 kHz a 15,8 kHz e finais de 1,4 kHz a 17,1 kHz.
16. O mínimo de intervalo de variação de frequência para um assobio foi de 950,4 Hz e o máximo de 12.622,7 Hz. A duração variou de 0,0410 a 1,9350s, embora a média tenha sido em torno de 0,4s. A duração foi o parâmetro acústico com maior coeficiente de variação, e embora os coeficientes de variação para os parâmetros espectrais tenham sido menores, o intervalo de variação de frequência também apresentou coeficiente relativamente grande.
17. Foi verificada uma elevada variabilidade de padrões de assobios, apresentando cinco padrões gerais de modulação da frequência fundamental: ascendente, descendente, parábola, côncavo e múltiplo. Não foram registrados assobios com modulação constante.
18. A classe ascendente predominou entre os tipos verificados, com 45,6% de ocorrência, seguida dos assobios em parábola (29,5%) e múltiplos (23,2%). Os dois outros padrões compreenderam, juntos, apenas 1,7%.
19. Os assobios múltiplos apresentaram de dois a 10 pontos de inflexão, mas os assobios com 0 a 1 ponto de inflexão foram mais frequentes, predominando a inclinação ascendente tanto nas porções iniciais quanto finais dos assobios com mais de uma inflexão.

20. A partir destes padrões gerais, foi observada uma diversidade de formas distintas nas modulações da frequência fundamental dos assobios, que possibilitaram a diferenciação do repertório em 34 subcategorias de assobios.
21. As categorias IV e VIII apresentaram valores similares de frequência inicial, primeiro e segundo pontos de inflexão, segundo o qual sugere-se a existência de unidades básicas a partir das quais os indivíduos poderiam modular o assobio.
22. Foram verificadas diferenças no número de ocorrência assim como nos tipos de assobios emitidos em diferentes tamanhos de grupo e diferentes classes sociais, sugerindo que diferentes funções destes sinais podem estar relacionadas a diferentes contextos.
23. Durante as associações, foi verificada uma maior diversidade de emissão de assobios, onde os assobios múltiplos e ascendentes predominaram, embora todos os grandes grupos tenham sido representados.
24. Quando fêmeas e filhotes estavam presentes, foram registradas longas seqüências de assobios, nas quais também predominaram assobios ascendentes e múltiplos, sugerindo um aumento na troca de informações entre os animais vinculada à importância da comunicação entre mãe e filhotes nesse período da vida.
25. A classe predominante para animais solitários foi de assobios em forma de parábola, padrão de modulação onde também foram verificadas as maiores diferenças no contorno da frequência fundamental, a partir do qual se sugere que assobios assinatura potenciais possam ser encontrados nesta classe de assobios.
26. Vários tipos de assobios foram emitidos tanto por animais associados quanto por animais solitários, sugerindo um provável repertório compartilhado para este grupo de golfinhos.
27. Dois métodos utilizados para extrair os parâmetros acústicos dos assobios obtiveram resultados similares, com margens de erro para os parâmetros espectrais de menos de 390 Hz, e para o temporal em torno de 0,09s, sugerindo a validação da extração manual.

7. Referências bibliográficas

- ACEVEDO, A. Behaviour and movements of bottlenose dolphins, *Tursiops truncatus*, in the entrance to Ensenada De La Paz, Mexico. **Aquatic Mammals**, Macomb, v. 17, n. 3, p. 137-147, 1991.
- ACEVEDO, A.; BURKHART, S. Seasonal distribution of bottlenose (*Tursiops truncatus*) and pan-tropical spotted (*Stenella attenuata*) dolphins (Cetacea: Delphinidae) in Golfo Dulce, Costa Rica. **Revista de Biologia Tropical**, San Jose, v. 46, n. 6, p. 91-101, 1998.
- ACEVEDO, A.; PARKER, N. Surface behavior of bottlenose dolphins is related to spatial arrangement of prey. **Marine Mammal Science**, Lawrence, v. 16, n. 2, p. 287-298, 2000.
- AGUIRRE, A. Contribuição para o estudo da biologia das nossas tainhas. **A Voz do Mar**, Rio de Janeiro, v. 155, p. 273-275, 1938.
- AKAMATSU, T.; HATAKEYAMA, Y.; KOJIMA, T.; SOEDA, H. Echolocation rates of two Harbor porpoises (*Phocoena phocoena*). **Marine Mammal Science**, Lawrence, v. 10, n. 4, p. 401-411, 1994.
- ALTMAN, D. G. **Practical Statistics for Medical Research**. London: Chapman & Hall, 1991. 611p.
- ALTMANN, J. Observational study of behavior: Sampling methods. **Behaviour**, Leiden, v. 48, p. 227-267, 1974.
- ALVAREZ, J. A. Una observación en el estuario de Tramandaí, RS. **Pesquisas**, Porto Alegre, v. 12, p. 189-207, 1979.
- ALVAREZ, J. A.; GRÊ, J. C. R.; TOLDO JR., E. Estudos oceanográficos e sedimentológicos preliminares da praia de Tramandaí - RS. **Pesquisas**, Porto Alegre, v. 15, p. 66-85, 1983.
- AROYAN, J. L. Three-dimensional modeling of hearing in *Delphinus delphis*. **The Journal of the Acoustical Society of America**, New York, v. 110, n. 6, p. 3305-3318, 2001.

AU, W. W. L. **The sonar of dolphins**. New York: Springer Verlag, 1993. 277 p.

AU, W. W. L.; FORD, J. K. B.; HORNE, J. K.; ALLMAN, K. A. N. Echolocation signals of free-ranging killer whales (*Orcinus orca*) and modeling of foraging for chinook salmon (*Oncorhynchus tshawytscha*). **The Journal of the Acoustical Society of America**, New York, v. 115, n. 2, p. 901-909, 2004.

AU, W. W. L.; MOBLEY, J.; BURGESS, W. C.; LAMMERS, M. O.; NACHTIGALL, P. E. Seasonal and diurnal trends of chorusing humpback whales wintering in waters off western Maui. **Marine Mammal Science**, Lawrence, v. 16, n. 3, p. 530-544, 2000.

AU, W. W. L.; MOORE, P. W. B. Receiving beam patterns and directivity indices of the Atlantic bottlenose dolphin (*Tursiops truncatus*). **The Journal of the Acoustical Society of America**, New York, v. 75, p. 255-262, 1984.

AU, W. W. L.; MOORE, P. W. B.; PAWLOSKI, D. Echolocation transmitting beam of the Atlantic bottlenose dolphin. **The Journal of the Acoustical Society of America**, New York, v. 80, p. 688-691, 1986.

AZEVEDO, A.; SIMÃO, S. M. Whistles produced by marine tucuxi dolphins (*Sotalia fluviatilis*) in Guanabara Bay, southeastern Brazil. **Aquatic Mammals**, Macomb, v. 28, n. 3, p. 261-266, 2002.

BAIRD, R. W. The killer whale: foraging specializations and group hunting. In: MANN, J.; CONNOR, R. C.; TYACK, P. L.; WHITEHEAD, H. (ed.). **Cetacean Societies: Field Studies of Dolphins and Whales**. Chicago: University of Chicago Press, 2000. p. 127-153.

BALLANCE, L. T. Habitat use patterns and ranges of the bottlenose dolphin in the Gulf of California, Mexico. **Marine Mammal Science**, Lawrence, v. 8, n. 3, p. 262-274, 1992.

BALLANCE, L. T. Residence patterns, group organization, and surfacing associations of bottlenose dolphins in Kino Bay, Gulf of California, Mexico. In: LEATHERWOOD, S.;

REEVES, R. R. (ed.). **The Bottlenose Dolphin**. San Diego: Academic Press, 1990. p. 267-283.

BARCO, S. G.; SWINGLE, W. M.; MCLELLAN, W. A.; HARRIS, R. N.; PABST, D. A. Local abundance and distribution of bottlenose dolphins (*Tursiops truncatus*) in the nearshore waters of Virginia Beach, Virginia. **Marine Mammal Science**, Lawrence, v. 15, n. 2, p. 394-408, 1999.

BARRETO, A. S. **Variação craniana e genética de *Tursiops truncatus* (Delphinidae, Cetacea) na costa atlântica da América do Sul**. 2000. 111 f. Tese (Doutorado) - Fundação Universidade de Rio Grande, Rio Grande, 2000.

BARRETT-LENNARD, L. G.; FORD, J. K. B.; HEISE, K. A. The mixed blessing of echolocation: differences in sonar use by fish-eating and mammal-eating killer whales. **Animal Behaviour**, London, v. 51, p. 533-565, 1996.

BARROS, N. B. **Feeding ecology and foraging strategies of bottlenose dolphin on central east coast of Florida**. 1993. 328 f. Tese (Doutorado) - University of Miami. Miami, 1993.

BARROS, N. B.; ODELL, D. Food habits of bottlenose dolphin in the southern United States. In: LEATHERWOOD, S.; REEVES, R. R. (ed.). **The Bottlenose Dolphin**. San Diego: Academic Press, 1990. p.309-328.

BARROS, N. B.; WELLS, R. S. Prey and feeding patterns of resident bottlenose dolphins (*Tursiops truncatus*) in Sarasota Bay, Florida. **Journal of Mammalogy**, Greensboro, v.79, n.3, p.1045-1059, 1998.

BAZÚA-DURÁN, C. Differences in the whistle characteristics and repertoire of bottlenose and spinner dolphins. **Anais da Academia Brasileira de Ciências**, Rio de Janeiro, v. 76, n. 2, p. 386-392, 2004.

BAZÚA-DURÁN, C. **The whistles of Hawaiian spinner dolphins (*Stenella longirostris*): Description and geographic variations**. 2001. 393 f. Tese (Doutorado) - Universidade do Hawaii, Manoa, Honolulu, 2001.

BAZÚA-DURÁN, C.; AU, W. W. L. The whistles of Hawaiian spinner dolphins. **The Journal of the Acoustical Society of America**, New York, v. 112, n. 6, p. 3064-3072, 2002.

BAZÚA-DURÁN, C.; AU, W. W. L.; OSWALD, J. N. Possible reasons for the geographic variations in the whistles of spinner dolphins (*Stenella longirostris*) of the Pacific Ocean. In: ANNUAL CONFERENCE OF THE EUROPEAN CETACEAN SOCIETY, 17., 2003. Las Palmas de Gran Canaria, Spain, **Proceedings...** Las Palmas de Gran Canaria: European Research on Cetaceans, 2003. p. 1-5.

BEARZI, G.; NOTARBARTOLO-DI-SCIARA, G.; POLITI, E. Social ecology of bottlenose dolphins in the Kvarneri (Northern Adriatic Sea). **Marine Mammal Science**, Lawrence, v. 13, p. 650–668, 1997.

BEARZI, G.; POLITI, E.; DI SCIARA, G. N. Diurnal behavior of free-ranging bottlenose dolphins in the Kvarneric (Northern Adriatic Sea). **Marine Mammal Science**, Lawrence, v. 15, n. 4, p. 1065-1097, 1999.

BEJDER, L.; FLETCHER, D.; BRÄGER, S. A method for testing association patterns of social animals. **Animal Behaviour**, London, v. 56, p. 719-725, 1998.

BERNARDI, L. R. **Estudo ecológico e comportamental do boto-da-tainha *Tursiops truncatus* Montagu, 1821 (Cetacea, Delphinidae) na foz do Rio Mampituba, Torres, RS.** 2000. 103 f. Dissertação (Mestrado em Biologia Animal) – Instituto de Biociências, Programa de Pós-Graduação em Biologia Animal, Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Porto Alegre, 2000.

BERTA, A.; SUMICH, J. L. **Marine Mammals: Evolutionary Biology.** San Diego: Academic Press, 1999. 494 p.

BLOOM, P. The diary of a wild, solitary, bottlenose dolphin (*Tursiops truncatus*), resident off Amble on the north Northumberland coast of England, from April 1987 to January 1991. **Aquatic Mammals**, Macomb, v. 17, n. 3, p. 103-119, 1991.

BÖRJESSON, P.; READ, A. J. Variation in timing of conception between populations of the Harbor porpoise. **Journal of Mammalogy**, Greensboro, v. 84, n. 3, p. 948–955, 2003.

BOUTIBA, Z. Bilan de nos connaissances sur la présence des cétacés le long des côtes algériennes. **Mammalia**, Paris, v. 58, n. 4, p. 613-622, 1994.

BRAGA, F. M. S. Contribuição para o conhecimento do gênero *Mugil* Linnaeus, 1758 no litoral do Brasil: Diferenças inter e intraespecíficas. **Naturalia**, São Paulo, v. 8, p. 57-65, 1983.

BRÄGER, S. Diurnal and seasonal behavior patterns of bottlenose dolphins (*Tursiops truncatus*). **Marine Mammal Science**, Lawrence, v. 9, n. 4, p. 434-438, 1993.

BRÄGER, S.; WÜRSIG, B.; ACEVEDO, A.; HENNINGSEN, T. Association patterns of bottlenose dolphins (*Tursiops truncatus*) in Galveston Bay, Texas. **Journal of Mammalogy**, Greensboro, v. 75, n. 2, p. 431-437, 1994.

BRILL, R. L.; HARDER, P. J. The effects of attenuating returning echolocation signals at the lower jaw of a dolphin (*Tursiops truncatus*). **The Journal of the Acoustical Society of America**, New York, v. 89, n. 6, p. 2851-2857, 1991.

BRILL, R. L.; MOORE, P. W. B.; DANKIEWICZ, L. A. Assessment of dolphin (*Tursiops truncatus*) auditory sensitivity and hearing loss using jawphones. **The Journal of the Acoustical Society of America**, New York, v. 109, n. 4, p. 1717-1722, 2001.

BRILL, R. L.; MOORE, P. W. B.; HELWEG, D. A.; DANKIEWICZ, L. A. Mapping acoustic sensitivity about the dolphin's head: A look at the peripheral hearing system. **The Journal of the Acoustical Society of America**, New York, v. 107, p. 2786, 2000.

BRILL, R. L.; SEVENICH, M. L.; SULLIVAN, T. J.; SUSTMAN, J.D.; WITT, R. E. Behavioral evidence for hearing through the lower jaw by an echolocating dolphin (*Tursiops truncatus*). **Marine Mammal Science**, Lawrence, v. 4, n. 3, p. 223-230, 1988.

BUCK, J. R.; TYACK, P. L. A quantitative measure of similarity for *Tursiops truncatus* signature whistles. **The Journal of the Acoustical Society of America**, New York, v. 94, n. 5, p. 2497-2506, 1993.

BURDIN, V. I.; REZNIK, A. M.; SKORNYAKOV, V. M.; CHUPAKOV, A. G. Communication signals of the Black Sea bottlenose dolphin. **Soviet Physics Acoustics**, New York, v. 20, n. 4, p. 314-318, 1975.

CALDWELL, M. C.; CALDWELL, D. K. Dolphins communicate – but they don't talk. **Naval Research Logistics Quarterly**, New York, v. 25, p. 23, 1972.

CALDWELL, M.; CALDWELL, D. Individualized whistle contours in bottlenose dolphins (*Tursiops truncatus*). **Nature**, London, v. 207, p. 434-435, 1965.

CALDWELL, M.; CALDWELL, D. Vocalization of naive captive dolphins in small groups. **Science**, Washington, v. 159, p. 1121-1123, 1968.

CALDWELL, M.; CALDWELL, D.; TYACK, P. Review of the signature-whistle hypothesis for the Atlantic bottlenose dolphin. In: LEATHERWOOD, S.; REEVES, R. R. (ed.). **The Bottlenose Dolphin**. San Diego: Academic Press, 1990. p. 199-234.

CALLEGARI-JACQUES, S. M. **Bioestatística – Princípios e Aplicações**. Porto Alegre: Artmed, 2003. 255 p.

CAON, G. S.; OTT, P. H. Ocorrência e fotoidentificação do golfinho-nariz-de-garrafa (*Tursiops truncatus*) em águas oceânicas brasileiras no Arquipélago de São Pedro e São Paulo. In: REUNIÓN DE TRABAJO DE ESPECIALISTAS EN MAMÍFEROS ACUÁTICOS DE AMÉRICA DEL SUR, 9., E III CONGRESO DE LA SOCIEDAD LATINOAMERICANA DE MAMÍFEROS ACUÁTICOS (SOLAMAC), 2000. Buenos Aires, Argentina, **Anais...** Buenos Aires, Argentina. 2000. p.20.

CAON, G. S.; OTT, P. H. Ocorrência e sazonalidade de cetáceos nas proximidades do Arquipélago de São Pedro e São Paulo. In: WORKSHOP CIENTÍFICO-AMBIENTAL –

PROGRAMA ARQUIPÉLAGO, 1., 2001. Natal, RN, **Anais...** Natal, RN, Secretaria da Comissão Interministerial para os Recursos do Mar e Universidade Federal Rural de Pernambuco. 2001. pp.37

CAPELLA, J., GIBBONS, J.; VILINA, Y. Ecología y estructura grupal de delfines nariz de botella, *Tursiops truncatus*, en Isla Chañaral, Chile. In: REUNIÃO DE TRABALHOS DE ESPECIALISTAS EM MAMÍFEROS AQUÁTICOS DA AMÉRICA DO SUL, 6., 1994. Florianópolis, Brasil, **Anais....** Florianópolis: Simões-Lopes, P. C.; Ximenez, A. (ed.), 1994. p. 75.

CARLSON, C. A.; MAYO, C. A.; WHITEHEAD, H. Changes in the ventral fluke pattern of the humpback whale (*Megaptera novaeangliae*), and its effect on matching; Evaluation of its significance to photo-identification research. In: HAMMOND, P. H.; MIZROCH, S. A.; DONOVAN, G. P. (ed.). **Individual Recognition of Cetaceans: Use of Photoidentification and other Techniques to Estimate Population Parameters.** Cambridge: Rep. Int. Whal. Commn. (special issue 12), 1990. p. 105-112.

CASTELLO, H. P.; PINEDO, M. C. Botos na Lagoa dos Patos. **Natureza em Revista**, Porto Alegre, v. 2, p. 46-49, 1977.

CHAO, L. N.; PEREIRA, L. E.; VIEIRA, P.; BEMVENUTI, M. A.; CUNHA, L. P. R. Relação preliminar dos peixes estuarinos e marinhos da Lagoa dos Patos e região costeira adjacente, Rio Grande do Sul, Brasil. **Atlântica**, Rio Grande, v. 5, n. 1, p. 67-75, 1982.

CLARK, C. W.; CLARK, J. M. Sound playback experiments with southern right whales (*Eubalaena australis*). **Science**, Washington, v. 207, p. 663-664, 1980.

COCKCROFT, V. G.; ROSS, G. J. B. Food and feeding of the Indian Ocean bottlenose dolphin off southern Natal, South Africa. In: LEATHERWOOD, S.; REEVES, R. R. (ed.). **The Bottlenose Dolphin.** San Diego: Academic Press, 1990. p. 295-308.

CONDY, P. R.; VAAN AARDE, R. J.; BESTER, M. N. The seasonal occurrence and behaviour of killer whales *Orcinus orca*, at Marion Island. **Journal of Zoology**, London, v. 184, p. 449-464, 1978.

CONNOR, R. C.; HEITHAUS, M. R.; BARRE, L. M. Superalliance of bottlenose dolphins. **Nature**, London, v. 397, p. 571–572, 1999.

CONNOR, R. C.; HEITHAUS, M.; BARRE, L. Complex social structure, alliance stability and mating success in a bottlenose dolphin ‘super-alliance’. **Proceedings of the Royal Society, London B**, London, v. 268, p. 263–267, 2001.

CONNOR, R. C.; MANN, J.; TYACK, P. L.; WHITEHEAD, H. Social evolution in toothed whales. **Trends in Ecology & Evolution**, Amsterdam, v. 13, n. 6, p. 228-232, 1998.

CONNOR, R. C.; NORRIS, K. S. Are dolphins reciprocal altruists? **American Naturalist**, Chicago, v. 119, n. 3, p. 358-374, 1982.

CONNOR, R. C.; SMOLKER, R. "Pop" goes the dolphin: a vocalization male bottlenose dolphins produce during consortships. **Behaviour**, Leiden, v. 133, p. 643-662, 1996.

CONNOR, R. C.; SMOLKER, R. Habituated dolphins (*Tursiops* sp) in western Australia. **Journal of Mammalogy**, Greensboro, v. 66, n. 2, p. 398-400, 1985.

CONNOR, R. C.; SMOLKER, R. Quantitative description of a rare behavioral event: a bottlenose dolphin’s behavior toward her deceased offspring. In: LEATHERWOOD, S.; REEVES, R. R. (ed.). **The Bottlenose Dolphin**. San Diego: Academic Press, 1990. p. 355-360.

CONNOR, R. C.; WELLS, R. S.; MANN, J.; READ, A. J. The bottlenose dolphin: social relationships in a fission–fusion society. In: MANN, J.; CONNOR, R. C.; TYACK, P. L.; WHITEHEAD, H. (ed.). **Cetacean Societies: Field Studies of Dolphins and Whales**. Chicago: University of Chicago Press, 2000. p. 91–126.

COOK, M. L. H.; SAYIGH, L. S.; BLUM, J. E.; WELLS, R. S. Signature-whistle production in undisturbed free-ranging bottlenose dolphins (*Tursiops truncatus*). **Proceedings of the Royal Society, London B**, London, v. 271, p. 1043–1049, 2004.

CORKERON, P. J. Aspects of a behavioral ecology of inshore dolphins *Tursiops truncatus* and *Souza chinensis* in Moreton Bay, Australia. In: LEATHERWOOD, S.; REEVES, R. R. (ed.). **The Bottlenose Dolphin**. San Diego: Academic Press, 1990. p. 285-293.

CORKERON, R. J.; BRYDEN, M. M.; HEDSTROM, K. E. Feeding by bottlenose dolphins in association with trawling operations in Moreton Bay, Australia. In: LEATHERWOOD, S.; REEVES, R. R. (ed.). **The Bottlenose Dolphin**. San Diego: Academic Press, 1990. p. 329-336.

CRANFORD, T. W. The sperm whale's nose: sexual selection on a grand scale? **Marine Mammal Science**, Lawrence, v. 15, n. 4, p. 1133-1157, 1999.

CRANFORD, T. W.; ELSBERRY, W. R.; BLACKWOOD, D. J.; CARR, J. A.; KAMOLNICK, T.; TODD, M.; VAN BONN, W. G.; CARDER, D. A.; RIDGWAY, S. H.; BOZLINSKI, D. M.; DECKER, E. C. Two independent sonar signal generators in the bottlenose dolphin: Physiology evidence and implications. **The Journal of the Acoustical Society of America**, New York, v. 108, n. 5, p. 2613, 2000.

CUMMINGS, W. C.; THOMPSON, P. O. Gray whales, *Eschrichtius robustus*, avoid the underwater sounds of killer whales, *Orcinus orca*. **Fishery Bulletin**, Washington, v. 69, n. 3, p. 525-530, 1971.

DALLA ROSA, L. **Estimativa do tamanho da população de botos, *Tursiops truncatus*, do estuário da Lagoa dos Patos, RS, a partir da foto-identificação de indivíduos com marcas naturais e da aplicação de modelos de marcação-recaptura**. 1999. 104 f. Dissertação (Mestrado em Oceanografia Biológica) – Programa de Pós-Graduação em Oceanografia Biológica, FURG, Rio Grande, 1999.

DALLA ROSA, L. New information on the occurrence of small cetaceans off southern Brazil. In: REUNIÃO DE TRABALHOS DE ESPECIALISTAS EM MAMÍFEROS AQUÁTICOS DA AMÉRICA DO SUL, 8., 1998. Olinda, PE, **Anais...**Olinda, PE. 1998. p.60.

DANKIEWICZ, L. A.; HELWEG, D. A. MOOREA, P. W.; ZAFRAN, J. M. Discrimination of amplitude-modulated synthetic echo trains by an echolocating bottlenose dolphin. **The Journal of the Acoustical Society of America**, New York, v. 112, n. 4, p. 1702-1708, 2002.

DAWBIN, W. H.; CATO, D. H. Sounds of a pygmy right whale (*Caperea marginata*). **Marine Mammal Science**, Lawrence, v. 8, n. 3, p. 213-219, 1992.

DAWSON, S. M. Clicks and communication: the behavioural and social contexts of Hector's dolphin vocalizations. **Ethology**, Berlin, v. 88, p. 265–276, 1991.

DEFRAN, R. H.; SHULTZ, G. M.; WELLER, D. W. A technique for the photographic identification and cataloging of dorsal fins of the bottlenose dolphin (*Tursiops truncatus*). In: HAMMOND, P. H.; MIZROCH, S. A.; DONOVAN, G. P. (ed.). **Individual Recognition of Cetaceans: Use of Photoidentification and other Techniques to Estimate Population Parameters**. Cambridge: Rep. Int. Whal. Commn. (special issue 12), 1990. p. 53-55.

DEFRAN, R. H.; WELLER, D. W.; KELLY, D. L.; ESPINOSA, M. A. Range characteristics of Pacific coast bottlenose dolphins (*Tursiops truncatus*) in the Southern California Bight. **Marine Mammal Science**, Lawrence, v. 15, n. 2, p. 381-393, 1999.

DELANEY, R. Oceanografia Biológica - Plâncton. **Diagnóstico ambiental oceânico e costeiro das regiões sul e sudeste do Brasil - v. IV**. São Paulo: FUNDESPA, 1965.

DI BENEDITTO, A. P. M.; RAMOS, R. M. A.; SICILIANO, S.; SANTOS, R. A.; BASTOS, G.; FAGUNDES-NETTO, E. Stomach contents of delphinids from Rio de Janeiro, southeastern Brazil. **Aquatic Mammals**, Macomb, v. 27, n.1, p.24-28, 2001.

DICE, L. R. Amount of ecological associations between species. **Ecology**, Tempe, v. 26, p. 297-302, 1945.

DIERCKS, K. J.; TROCHTA, R. T.; EVANS, W. E. Delphinid sonar: measurement and analysis. **The Journal of the Acoustical Society of America**, New York, v. 54, n. 1, p. 200-204, 1973.

DREHER, J. J. Linguistic considerations of porpoise sounds. **The Journal of the Acoustical Society of America**, New York, v. 33, n. 12, p. 1799-1800, 1961.

DREHER, J. J.; EVANS, W. E. Cetacean communication. In: TAVOLGA, W. N. (ed.). **Marine Bioacoustics**. New York: Pergamon, 1964. p. 373-396.

DUBROVSKY, N. A. Echolocation system of the bottlenose dolphin. **Acoustical Physics**, New York, v. 50, n. 3, p. 305-317, 2004.

DUFAULT, S.; WHITEHEAD, H. An assessment of changes with time in the marking patterns used for photoidentification of individual sperm whales, *Physeter macrocephalus*. **Marine Mammal Science**, Lawrence, v. 11, n. 3, p. 335-343, 1995.

DUFAULT, S.; WHITEHEAD, H. Regional and group-level differences in fluke markings and notches of sperm whales. **Journal of Mammalogy**, Greensboro, v. 79, n. 2, p. 514-520, 1998.

DUFFIELD, D. A.; RIDGWAY, S. H.; CORNELL, L. H. Hematology distinguishes coastal and offshore forms of dolphins (*Tursiops*). **Canadian Journal of Zoology**, Ottawa, v.61, p.930-933, 1983.

EDDS-WALTON, P. L. Acoustic communication signals of mysticete whales. **Bioacoustics**, Oxon, v. 8, p. 47-60, 1997.

ERBER, C.; SIMÃO, S. Analysis of whistles produced by the tucuxi dolphin, *Sotalia fluviatilis* from Sepetiba bay, Brazil. **Anais da Academia Brasileira de Ciências**, Rio de Janeiro, v. 76, n. 2, p. 381-385, 2004.

ESSAPIAN, F. S. Observations of abnormalities of parturition in captive bottlenose dolphins, *Tursiops truncatus*, and concurrent behaviour of other porpoises. **Journal of Mammalogy**, Greensboro, v. 44, p. 405-414, 1963.

ESSAPIAN, F. S. The birth and growth of a porpoise. **Natural History**, New York, v. 62, p. 392-399, 1953.

FELIX, F. Dominancia de los machos en el bufeo costero *Tursiops truncatus*: a clave es compartir. In: REUNIÃO DE TRABALHOS DE ESPECIALISTAS EM MAMÍFEROS AQUÁTICOS DA AMÉRICA DO SUL, 6., 1994. Florianópolis, Brasil, **Anais...** Florianópolis: Simões-Lopes, P. C.; Ximenez, A. (ed.), 1994. p.113.

FELLEMAN, F. L.; HEIMLICH-BORAN, J. R.; OSBORNE, R. W. The feeding ecology of killer whales (*Orcinus orca*) in the Pacific northwest. In: PRYOR, K.; NORRIS, K. S. (ed.). **Dolphin Societies: Discoveries and Puzzles**. Berkeley: University of California Press, 1991. p. 113-147.

FINNERAN, J. J.; CARDER, D. A.; RIDGWAY, S. H. Low frequency acoustic pressure, velocity, and intensity thresholds in a bottlenose dolphin (*Tursiops truncatus*) and the white whale (*Delphinapterus leucas*). **The Journal of the Acoustical Society of America**, New York, v. 111, n. 1, p. 447-456, 2002a.

FINNERAN, J. J.; SCHLUNDT, C. E.; CARDER, D. A.; RIDGWAY, S. H. Auditory filter shapes for the bottlenose dolphin (*Tursiops truncatus*) and the white whale (*Delphinapterus leucas*) derived with notched noise. **The Journal of the Acoustical Society of America**, New York, v. 112, n. 1, p. 322-328, 2002b.

FISH, J. F.; VANIA, J. S. Killer whale, *Orcinus orca*, sound repeal white whales, *Delphinapterus leucas*. **Fishery Bulletin**, Washington, v. 69, n. 3, p. 531-535, 1971.

FORD, J. K. B. Acoustic behaviour of resident killer whales (*Orcinus orca*) off Vancouver Island, Columbia. **Canadian Journal of Zoology**, Ottawa, v. 67, p. 727-745, 1989.

FORD, J. K. B. Vocal traditions among resident killer whales (*Orcinus orca*) in coastal waters of British Columbia. **Canadian Journal of Zoology**, Ottawa, v. 69, p. 1454-1483, 1991.

FREITAG, L. E.; TYACK, P. L. Passive acoustic localization of the Atlantic bottlenose dolphin using whistles and echolocation clicks. **The Journal of the Acoustical Society of America**, New York, v. 93, n. 4, p. 2197-2205, 1993.

GEISE, L. *Sotalia guianensis* (Cetacea, Delphinidae) population in the Guanabara Bay, Rio de Janeiro, Brazil. **Mammalia**, Paris, v. 55, n. 3, p. 371-379, 1991.

GILBERT, S. F. **Developmental Biology**. 7th ed. Massachusetts: Sinauer Associates, 2003. 838 p.

GOMES, L. A. Análise sobre a ocorrência de *Tursiops truncatus* na região de Arraial do Cabo (Rio de Janeiro, Brasil). In: REUNIÃO DE TRABALHOS DE ESPECIALISTAS EM MAMÍFEROS AQUÁTICOS DA AMÉRICA DO SUL, 1., 1986. Buenos Aires, Argentina, **Anais...** Buenos Aires, Argentina: Castello, P. (ed.), 1986. p.122-131.

GORDON, J. C. D. Evaluation of a method for determining the length of sperm whales (*Physeter catodon*) from their vocalizations. **Journal of Zoology**, London, v. 224, p. 301-314, 1991.

GRELLIER, K.; HAMMOND, P. S.; WILSON, B.; SANDERS-REED, C. A.; THOMPSON, P. M. Use of photo-identification data to quantify mother-calf association patterns in bottlenose dolphins. **Canadian Journal of Zoology**, Ottawa, v. 81, p. 1421-1427, 2003.

GRIFFIN, R. B.; GRIFFIN, N. J. Distribution, habitat partitioning, and abundance of Atlantic spotted dolphins, bottlenose dolphins, and loggerhead sea turtles on the Eastern Gulf of Mexico Continental Shelf. **Gulf of Mexico Science**, Dauphin Island, v. 1, p. 23-34, 2003.

GRUBER, J. A. **Ecology of the Atlantic bottlenose dolphin (*Tursiops truncatus*) in the Pass Cavallo area of Matagorda Bay, Texas**. 1981. Dissertação (Mestrado) - Texas A&M University, College Station, TX 77843, 1981.

GUBBINS, C. Use of home ranges by resident bottlenose dolphins (*Tursiops truncatus*) in a South Carolina Estuary. **Journal of Mammalogy**, Greensboro, v. 83, n. 1, p. 178-187, 2002.

GUBBINS, C.; MCCOWAN, B.; LYNN, S. K.; HOOPER, S.; REISS, D. Mother-infant spatial relations in captive bottlenose dolphins, *Tursiops truncatus*. **Marine Mammal Science**, Lawrence, v. 15, n. 3, p. 751-765, 1999.

GUNTER, G. Contributions to the natural history of the bottlenose dolphin, *Tursiops truncatus* (Montague), on the Texas coast, with particular reference to food habits. **Journal of Mammalogy**, Greensboro, v. 23, n. 3, p. 267-276, 1942.

HAIMOVICI, M.; MARTINS, A. S.; VIEIRA, P. C. Distribuição e abundância de peixes teleósteos demersais sobre a plataforma continental do sul do Brasil. **Revista Brasileira de Zoologia**, Curitiba, v.56, n.1, p.27-50, 1996.

HAMILTON, P. V.; NISHIMOTO, R. T. Dolphins Predation on mullet. **Florida Scientist**, Orlando, v. 40, n. 3, p. 251-252, 1977.

HAMMOND, P. S.; THOMPSON, P. M. Minimum estimate of the number of bottlenose dolphins *Tursiops truncatus* in the Moray Firth, NE Scotland. **Biological Conservation**, Amsterdam, v. 56, p. 79-87, 1991.

HANSEN, L. J. California coastal bottlenose dolphins. In: LEATHERWOOD, S.; REEVES, R. R. (ed.). **The Bottlenose Dolphin**. San Diego: Academic Press, 1990. p. 403-420.

HANSON, M. T.; DEFRAN, R. H. The behaviour and feeding ecology of the Pacific coast bottlenose dolphin (*Tursiops truncatus*). **Aquatic Mammals**, Macomb, v. 19, n. 3, p. 127-142, 1993.

HASENACK, H.; FERRARO, L. W. Considerações sobre o clima da região de Tramandaí, RS. **Pesquisas**, Porto Alegre, v. 22, p. 53-70, 1989.

HASTIE, G. D.; WILSON, B.; THOMPSON, P. M. Fine-scale habitat selection by coastal bottlenose dolphins: application of a new land-based video-montage technique. **Canadian Journal of Zoology**, Ottawa, v. 81, p. 469–478, 2003.

HASTIE, G. D.; WILSON, B.; WILSON, L. J.; PARSONS, K. M.; THOMPSON, P. M. Functional mechanisms underlying cetacean distribution patterns: hotspots for bottlenose dolphins are linked to foraging. **Marine Biology**, Berlin, v. 144, p. 397–403, 2004.

HELWEG, D. A.; MOORE, P. W.; DANKIEWICZ, L. A.; ZAFRAN, J. M.; BRILL, R. L. Discrimination of complex synthetic echoes by an echolocating bottlenose dolphin. **The Journal of the Acoustical Society of America**, New York, v. 113, n. 2, p. 1138-1144, 2003.

HERMAN, L. M.; TAVOLGA, W. N. The communication systems of cetaceans. In: HERMAN, L. M. (ed.). **Cetacean Behavior: Mechanisms and Functions**. New York: John Wiley, 1980. p.149-210.

HERSH, S. L.; DUFFIELD, D. A. Distinction between northwest Atlantic offshore and coastal bottlenose dolphins based on hemoglobin profile and morphometry. In: LEATHERWOOD, S.; REEVES, R. R. (ed.). **The Bottlenose Dolphin**. San Diego: Academic Press, 1990. p. 129-139.

HERSH, S. L.; ODELL, D. K.; ASPER, E. D. Bottlenose dolphin mortality patterns in the Indian/Banana River system of Florida. In: LEATHERWOOD, S.; REEVES, R. R. (ed.). **The Bottlenose Dolphin**. San Diego: Academic Press, 1990a. p. 155-164.

HERSH, S. L.; ODELL, D. K.; ASPER, E. D. Sexual dimorphism in bottlenose dolphins from the east coast of Florida. **Marine Mammal Science**, Lawrence, v. 6, n. 4, p. 305-315, 1990b.

HERSHKOVITZ, P. Catalog of living whales. **United States Natural Museum Bulletin**, Washington, v.246, p.1-259, 1966.

HERZING, D. L. Vocalizations and associated underwater behavior of free-ranging Atlantic spotted dolphins, *Stenella frontalis* and bottlenose dolphins, *Tursiops truncatus*. **Aquatic Mammals**, Macomb, v. 22, n. 2, p. 61-79, 1996.

HOELZEL, A. R.; POTTER, C. W.; BEST, P. B. Genetic differentiation between parapatric “nearshore” and “offshore” populations of the bottlenose dolphins. **Proceedings of the Royal Society of London B**, London, v. 265, p. 1177-1183, 1998.

HOFFMANN, L. S. **Padrões de associação, ocupação do habitat e aspectos ecológicos de *Tursiops truncatus* (Montagu, 1821) (Cetacea, Delphinidae) no sul do Brasil.** 1997. 82 f. Dissertação (Mestrado em Biologia Animal) – Instituto de Biociências, Programa de Pós-Graduação em Biologia Animal, Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Porto Alegre, 1997.

HOFFMANN, L. S.; FREITAS, T. R. O.; HOFFMANN, D. S. Description of an unusual calf-adult bottlenose dolphin, *Tursiops truncatus* (Cetacea, Delphinidae), interaction in Brazil. **Biociências**, Porto Alegre, v. 8, n. 1, p. 159-166, 2000.

HOOKE, S. K.; WHITEHEAD, H. Click characteristics of northern bottlenose whales (*Hyperoodon ampullatus*). **Marine Mammal Science**, Lawrence, v. 18, n. 1, p. 69-80, 2002.

HUBÁLEK, Z. Coefficients of association and similarity, based on binary (presence-absence) data: an evaluation. **Biological Reviews**, Cambridge, v. 57, p. 669-689, 1981.

HULT, R. W. Another function of echolocation for bottlenosed dolphins (*Tursiops truncatus*). **Cetology**, St. Augustine, v. 47, p. 1-7, 1982.

IBAMA. **Mamíferos Aquáticos do Brasil: plano de ação, versão II.** Brasília: Instituto Brasileiro do Meio Ambiente e dos Recursos Naturais Renováveis, 2 ed., 102 p.il, 2001.

IRVINE, A. B.; SCOTT, M. D.; WELLS, R. S.; KAUFMAN, J. H. Movements and activities of the Atlantic bottlenose dolphin, *Tursiops truncatus*, near Sarasota, Florida. **Fishery Bulletin**, Washington, v. 79, p. 671-688, 1981.

IRVINE, B.; WELLS, R. S. Results of attempts to tag Atlantic bottlenosed dolphins, *Tursiops truncatus*. **Cetology**, St. Augustine, v. 13, p. 1-5, 1972.

IWC. Report of the Scientific Committee. Annex H. - Report of the sub-committee on small cetaceans. **Report of International Whaling Commission.**, v.46, p. 160-179, 1995.

JANIK, V. M. Pitfalls in the categorization on behaviour: a comparison of dolphin whistle classification methods. **Animal Behaviour**, London, v. 57, p. 133-143, 1999.

JANIK, V. M. Source levels and the estimated active space of bottlenose dolphin (*Tursiops truncatus*) whistles in the Moray Firth, Scotland. **Journal of Comparative Physiology**, Berlin, v. 186, p. 673-680, 2000.

JANIK, V. M.; DEHNHARDT, G.; TODT, D. Signature whistle variations in a bottlenosed dolphin, *Tursiops truncatus*. **Behavioral Ecology and Sociobiology**, New York, v. 35, p. 243-248, 1994.

JANIK, V. M.; SLATER, P. J. B. Context-specific use suggests that bottlenose dolphins signature whistles are cohesion calls. **Animal Behaviour**, London, v. 56, p. 829-838, 1998.

JANIK, V. M.; SLATER, P. J. B. Vocal learning in mammals. **Advances in the Study of Behavior**, San Diego, v. 26, p. 59-99, 1997.

JANIK, V. M.; VAN PARIJS, S. M.; THOMPSON, P. M. A two-dimensional acoustic localization system for marine mammals. **Marine Mammal Science**, Lawrence, v. 16, n. 2, p. 437-447, 2000.

JEFFERSON, T. A.; CURRY, B. E.; LEATHERWOOD, S.; POWELL, J. A. Dolphins and porpoises of west Africa: a review of records (Cetacea: Delphinidae, Phocoenidae). **Mammalia**, Paris, v. 61, n. 1, p. 87-108, 1997.

JOHNSON, C. S. Sound detection thresholds in marine mammals. In: TAVOLGA, W. (ed.). **Marine Bioacoustics**. New York: Pergamon, 1967. p. 247-260.

KASTAK, D. A.; SCHUSTERMAN, R. J. Comparative cognition in marine mammals: a clarification on match-to-sample tests. **Marine Mammal Science**, Lawrence, v. 8, n. 4, p. 414-417, 1992.

KASTELEIN, R. A.; HAGEDOORN, M.; AU, W. W. L.; DE HAAN, D. Audiogram of a striped dolphin (*Stenella coeruleoalba*). **The Journal of the Acoustical Society of America**, New York, v. 113, n. 2, p. 1130-1137, 2003.

KASTELEIN, R. A.; VAUGHAN, N.; WALTON, S.; WEIPKEMA, P. R. Food intake and body measurements of Atlantic bottlenose dolphins (*Tursiops truncatus*) in captivity. **Marine Environmental Research**, Barking, v. 53, p. 199–218, 2002.

KAZNADZEI, V. V.; KREICHI, S. A.; KHAKHALKINA, É. N. Types of dolphin communication signals and their organization. **Soviet Physics Acoustics**, New York, v. 22, n. 6, pp. 484-489, 1976.

KELLOG, W. N. Echo ranging in the porpoise. **Science**, Washington, v. 128, p. 982-988, 1958.

KELLOG, W. N.; KOHLER, R. Reactions of the porpoise to ultrasonic frequencies. **Science**, Washington, v. 116, p. 250-253, 1952.

KELLOG, W. N.; KOHLER, R.; MORRIS, H. N. Porpoise sounds as sonar signals. **Science**, Washington, v. 117, p. 239-243, 1953.

KENNEY, R. D. Bottlenose dolphins off northeastern United States. In: LEATHERWOOD, S.; REEVES, R. R. (ed.). **The Bottlenose Dolphin**. San Diego: Academic Press, 1990. p. 369-386.

KENNISH, M. J. **Ecology of estuaries. Biological aspects, volume 2**. Florida: CRC Press, 1990. 390 p.

KRÜTZEN, M.; SHERWIN, W. B.; CONNOR, R. C.; BARRÉ, L. M.; VAN DE CASTEELE, T.; MANN, J.; BROOKS, R. Contrasting relatedness patterns in bottlenose dolphins (*Tursiops* sp.) with different alliance strategies. **Proceedings of the Royal Society, London B**, London, v. 270, p. 497–502, 2003.

LAMB, B. The fisherman's porpoise. **Natural History**, New York, v. 63, n. 5, p. 231-232, 1954.

LAMMERS, M. O.; AU, W. W. L. Directionality in the whistles of Hawaiian spinner dolphins (*Stenella longirostris*): a signal feature to cue direction of movement? **Marine Mammal Science**, Lawrence, v. 19, n. 2, p. 249–264, 2003.

LAMMERS, M. O.; AU, W. W.; HERZING, D. L. The broadband social acoustic signaling behavior of spinner and spotted dolphins. **The Journal of the Acoustical Society of America**, New York, v. 114, n. 3, p. 1629-1639, 2003.

LANG, T. G.; SMITH, H. A. P. Communication between dolphins in separate tanks by way of an electronic acoustic link. **Science**, Washington, v. 150, p. 1839-1844, 1965.

LEATHERWOOD, S.; DEERMAN, M. W.; POTTER, C. W. Food and reproductive status on nine *Tursiops truncatus* from the Northeastern United States coast. **Cetology**, St. Augustine, v.28, p.1-5, 1978.

LEATHERWOOD, S.; REEVES, R. R. Abundance of bottlenose dolphins in Corpus Christi Bay and coastal southern Texas. **Contributions in Marine Science**, Port Aransas, v. 26, p. 179, 1983.

LILLY, J. C. Distress call of the bottlenose dolphin: Stimuli and evoked behavioral responses. **Science**, Washington, v. 139, p. 116-118, 1963.

LILLY, J. C.; MILLER, A. M. Sounds emitted by the bottlenose dolphin. **Science**, Washington, v. 133, p. 1689-1693, 1961a.

LILLY, J. C.; MILLER, A. M. Vocal exchanges between dolphins. **Science**, Washington, v. 134, p. 1873-1876, 1961b.

LING, O. **The description and analysis of bottlenose dolphin (*Tursiops truncatus*) whistles.** 1996. 67 f. Monografia (Graduação) - Bacharelado em Zoologia, National University of Singapore, Singapore, 1996.

LIRA, L., MARTINS, I.; ARAUJO, I. H.; DEHNARDT, E. A. Nota prévia sobre o comportamento da cunha salina no estuário de Tamandaí, RGS. **Anais da UFRPE-Ciências Biológicas**, Recife, v. 3, n. 1, p. 115-126, 1976.

LOCKYER, C. H. Review of incidents involving wild, sociable dolphins, wordwild. In: LEATHERWOOD, S.; REEVES, R. R. (ed.). **The Bottlenose Dolphin.** San Diego: Academic Press, 1990. p. 337-354.

LOCKYER, C. H.; MORRIS, R. J. Some observations on wound healing and persistence of scars in *Tursiops truncatus*. In: HAMMOND, P. H.; MIZROCH, S. A.; DONOVAN, G. P. (ed.). **Individual Recognition of Cetaceans: Use of Photoidentification and other Techniques to Estimate Population Parameters.** Cambridge: Rep. Int. Whal. Commn. (special issue 12), 1990. p. 113-118.

LOPEZ, J. C.; LOPEZ, D. Killer whales (*Orcinus orca*) of Patagonia and their behavior of intentional stranding while hunting nearshore. **Journal of Mammalogy**, Greensboro, v. 66, n. 1, p. 181-183, 1985.

LUSSEAU, D.; SCHNEIDER, K.; BOISSEAU, O. J.; HAASE, P.; SLOOTEN, E.; DAWSON, S. M. The bottlenose dolphin community of Doubtful Sound features a large proportion of long-lasting associations Can geographic isolation explain this unique trait? **Behavioral Ecology and Sociobiology**, New York, v. 54, p. 396-405, 2003.

MACKAY, R. S. Debilitation of prey by intense sounds. **Marine Mammal Science**, Lawrence, v. 4, n. 4, p. 356-359, 1988.

MADSEN, C. J.; HERMAN, L. M. Social and ecological correlates of cetacean vision and visual appearance. In: HERMAN, L. M. (ed.). **Cetacean behavior: Mechanisms and function.** New York: Wiley-Interscience, 1980. p. 101-147.

MANN, J.; CONNOR, R. C.; BARRE, L. M.; HEITHAUS, M. R. Female reproductive success in bottlenose dolphins (*Tursiops* sp.): life history, habitat, provisioning and group size effects. **Behavioral Ecology**, Cary, v. 11, p. 210-219, 2000.

MANN, J.; SMUTS, B. Behavioral development in wild bottlenose dolphin newborns (*Tursiops* sp.). **Behaviour**, Leiden, v. 136, p. 529–566, 1999.

MANN, J.; SMUTS, B. B. Natal attraction: allomaternal care and mother-infant separations in wild bottlenose dolphins. **Animal Behavior**, London, v. 55, p. 1097-1113, 1998.

MARKOWITZ, T. M.; HARLIN, A. D.; WÜRSIG, B. Digital photography improves efficiency of individual dolphin identification. **Marine Mammal Science**, Lawrence, v.19, n.1, p. 217-223, 2003.

MARLER, P. Characteristics of some animal calls. **Nature**, London, v. 176, n. 4470, p. 6-8, 1955.

MARTEN, K. Ultrasonic analysis of pigmy sperm whale (*Kogia breviceps*) and Hubbs' beaked whale (*Mesoplodon carlhubbsi*) clicks. **Aquatic Mammals**, Macomb, v. 26, n. 1, p. 45-48, 2000.

MARTUSCELLI, P.; OLMOS, F.; SILVA E SILVA, R.; MAZZARELLA, I. P.; PINO, F. V.; RADUAN, E. N. Cetaceans of São Paulo, southeastern Brazil. **Mammalia**, Paris, v. 60, n. 1, p. 125-139, 1996.

MATE, B. R.; ROSSBACH, K. A.; NIEUKIRK, S. L.; WELLS, R. S.; IRVINE, A. B.; SCOTT, M. D.; READ, A. J. Sattelite-monitored movements and dive behavior of a bottlenose dolphin (*Tursiops truncatus*) in Tampa Bay, Florida. **Marine Mammal Science**, Lawrence, v. 11, n. 4, p. 452-463, 1995.

MATTHEWS, J. N; RENDELL, L. E.; GORDON, J. C. D.; MACDONALD, D. W. A review of frequency and time parameters of cetacean tonal calls. **Bioacoustics**, Oxon, v. 10, p. 47-71, 1999.

MAZE-FOLEY, K.; WÜRSIG, B. Patterns of social affiliation and group composition for bottlenose dolphins (*Tursiops truncatus*) in San Luis Pass, Texas. **Gulf of Mexico Science**, Dauphin Island, v. 2, p. 122-134, 2002.

MCCRIDE, A. F.; KRITZLER, H. Observations on pregnancy, parturition, and post-natal behavior in the bottlenose dolphin. **Journal of Mammalogy**, Greensboro, v. 32, n. 3, p. 251-266, 1951.

MCCOWAN, B. A new quantitative technique for categorizing whistles using simulated signals and whistles from captive bottlenose dolphins (Delphinidae, *Tursiops truncatus*). **Ethology**, Berlin, v. 100, p. 177-193, 1995.

MCCOWAN, B.; HANSER, B.; DOYLE, L. R. Quantitative tools for comparing animal communication systems: information theory applied to bottlenose dolphin whistle repertoires. **Animal Behaviour**, London, v. 57, p. 409-419, 1999.

MCCOWAN, B.; REISS, D. Maternal aggressive contact vocalizations in captive bottlenose dolphins (*Tursiops truncatus*): Wide-band, low-frequency signals during mother/aunt-infant interactions. **Zoo Biology**, New York, v. 14, p. 293-309, 1995a.

MCCOWAN, B.; REISS, D. Quantitative comparison of whistle repertoires from captive adult bottlenose dolphins (Delphinidae, *Tursiops truncatus*): a re-evaluation of the signature whistle hypothesis. **Ethology**, Berlin, v. 100, p. 194-209, 1995b.

MCCOWAN, B.; REISS, D. The fallacy of 'signature whistles' in bottlenose dolphins: a comparative perspective of 'signature information' in animal vocalizations. **Animal Behaviour**, London, v. 62, p. 1151-1162, 2001.

MCCOWAN, B.; REISS, D. Vocal learning in captive bottlenose dolphins: a comparison to humans and nonhuman animals. In: SNOWDON, C. T.; HAUSBERGER, M. (ed.). **Social Influences on Vocal Development**. Cambridge: Cambridge University Press. 1997. p. 178-207.

MCCOWAN, B.; REISS, D.; GUBBINS, C. Social familiarity influences whistle acoustic structure in adult female bottlenose dolphins (*Tursiops truncatus*). **Aquatic Mammals**, Macomb, v. 24, n. 1, p. 27-40, 1998.

MEAD, J. G.; POTTER, C. W. Natural history of bottlenose dolphins along the central Atlantic coast of the United States. In: LEATHERWOOD, S.; REEVES, R. R. (ed.). **The Bottlenose Dolphin**. San Diego: Academic Press, 1990. p. 165-195.

MEHESEN, M.; SECCHI, E. R.; FRUET, P. F.; DI TULLIO, J. Temporal trends in the diet of bottlenose dolphins, *Tursiops truncatus*, in Rio Grande do Sul, Brazil. **Paper SC/57/SM9 presented to IWC meeting, Ulsan, South Korea, May/June, 2005.**

MELLINGER, D.K.; CLARK, W. C. Blue whale (*Balaenoptera musculus*) sounds from the north Atlantic. **The Journal of the Acoustical Society of America**, New York, v. 114, n. 2, p. 1108–1119, 2003.

MENDES, S.; TURRELL, W.; LÜTKEBOHLE, T.; THOMPSON, P. Influence of the tidal cycle and a tidal intrusion front on the spatio-temporal distribution of coastal bottlenose dolphins. **Marine Ecology – Progress Series**, Amelinghausen, v. 239, p. 221–229, 2002.

MENEZES, N. A. Guia prático para conhecimento e identificação das tainhas e paratis (Pisces, Mugilidae) do litoral Brasileiro. **Revista Brasileira de Zoologia**, Curitiba, v. 2, n. 1, p. 1-12, 1983.

MILES, E. Procedure for push processing Kodak and *Ilford* HP5 film. In: HAMMOND, P. H.; MIZROCH, S. A.; DONOVAN, G. P. (ed.). **Individual Recognition of Cetaceans: Use of Photoidentification and other Techniques to Estimate Population Parameters**. Cambridge: Rep. Int. Whal. Commn. (special issue 12), 1990. p. 33-34.

MILKSIS, J. L.; TYACK, P. L.; BUCK, J. R. Captive dolphins, *Tursiops truncatus*, develop signature whistles that match acoustic features of human-made model sounds. **The Journal of the Acoustical Society of America**, New York, v. 112, n. 2, p. 728-739, 2002.

MILLER, L. A.; PRISTED, J.; MØHL, B.; SURLYKKE, A. The click-sounds of narwhals (*Monodon monoceros*) in Inglefield Bay, Northwest Greenland. **Marine Mammals Science**, Lawrence, v. 11, n. 4, p. 491-502, 1995.

MILLER, P. J. O. Mixed-directionality of killer whale stereotyped calls: a direction of movement cue? **Behavioral Ecology and Sociobiology**, New York, v. 52, p. 262–270, 2002.

MITCHELL, E. D. Pigmentation pattern evolution in delphinid cetaceans: an essay in adaptive coloration. **Canadian Journal of Zoology**, Ottawa, v. 48, p. 717-740, 1970.

MØHL, B.; AU, W. W. L.; PAWLOSKI, J.; NACHTIGALL, P. E. Dolphin hearing: Relative sensitivity as a function of point of application of a contact sound source in the jaw and head region. **The Journal of the Acoustical Society of America**, New York, v. 105, p. 3421–3424, 1999.

MÖLLER, L. M. **Observações sobre o comportamento e a ecologia do boto *Tursiops truncatus* no estuário da Lagoa dos Patos, RS, Brasil**. 1993. 32 f. Monografia (Graduação) – Bacharelado em Oceanografia, Oceanografia, FURG, Rio Grande, 1993.

MÖLLER, L. M.; BEHEREGARAY, L. B. Coastal bottlenose dolphins from southeastern Australia are *Tursiops aduncus* according to sequences of the mitochondrial DNA control region. **Marine Mammal Science**, Lawrence, v. 17, n.2, p.249-163, 2001.

MÖLLER, L. M.; SECCHI, E. R.; ZERBINI, A. N.; CASTELLO, H. P. Reavistagens de botos *Tursiops truncatus* fotoidentificados no estuário da Lagoa dos Patos, RS, Brasil. In: REUNIÃO DE TRABALHOS DE ESPECIALISTAS EM MAMÍFEROS AQUÁTICOS DA AMÉRICA DO SUL, 6., 1994. Florianópolis, Brasil, **Anais...** Florianópolis: Simões-Lopes, P. C.; Ximenez, A. (ed.), 1994b. p. 71.

MÖLLER, L. M.; SIMÕES-LOPES, P. C.; SECCHI, E. R.; ZERBINI, A. N. Uso de fotoidentificação no estudo do deslocamento de botos *Tursiops truncatus* (Cetacea, Delphinidae) na costa sul do Brasil. In: REUNIÃO DE TRABALHOS DE ESPECIALISTAS EM MAMÍFEROS AQUÁTICOS DA AMÉRICA DO SUL, 6., 1994. Florianópolis, Brasil, **Anais...** Florianópolis: Simões-Lopes, P. C.; Ximenez, A. (ed.), 1994a. p. 5-8.

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

MOORE, P. W. B. Cetacean auditory psychophysics. **Bioacoustics**, Oxon, v. 8, p. 61-78, 1997.

MOORE, P. W. B.; PAWLOSKI, D. A.; DANKIEWICZ, L. Interaural time and intensity difference thresholds in the bottlenose dolphin (*Tursiops truncatus*). In: KASTELEIN, R. A.; THOMAS, J. A.; NACHTIGALL, P. E. (ed.) **Sensory Systems of Aquatic Mammals**. Woerden: De Spil Publishers, 1995. p. 11-23.

MOORE, S. E.; RIDGWAY, S. H. Whistles produced by common dolphins from the Southern California Bight. **Aquatic Mammals**, Macomb, v. 21, n. 1, p. 55-63, 1995.

MOREIRA, M. B.; MORENO, I. B. Patologia epitelial em *Tursiops truncatus* residente na costa sul do Brasil. In: REUNIÓN DE TRABAJO DE ESPECIALISTAS EN MAMIFEROS ACUATICOS DEL AMERICA DEL SUR., 11., 2004. Quito, Equador, **Anais...** Quito, 2004. p.54.

MORENO, I. B. **Ecologia alimentar de golfinhos (Cetacea: Delphinidae) no litoral norte do Rio Grande do Sul, Brasil**. 1999. 37 f. Dissertação (Bacharelado) – Instituto de Biociências, Departamento de Zoologia, Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Porto Alegre, 1999.

MORENO, I. B.; DANILEWICZ, D.; CAON, G.; BORGES-MARTINS, M.; OLIVEIRA, L. R. 10 anos de praia: uma revisão dos registros de mamíferos marinhos no litoral norte do Rio Grande do Sul, entre 1991 e 2001. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE MASTOZOLOGIA, 1., 2001. Porto Alegre, Brasil. **Anais...** Porto Alegre, 2001. p.44.

MORTON, E. S. On the occurrence and significance of motivation-structural rules in some bird and animal sounds. **American Naturalist**, Chicago, v. 111, n. 981, p. 855-869, 1977.

MOTTA, V. F. **Estudo em modelo reduzido para regularização da embocadura lagunar de Tramandaí, Brasil, Estado do Rio Grande do Sul.** Porto Alegre: IPH/UFRGS (Relatório Interno), 1967. 58 p.

MURRAY, S. O.; MERCADO, E.; ROITBLAT, H. L. Characterizing the graded structure of false killer whale (*Pseudorca crassidens*) vocalizations. **The Journal of the Acoustical Society of America**, New York, v. 104, n. 3, p. 1679-1688, 1998.

NATOLI, A.; PEDDEMORS, V. M.; HOELZEL, A. R. Population structure and speciation in the genus *Tursiops* based on microsatellite and mitochondrial DNA analyses. **Journal of Evolutionary Biology**, Osnabrück, v.17, p.363-375, 2004.

NORRIS, K. S.; DOHL, T. P. The structure and functions of cetacean schools. In: HERMAN, L. M. (ed.). **Cetacean Behavior: Mechanisms and Functions.** New York: John Wiley, 1980. p. 211-261.

NORRIS, K. S.; MØHL, B. Can odontocetes debilitate prey with sound? **American Naturalist**, Chicago, v. 122, n. 1, p. 85-104, 1983.

ODELL, D. K. Status and aspects of the life history of the bottlenose dolphin, *Tursiops truncatus*, in Florida. **Journal of the Fisheries Research Board of Canada**, Ottawa, v. 32, n. 7, p. 1055-1058, 1975.

OLESON, E. M.; BARLOW, J.; GORDON, J.; RANKIN, S.; HILDEBRAND, J. A. Low frequency calls of Bryde's whales. **Marine Mammal Science**, Lawrence, v. 19, n. 2, p. 407-419, 2003.

ÖSTMAN, J. Changes in aggressive and sexual behavior between two male bottlenose dolphin (*Tursiops truncatus*) in a captive colony. In: PRYOR, K.; NORRIS, K. S. (ed.). **Dolphin Societies: Discoveries and Puzzles.** Berkeley: University of California Press, 1991. p. 305-317.

OSWALD, J. N.; BARLOW, J.; NORRIS, T. F. Acoustic identification of nine delphinid species in the eastern tropical Pacific Ocean. **Marine Mammal Science**, Lawrence, v. 19, n. 1, p. 20-37, 2003.

OVERSTROM, N. A. Association between burst-pulsed sounds and aggressive behaviour in captive Atlantic bottlenose dolphins (*Tursiops truncatus*). **Zoo Biology**, New York, v. 2, p. 93-103, 1983.

PARSONS, K. M.; DURBAN, J. W.; CLARIDGE, D. E. Male-male aggression renders bottlenose dolphin (*Tursiops truncatus*) unconscious. **Aquatic Mammals**, Macomb, v. 29, n.3, p. 360–362, 2003.

PATTERSON, R. D. Auditory filter shape. **The Journal of the Acoustical Society of America**, New York, v. 55, p. 802–809, 1974.

PERRIN, W. F. Patterns of geographical variation in small cetaceans. **Acta Zoologica Fennica**, Helsinki, v. 172, p. 137-140, 1984.

PINEDO, M. C. Alimentação de *Tursiops gephyreus* (Cetacea, Delphinidae) na zona estuarial e costeira do Rio Grande, RS, Brasil. **Atlântica**, Rio Grande, v. 5, n. 2, p.98, 1982.

PINEDO, M. C. **Análise dos conteúdos estomacais de *Pontoporia blainvillei* (Gervais e D’Orbigny, 1844) e *Tursiops gephyreus* (Lahille, 1908) (Cetacea, Platanistidae e Delphinidae) na zona estuarial e costeira de Rio Grande, RS, Brasil.** 1982. 95 f. Dissertação (Mestrado) – Curso de Pós-Graduação em Oceanografia Biológica, FURG, Rio Grande, 1982.

PINEDO, M. C. Review of small cetacean fishery interactions in southern Brazil with special reference to the franciscana, *Pontoporia blainvillei*. **Report of International Whaling Commission**, Special Issue15, p. 251-259, 1994.

PITOMBEIRA, E. S. **Estimativa do volume anual de transporte litorâneo na costa do Rio Grande do Sul.** 1975. Dissertação (Mestrado), Instituto de Pesquisas Hidráulicas -IPH, Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Porto Alegre, 1975.

POPOV, V. V.; SUPIN, A. Y. Detection of temporal gaps in noise in dolphins: evoked-potential study. **The Journal of the Acoustical Society of America**, New York, v. 102, n. 2, p. 1169-1176, 1997.

POWELL, B. A. Periodicity of vocal activity of captive Atlantic bottlenose dolphins: *Tursiops truncatus*. **Bulletin/Southern California Academy Sciences**, Los Angeles, v. 65, n. 4, p. 237-244, 1966.

PRYOR, K.; LINDBERGH, J.; LINDBERGH, S.; MILANO, R. Dolphin-human fishing cooperative in Brazil. **Marine Mammal Science**, Lawrence, v. 6, n. 1, p. 77-82, 1990.

RAMOS, L. A.; VIEIRA, J. P. Composição específica e abundância de peixes de zonas rasas dos cinco estuários do Rio Grande do Sul, Brasil. **Boletim do Instituto de Pesca**, São Paulo, v. 27, n. 1, p.109 - 121, 2001

REEVES, R. R.; SMITH, B. D.; CRESPO, E. A.; NOTARBARTOLO DI SCIERA, G. (compilers). **Dolphin, Whales and Porpoises: 2002-2010 Conservation Action Plan for the World's Cetaceans**. IUCN/SSC Cetacean Specialist Group. IUCN, Gland, Switzerland and Cambridge, UK. ix + 139 pp. **2003**.

REEVES, R. R.; STEWART, B. S.; CLAPHAM, P. J.; POWELL, J. A. **Guide to marine mammals of the world**. New York: Chanticleer Press, 1^a ed., 527 p.il, 2002.

REIDENBERG, J. S.; LAITMAN, J. T. A comparative anatomical study of the larynx in aquatic mammals and proposed mechanisms of pneumatic sound production and transference to water. In: BIENNIAL CONFERENCE ON THE BIOLOGY OF MARINE MAMMALS, 14., 2001. Vancouver, Canadá, **Proceedings**...Vancouver: Society for Marine Mammalogy, 2001. p.177-178.

RENAUD, D. L.; POPPER, A. N. Sound localization by the bottlenose porpoise *Tursiops truncatus*. **The Journal of Experimental Biology**, Cambridge, v. 63, p. 569-585, 1975.

RENDELL, L. E.; MATTHEWS, J. N.; GILL, A.; GORDON, J. C. D.; MACDONALD, D. W. Quantitative analysis of tonal calls from five odontocete species, examining interspecific and intraspecific variation. **Journal of Zoology**, London, v. 249, p. 403-410, 1999.

RENDELL, L.; WHITEHEAD, H. Do sperm whales share coda vocalizations? Insights into coda usage from acoustic size measurement. **Animal Behaviour**, London, v. 67, p. 865-874, 2004.

REYNOSO, J. P. G. Group behavior of common dolphins (*Delphinus delphis*) during prey capture. **Anales Instituto de Biología. Universidad Nacional Autónoma de México. Serie Zoología**, Cidade do México, v. 62, n. 2, p. 253-262, 1991.

RICE, D. W. **Marine mammals of the world: Systematics and distribution**. Lawrence: Society for Marine Mammalogy. 1998. 231p.

RICHARDS, D. G.; WOLTZ, J. P.; HERMAN, L. M. Vocal mimicry of computer-generated sounds and labeling of objects by a bottlenose dolphin (*Tursiops truncatus*). **Journal of Comparative Physiology**, Berlin, v. 98, p. 10-28, 1984.

RICHARDSON, W. J.; GREENE, C. R. JR.; MALME, C. I.; THOMSON, D. H. (ed.) **Marine Mammals and Noise**. San Diego: Academic Press, 1995.

RIDGWAY, S. H.; CARDER, D. A. Hearing deficits measured in some *Tursiops truncatus*, and discovery of a deaf/mute dolphin. **The Journal of the Acoustical Society of America**, New York, v. 101, n. 1, p. 590-594, 1997.

RIDGWAY, S. H.; CARDER, D. A.; KAMOLNICK, T.; SMITH, R. R.; SCHLUNDT, C. E.; ELSBERRY, W. R. Hearing and whistling in the deep sea: depth influences whistle spectra but does not attenuate hearing by white whales (*Delphinapterus leucas*) (Odontoceti, Cetacea). **The Journal of Experimental Biology**, Cambridge, v. 204, p. 3829-3841, 2001.

ROBINEAU, D. A. propos de la prétendue symbiose entre les pêcheurs imragen de Mauritanie et les dauphins. **Mammalia**, Paris, v. 59, n. 3, p. 460-463, 1995.

ROSS, G. J. B. The taxonomy of bottlenosed dolphins *Tursiops* species in South African waters, with notes on their biology. **Annals of the Cape Provincial Museums (Natural History)**, Grahamstown, v. 11, p.135-194, 1977.

ROSSBACH, K. A.; HERZING, D. L. Underwater observations of benthic-feeding bottlenose dolphins (*Tursiops truncatus*) near Grand Bahama Island, Bahamas. **Marine Mammal Science**, Lawrence, v. 13, n. 3, p. 498–503, 1997.

SAAYMAN, G. S.; TAYLER, C. K.; BOWER, D. Diurnal activity cycles in captive and free ranging Indian Ocean bottlenosed dolphins (*Tursiops aduncus* Ehrenberg). **Behaviour**, Leiden, v.44, p. 212-233, 1973.

SADLEIR, R. M. F. S. Ecological consequences of lactation. **Acta Zoologica Fennica**, Helsinki, v. 171, p. 179–182, 1984.

SADOWSKY, V.; DE ALMEIDA DIAS, E. R. Migração de tainha (*Mugil cephalus* Linnaeus, 1758 sensu latu) na costa sul do Brasil. **Boletim do Instituto de Pesca**, São Paulo, v. 13, n. 1, p. 31-50, 1986.

SAMPAIO, C. L. S.; REIS, M. S. S. Registro de cetáceos na costa nordestina. In: REUNIÃO DE TRABALHO DE ESPECIALISTAS EM MAMÍFEROS AQUÁTICOS DA AMÉRICA DO SUL, 8., 1998. Olinda, Brasil, **Anais...** Olinda, PE.1998. p. 187.

SAMUELS, A.; GIFFORD, T. A quantitative assessment of dominance relations among bottlenose dolphins. **Marine Mammal Science**, Lawrence, v. 13, n. 1, p. 70-99, 1997.

SANTOS, F. K. **Estudo da comunidade ictioplanctônica, composição, abundância e distribuição no estuário do Rio Tramandaí e região costeira adjacente, Rio Grande do Sul, Brasil.** 1992. Dissertação (Mestrado em Ecologia) – Instituto de Biociências, Programa de Pós-Graduação em Ecologia, Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Porto Alegre, 1992.

SAUERLAND, M.; DEHNHARDT, G. Underwater audiogram of a tucuxi (*Sotalia guianensis*). **The Journal of the Acoustical Society of America**, New York, v. 103, n. 2, p. 1199-1204, 1998.

SAYIGH, L. S.; TYACK, P.; WELLS, R. S.; SCOTT, M. D. Signature whistles of free-ranging bottlenose dolphins *Tursiops truncatus*: stability and mother-offspring comparisons. **Behavior Ecology and Sociobiology**, New York, v. 26, p. 247-260, 1990.

SAYIGH, L. S.; TYACK, P. L.; WELLS, R. S.; SCOTT, M. D.; IRVINE, A. B. Sex difference in signature whistle production of free-ranging bottlenose dolphins, *Tursiops truncatus*. **Behavior Ecology and Sociobiology**, New York, v. 36, p. 171-177, 1995.

SAYIGH, L. S.; TYACK, P.; WELLS, R. S.; SOLOWS, A. R.; SCOTT, M. D.; IRVINE, A. B. Individual recognition in wild bottlenose dolphins: a field test using playback experiments. **Animal Behaviour**, London, v. 57, p. 41-50, 1998.

SCARPACI, C.; BIGGER, S. W.; CORKERON, P. J.; NUGEGODA, D. Bottlenose dolphins (*Tursiops truncatus*) increase whistling in the presence of 'swim-with-dolphin' tour operations. **Journal of Cetacean research and Management**, Cambridge, v. 2, n. 3, p. 183-185, 2000.

SCHROEDER, J. P. Breeding bottlenose dolphins in captivity. In: LEATHERWOOD, S.; REEVES, R. R. (ed.). **The Bottlenose Dolphin**. San Diego: Academic Press, 1990. p. 435-446.

SCHULTZ, K. W.; CATO, D. H.; CORKERON, P. J.; BRYDEN, M. M. Low frequency narrow-band sounds produced by bottlenose dolphins. **Marine Mammals Science**, Lawrence, v. 11, p. 503-509, 1995.

SCHULTZ, K. W.; CORKERON, P. J. Interspecific differences in whistles produced by inshore dolphins in Moreton Bay, Queensland, Australia. **Canadian Journal of Zoology**, Ottawa, v. 72, p. 1061-1068, 1994.

SCHWARZBOLD, A. **Influência da morfologia no balanço de substâncias e na distribuição de macrófitos aquáticos nas lagoas costeiras do Rio Grande do Sul**. 1982.

Dissertação (Mestrado em Ecologia) - Instituto de Biociências, Programa de Pós-Graduação em Ecologia, Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Porto Alegre, 1982.

SCOTT, M. D.; CHIVERS, S. J. Distribution and herd structure of bottlenose dolphins in the eastern tropical Pacific Ocean. In: LEATHERWOOD, S.; REEVES, R. R. (ed.). **The Bottlenose Dolphin**. San Diego: Academic Press, 1990. p. 387-402.

SCOTT, M. D.; WELLS, R. S.; IRVINE, A. B. A long-term study of bottlenose dolphins on the west coast of Florida. In: LEATHERWOOD, S.; REEVES, R. R. (ed.). **The Bottlenose Dolphin**. San Diego: Academic Press, 1990. p. 235-244.

SERGEANT, D. E.; CALDWELL, D. K.; CALDWELL, M. C. Age, growth, and maturity of bottlenose dolphin (*Tursiops truncatus*) from northeast Florida. **Journal of the Fisheries Research Board of Canada**, Ottawa, v. 30, n. 7, p. 1009-1011, 1973.

SHANE, S. H. Behavior and ecology of the bottlenose dolphin at Sanibel Island, Florida. In: LEATHERWOOD, S.; REEVES, R. R. (ed.). **The Bottlenose Dolphin**. San Diego: Academic Press, 1990a. p. 245-265.

SHANE, S. H. Comparison of bottlenose dolphin behavior in Texas and Florida, with a critique of methods for studying dolphin behavior. In: LEATHERWOOD, S.; REEVES, R. R. (ed.). **The Bottlenose Dolphin**. San Diego: Academic Press, 1990b. p. 541-558.

SHANE, S. H.; WELLS, R. S.; WÜRSIG, B. Ecology, behavior and social organization of the bottlenose dolphin: a review. **Marine Mammal Science**, Lawrence, v. 2, n. 1, p. 34-63, 1986.

SHIRAKIHARA, M.; SHIRAKIHARA, K.; TOMONAGA, J.; TAKATSUKI, M. A resident population of Indo-Pacific bottlenose dolphins (*Tursiops aduncus*) in Amakusa, Western Kyushu, Japan. **Marine Mammal Science**, Lawrence, v. 18, n. 1, p. 30-41, 2002.

SICILIANO, S.; SANTOS, M. C. O. 1994. Uma baleia-bicuda-de-Arnoux (*Berardius arnuxii*) encontrada recentemente no litoral norte de São Paulo, Brasil. In: REUNIÃO DE TRABALHOS DE ESPECIALISTAS EM MAMÍFEROS AQUÁTICOS DA AMÉRICA DO

SUL, 6., 1994. Florianópolis, Brasil, **Anais...** Florianópolis: Simões-Lopes, P. C.; Ximenez, A. (ed.), 1994. p. 115.

SILVA, C. P. Ocorrência, distribuição e abundância de peixes na região estuarina de Tramandaí, Rio Grande do Sul. **Atlântica**, Rio Grande, v. 5, n. 1, p. 49-66, 1982.

SIMÕES-LOPES, P. C. **Ecologia comportamental do delfim, *Tursiops truncatus* (Montagu, 1821), durante as interações com a pesca artesanal de tainhas (*Mugil spp*) no sul do Brasil.** 1995. xxi + 200 f.. Tese (Doutorado) - Instituto de Biociências, Curso de Pós-Graduação em Zoologia, Pontifícia Universidade Católica do Rio Grande do Sul, Porto Alegre, 1995.

SIMÕES-LOPES, P. C. Interaction of coastal populations of *Tursiops truncatus* (Cetacea, Delphinidae) with the mullet artisanal fisheries in southern Brazil. **Biotemas**, Florianópolis, v. 4, n. 2, p. 83-94, 1991.

SIMÕES-LOPES, P. C. Intraspecific agonistic behavior of *Tursiops truncatus* (Cetacea, Delphinidae) during dolphin-human cooperative fishing in southern Brazil. **Biotemas**, Florianópolis, v. 11, n. 2, p. 165-171, 1998.

SIMÕES-LOPES, P. C.; FABIÁN, M. E. Residence patterns and site fidelity in bottlenose dolphins, *Tursiops truncatus* (Montagu) (Cetacea, Delphinidae) of southern Brazil. **Revista Brasileira de Zoologia**, Curitiba, v. 16, n. 4, p. 1017-1024, 1999

SIMÕES-LOPES, P. C.; FABIÁN, M. E.; MENEGHETI, J. O. Dolphin interactions with the mullet artisanal fishing on southern Brazil: A qualitative and quantitative approach. **Revista Brasileira de Zoologia**, Curitiba, v. 15, p. 709-726, 1998.

SIMÕES-LOPES, P. C.; PAULA, G. S; BOTH, M. C.; XAVIER, FREQUÊNCIA M.; SCARAMELLO, A. C. First case of lobomycosis in a bottlenose dolphin from southern Brazil. **Marine Mammal Science**, Lawrence, v. 9, n. 3, p. 329-331, 1993.

SIMÕES-LOPES, P. C.; XIMENEZ, A. Annotated list of the cetaceans of Santa Catarina coastal waters, southern Brazil. **Biotemas**, Florianópolis, v. 6, n. 1, p. 67-92, 1993.

SINQUE, C.; MUELBERT, J. H. Ictioplâncton. In: SEELIGER, U., ODEBRECHT, C. & CASTELLO, J. P. (ed.). **Ecosistemas costeiros e marinhos do extremo sul do Brasil**. Rio Grande: Ecoscientia, 1998. p. 56-60.

SKAF, M. K.; SECCHI, E. Avistagens de cetáceos na travessia do Atlântico: Santos-Tenerife. In: REUNIÃO DE ESPECIALISTAS EM MAMÍFEROS AQUÁTICOS DA AMÉRICA DO SUL, 6., 1994. Florianópolis, Brasil, **Anais...** Florianópolis: Simões-Lopes, P. C.; Ximenez, A. (ed.).1994. p.72.

SMOLKER, R. A.; MANN, J.; SMUTS, B. B. The use of signature whistles during separations and reunions among wild bottlenose dolphin mothers and calves. **Behaviour Ecology and Sociobiology**, New York, v. 33, p. 393-402, 1993.

SMOLKER, R. A.; RICHARDS, A. F.; CONNOR, R. C.; PEPPER, J. W. Sex differences in patterns of associations among Indian Ocean bottlenose dolphins. **Behaviour**, Leiden, v. 123, p. 38-69, 1992.

STEINER, W. W. Species-specific differences in pure tonal whistle vocalizations of five western north Atlantic dolphin species. **Behavioral Ecology and Sociobiology**, New York, v. 9, p. 241-246, 1981.

STRAHLER, A. N.; STRAHLER, A. H. **Elements of physical geography**. New York: John & Sons, 1976. 562 p.

TABAJARA, L. L. **Aspectos hidrodinâmicos e sedimentologia do sistema lagunar-estuarino de Tramandaí-RS**. 1994. Dissertação (Mestrado em Geociências) – Instituto de Geociências, Curso de Pós-Graduação em Geociências, Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Porto Alegre, 1994.

TABAJARA, L. L.; DILLENBURG, S. Batimetria e sedimentos de fundo da Laguna de Tramandaí - RS. **Notas Técnicas**, Porto Alegre, v. 10, p. 21-33, 1997.

TARUSKI, A. G. The whistle repertoire of the North Atlantic Pilot whale (*Globicephala melana*) and its relationship to behaviour and environment. In: WINN, H. E.; OLLA, B. L.

(ed.). **Behaviour of Marine Animals - Vol. 3 - Cetaceans**. New York: Plenum Press. 1979. p.345-368.

TAVOLGA, M. C.; ESSAPIAN, F. S. The behavior of the bottle-nosed dolphin (*Tursiops truncatus*): mating, pregnancy, parturition and mother-infant behavior. **Zoologica**, Stuttgart, v. 42, n. 2, p. 11-31, 1957.

TAYLER, C. K.; SAAYMAN, G. S. The social organization and behaviour of dolphins (*Tursiops aduncus*) and baboons (*Papio ursinus*): some comparisons and assessments. **Annals of the Cape Provincial Museums (Natural History)**, Grahamstown, v. 9, n. 2, p. 11-49, 1972.

THOMAS, R. E.; FRISTRUP, K. M.; TYACK, P. L. Linking the sounds of dolphins to their locations and behavior using video and multichannel acoustic recordings. **The Journal of the Acoustical Society of America**, New York, v. 112, n. 4, p. 1692-1701, 2002.

THOMSEN, F.; FRANCK, D.; FORD, J. K. B. Characteristics of whistles from the acoustic repertoire of resident killer whales (*Orcinus orca*) off Vancouver Island, British Columbia. **The Journal of the Acoustical Society of America**, New York, v. 109, n. 3, p. 1240-1246, 2001.

TOLLEY, K. A.; READ, A. J.; WELLS, R. S.; URIAN, K. W.; SCOTT, M. D.; IRVINE, A. B.; HOHN, A. A. Sexual dimorphism in wild bottlenose dolphins (*Tursiops truncatus*) from Sarasota, Florida. **Journal of Mammalogy**, Greensboro, v. 76, n. 4, p. 1190-1198, 1995.

TOMAZELI, L. J.; VILWOCK, L. A. Lagoas costeiras, manguezais, marismas, dunas e restingas. **Diagnóstico ambiental oceânico e costeiro das regiões sul e sudeste do Brasil – v. VII**. São Paulo: FUNDESPA, 1991a.

TOMAZELLI, L. J.; VILWOCK, J. A. Geologia do sistema lagunar Holocênico do litoral norte do Rio Grande do Sul. **Pesquisas**, Porto Alegre, v. 18, p. 13-24, 1991b.

TOWNSEND, C. H. The porpoise in captivity. **Zoologica**, Stuttgart, v. 1, n. 16, p. 289-299, 1914.

TYACK, P. Population biology, social behavior and communication in whales and dolphins. **Trends in Ecology & Evolution**, Amsterdam, v. 1, n. 6, p. 144-150, 1986.

TYACK, P. Use of a telemetry device to identify which dolphin produces a sound. In: PRYOR, K.; NORRIS, K. S. (ed.) **Dolphin Societies: Discoveries and Puzzles**. Berkeley: University of California Press, 1991. p. 319-344.

URIAN, K. W.; DUFFIELD, D. A.; READ, A. J.; WELLS, R. S.; SHELL, E. D. Seasonality of reproduction in bottlenose dolphins, *Tursiops truncatus*. **Journal of Mammalogy**, Greensboro, v. 77, n. 2, p. 394-403, 1996.

VAN PARIJS, S. M.; SMITH, J.; CORKERON, P. J. Using calls to estimate the abundance of inshore dolphin: a case study with Pacific humpback dolphins *Sousa chinensis*. **Journal of Applied Ecology**, Oxford, v. 39, p. 853-864, 2002.

VAN WAEREBEEK, K.; REYES, J. C.; READ, A. J.; MCKINNON, J. S. Preliminary observations of bottlenose dolphins from the Pacific coast of south America. In: LEATHERWOOD, S.; REEVES, R. R. (ed.). **The Bottlenose Dolphin**. San Diego: Academic Press, 1990. p. 143-154.

VIEIRA, J. P.; CASTELLO, J. P.; PEREIRA, L. E. Ictiofauna. In: SEELIGER, U., ODEBRECHT, C. & CASTELLO, J. P. (ed.). **Ecossistemas costeiros e marinhos do extremo sul do Brasil**. Rio Grande: Ecoscientia, 1998. p.60-68.

VIEIRA, J. P.; SCALABRIN, C. Migração reprodutiva da “tainha” (*Mugil platanus* Günther, 1980) no sul do Brasil. **Atlântica**, Rio Grande, v. 13, n. 1, p. 131-141, 1991.

WAHLBERG, M. The acoustic behaviour of diving sperm whales observed with a hydrophone array. **Journal of Experimental Marine Biology and Ecology**, Amsterdam, v. 281, p. 53– 62, 2002.

WALKER, W. A. Geographical variation in morphology and biology of bottlenose dolphins (*Tursiops*) in the eastern north Pacific. **National Marine Fisheries Service**, Southwest Fisheries Center. Technical Report LJ-81-03C, 45p, 1981.

WANG, J. Y. **The classification of sympatric forms of bottlenose dolphins (genus *Tursiops*) in Chinese waters**. 1999. xvii + 116f. Tese (Doutorado) - McMaster University, Hamilton, Ontario, 1999

WANG, J. Y.; CHOU, L. S.; WHITE, N. Mitochondrial DNA analysis of sympatric morphotypes of bottlenose dolphins (genus: *Tursiops*) in Chinese waters. **Molecular Ecology**, Oxford, v.8, p.1603-1612, 1999.

WANG, W.; WÜRSIG, B.; EVANS, W. Comparisons of whistles among seven odontocete species. In: KASTELEIN, R. A.; THOMAS, J. A.; NACHTIGALL, P. E. (ed.). **Sensory Systems of Aquatic Mammals**. Woerden: De Spil, Neth., 1995a. p. 299-323.

WANG, W.; WÜRSIG, B.; EVANS, W. E. Whistles of bottlenose dolphins: comparisons among populations. **Aquatic Mammals**, Macomb, v. 21, p. 65-77, 1995b.

WANG, W.; WÜRSIG, B.; LEATHERWOOD, S. Whistles of boto, *Inia geoffrensis*, and tucuxi, *Sotalia fluviatilis*. **The Journal of the Acoustical Society of America**, New York, v. 109, n. 1, p. 407-411, 2001.

WATKINS, W. A.; WARTZOK, D. Sensory biophysics of marine mammals. **Marine Mammal Science**, Lawrence, v. 1, p. 219-260, 1985.

WATKINS, W. A.; SCHEVILL, W. E. Characteristic features of the underwater sounds of *Cephalorhynchus commersonii*. **Journal of Mammalogy**, Greensboro, v. 61, p. 738-739. 1980.

WATKINS, W. A.; SCHEVILL, W. E.; BEST, P. B. Underwater sounds of *Cephalorhynchus heavisidii* (Mammalia: Cetacea). **Journal of Mammalogy**, Greensboro, v. 58, p. 316-320, 1977.

WATWOOD, S. L.; TYACK, P. L.; WELLS, R. S. Whistle sharing in paired male bottlenose dolphins, *Tursiops truncatus*. **Behavioral Ecology and Sociobiology**, New York, v. 55, p. 531–543, 2004.

WEIGLE, B. Abundance, distribution and movements of bottlenose dolphins (*Tursiops truncatus*) in Lower Tampa Bay, Florida. In: HAMMOND, P. H.; MIZROCH, S. A.; DONOVAN, G. P. (ed.). **Individual Recognition of Cetaceans: Use of Photoidentification and other Techniques to Estimate Population Parameters**. Cambridge: Rep. Int. Whal. Commn. (special issue 12), 1990. p. 195-201.

WELLS, R. S. Population structure of bottlenose dolphins: (1) Behavioral studies along the central west coast of Florida. **Final report to the National Marine Fisheries Service**, Southeast Fisheries Center, Contract No. 45-WCNF-5-00366, pp. 1-70, 1986.

WELLS, R. S. The role of long-term study in understanding the social structure of a bottlenose dolphin community. In: PRYOR, K.; NORRIS, K. S. (ed.). **Dolphin Societies: Discoveries and Puzzles**. Berkeley: University of California Press, 1991. p. 199-225.

WELLS, R. S.; HANSEN, L. J.; BALDRIDGE, A.; DOHL, T. P.; KELLY, D. L.; DEFRAN, R. H. Northward extension of the range of bottlenose dolphins along the California coast. In: LEATHERWOOD, S.; REEVES, R. R. (ed.). **The Bottlenose Dolphin**. San Diego: Academic Press, 1990. p. 421-431.

WELLS, R. S.; IRVINE, A. B.; SCOTT, M. D. The social ecology of inshore Odontocetes. In: HERMAN, L. M. (ed.). **Cetacean Behavior: Mechanisms and Functions**. New York: John Wiley, 1980. p. 263-317.

WELLS, R. S.; RHINEHART, H. L.; CUNNINGHAM, P.; WHALEY, J.; BARAN, M.; KOBERNA, C.; COSTA, D. P. Long distance offshore movements of bottlenose dolphins. **Marine Mammal Science**, Lawrence, v. 15, n. 4, p. 1098-1114, 1999.

WELLS, R. S.; SCOTT, M. D. Bottlenose dolphin *Tursiops truncatus* (Montagu, 1821). In: RYDGWAY, S; H. & HARRISON, S; R. (ed.). **Handbook of Marine Mammals, Volume 6: The second book of dolphins and porpoises**. San Diego: Academic Press, 1999. p. 137-182.

WELLS, R. S.; SCOTT, M. D.; IRVINE, A. B. The social structure of free-ranging bottlenose dolphins. In: GENOWAYS, H. H. (ed.). **Current Mammalogy -v. 1**. New York: Plenum Press, 1987. p. 247-305.

WHITEHEAD, H. Investigating structure and temporal scale in social organizations using identified individuals. **Behavioral Ecology**, Cary, v. 6, n. 2, p. 199-208, 1995.

WHITEHEAD, H. Testing association patterns of social animals. **Animal Behaviour**, London, v. 57, p. 26-29, 1999.

WHITEHEAD, H.; GLASS, C. Orcas (Killer whales) attack Humpback whales. **Journal of Mammalogy**, Greensboro, v. 66, n. 1, p. 183-185, 1985.

WIERSMA, H. Investigations on cetacean sonar IV, A comparison of wave shapes of odontocete sonar signals. **Aquatic Mammals**, Macomb, v. 9, n. 2, p. 57-66, 1982.

WOOD JR., F. G. Underwater sound production and concurrent behavior of captive porpoises, *Tursiops truncatus* and *Stenella plagiodon*. **Bulletin of the Marine Science of the Gulf and Caribbean**, Coral Gables, v. 3, n. 2, p. 120-133, 1953.

WOOD, C. J. Movement of bottlenose dolphins around the south-west coast of Britain. **Journal of Zoology**, London, v. 246, p. 155-163, 1998.

WÜRSIG, B. Occurrence and groups organization of Atlantic bottlenose dolphin (*Tursiops truncatus*) in an Argentine Bay. **Biological Bulletin**, New York, v. 154, p. 348-359, 1978.

WÜRSIG, B.; HARRIS, G. Site and association fidelity in bottlenose dolphins off Argentina. In: LEATHERWOOD, S.; REEVES, R. R. (ed.). **The Bottlenose Dolphin**. San Diego: Academic Press, 1990. p. 361-365.

WÜRSIG, B.; JEFFERSON, T. A. Methods of photo-identification for small cetaceans. In: HAMMOND, P. H.; MIZROCH, S. A.; DONOVAN, G. P. (ed.). **Individual Recognition of Cetaceans: Use of Photoidentification and other Techniques to Estimate Population Parameters**. Cambridge: Rep. Int. Whal. Commn. (special issue 12), 1990. p. 43-52.

WÜRSIG, B.; WÜRSIG, M. Behavior and ecology of the bottlenose dolphin, *Tursiops truncatus*, in south Atlantic. **Fishery Bulletin**, Washington, v. 77, n. 2, p. 399-412, 1979.

WÜRSIG, B.; WÜRSIG, M. The photographic determination of group size, composition, and stability of coastal porpoises (*Tursiops truncatus*). **Science**, Washington, v. 198, p. 755-756, 1977.

XITCO, M. J. JR.; ROITBLAT, H. L. Object recognition through eavesdropping: passive echolocation in bottlenose dolphin. **Animal Learning and Behavior**, Austin, v. 24, n. 4, p. 355-365, 1996.

ZAEGAESKI, M. Some observations on the prey stunning hypothesis. **Marine Mammal Science**, Lawrence, v. 3, n. 3, p. 275-279, 1987.

ZAR, J. H. **Biostatistical Analysis**. New Jersey: Prentice Hall, 1999. 123 p.

ZAVALA-CAMIN, L. A.; VON SECKENDORF, R. W. Nota sobre a ocorrência de tainha-listrada, gênero *Mugil*, na região pelágica do sudeste do Brasil. **Atlântica**, Rio Grande, v. 15, p. 135-138, 1993.

ZERBINI, A. N.; BASSOI, M.; SECCHI, E. R.; HIGA, A.; SOUZA, L. DE; DALLA ROSA, L.; SANTOS, M. C. DE O. Distribution and habitat characteristics of Delphinidae in south eastern and southern Brazil. In: REUNIÃO DE TRABALHOS DE ESPECIALISTAS EM MAMÍFEROS AQUÁTICOS DA AMÉRICA DO SUL, 8., 1998. Olinda, PE, **Anais...Olinda**, PE. 1998. p. 230.

ZOLMAN, E. S. Residence patterns of bottlenose dolphins (*Tursiops truncatus*) in the Stono River estuary, Charleston County, South Carolina, U.S.A. **Marine Mammal Science**, Lawrence, v.18, n.4, p.879-892, 2002.

8. Anexos

Anexo 1: Valores médios (em graus Celsius) da temperatura superficial da água da barra da laguna de Tramandaí, RS, nos dias de observação, para os anos de 1996, 2002 e 2003, acompanhados dos valores de temperaturas mínimos e máximos. Dados obtidos no Serviço de Portos e Hidrografia do Estado do Rio Grande do Sul /RS.

Estações	Ano de 1996	Ano de 2002	Ano de 2003
1. Verão	26,1°C (22,9 a 28,3°C)	26,5°C (24,7 a 27,3°C)	28,0°C (25,9 a 29,0°C)
2. Outono	22,1°C (15,6 a 26,2°C)	22,6°C (18,4 a 26,7°C)	22,4°C (16,1 a 28,3°C)
3. Inverno	14,2°C (9,9 a 19,0°C)	14,8°C (14,3 a 15,3°C)	16,0°C (12,6 a 18,1°C)
4. Primavera	21,7°C (18,1 a 24,9°C)	19,0°C (14,1 a 26,5°C)	19,6°C (16,0 a 23,3°C)

As estações são caracterizadas de acordo com os seguintes meses:

1. Verão: dezembro, janeiro e fevereiro
2. Outono: março, abril e maio
3. Inverno: junho, julho e agosto
4. Primavera: setembro, outubro e novembro

Anexo 2. Ocorrência sazonal (ano/estação) para cada um dos indivíduos observados na barra de Tramandaí, nos anos de 1996, 1998, 1999, 2002 e 2003. Os filhotes não estão incluídos na tabela, já estando caracterizadas suas ocorrências na Tabela 24. Os códigos de identificação dos golfinhos foram adaptados de Simões-Lopes (1995). Períodos sazonais: 1: outono; 2: inverno; 3: primavera; 4: verão.

	96/1	96/2	96/3	96/4	98/1	98/2	98/3	98/4	99/1	99/2	99/3	99/4	02/1	02/2	02/3	02/4	03/1	03/2	03/3	03/4
I₅	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X		X	X	X	X	X	X	X	
I₁	X	X	X	X	X	X	X													
I₁₀	X	X	X	X					X	X						X	X	X	X	X
I₈	X	X	X	X	X	X	X		X	X			X		X	X	X	X	X	X
I₇	X	X	X	X	X					X	X		X		X	X	X	X	X	
I₉	X	X	X	X		X				X					X		X	X	X	
I₁₁	X	X	X		X	X	X				X				X		X	X		
I₆	X	X	X	X			X				X				X		X	X		
I₁₄																X	X	X	X	

Códigos individuais:

I₅: Lobisomem

I₁₀: Pomba

I₆: Catatau

I₈: Coquinho

I₇: Bagrinho

I₉: Galhamol

I₁₁: Geraldona

I₁₂: Filhote I₁₁

I₁₃: Filhote I₆

I₁₄: Rubinho

Anexo 3. Frequência de ocorrência de estações no qual os indivíduos foram registrados na área da barra da laguna de Tramandaí, durante os anos de 1996, 2002 e 2003 (total de 12 meses), onde verifica-se uma variabilidade de graus de residência entre os indivíduos, com alguns ocorrendo em 100% das estações e outros em apenas 50%.

Golfinhos	Número de estações observadas/número de estações total	Frequência relativa de estações no qual foram registrados
I₅	11/12	0,92
I₁₀	9/12	0,75
I₈	11/12	0,92
I₇	10/12	0,84
I₉	8/12	0,67
I₁₁	6/12	0,50
I₆	7/12	0,58
I₁₄*	4/5	0,80
I₁**	4/4	1,00

* considerado somente o número de estações até sua última avistagem

** considerado o número de estações a partir de seu primeiro registro

Anexo 4. Reavistagens das fêmeas I₁₁ e I₆, ao longo dos anos de 1996, 1998, 1999, 2002, 2001, 2002 e 2003, perfazendo um total de sete anos (sete amostras para cada uma das quatro estações). Para cada estação, apresenta-se o número de ocorrência, em função do número total de estações ao longo do período considerado.

Fêmeas	Outono	Inverno	Primavera	Verão
	estações com registro/ total			
I ₁₁	4/7	3/7	5/7	0/7
I ₆	3/7	2/7	4/7	1/7

Anexo 5: Comparação entre as frequências de ocorrências dos golfinhos sozinhos ou associados, em horas por mês, no ano de 2002. O teste de Wilcoxon mostrou equidade entre os valores encontrados. Os códigos de identificação dos golfinhos foram adaptados de Simões-Lopes (1995).

Golfinho	Sozinho med (IQ)	Associado med (IQ)	Valor P
I₈	7 (0 a 225)	0 (0 a 114)	0,345
I₁₀	0 (0 a 0)	0 (0 a 0)	0,317
I₅	12 (0 a 105)	0 (0 a 89)	0,458
I₇	0 (0 a 0)	0 (0 a 26)	1,000
I₉	0 (0 a 0)	0 (0 a 0)	0,180
I₆	0 (0 a 0)	0 (0 a 0)	0,157
I₁₃	0 (0 a 0)	0 (0 a 0)	0,157
I₁₁	0 (0 a 0)	0 (0 a 0)	0,180
I₁₂	0 (0 a 0)	0 (0 a 0)	0,180
I₁₄	0 (0 a 0)	0 (0 a 0)	1,000

med (IQ) = mediana acompanhada do intervalo interquartil (25 a 75)
Valor P resultante do teste de Wilcoxon

Códigos individuais:

I₅: Lobisomem

I₁₀: Pomba

I₆: Catatau

I₈: Coquinho

I₇: Bagrinho

I₉: Galhamol

I₁₁: Geraldona

I₁₂: Filhote I₁₁

I₁₃: Filhote I₆

I₁₄: Rubinho

Anexo 6: Comparação entre as frequências de ocorrências dos golfinhos sozinhos ou associados, em horas por mês do verão de 2003. O teste de Wilcoxon mostrou equidade entre os valores encontrados. Os códigos de identificação dos golfinhos foram adaptados de Simões-Lopes (1995).

Golfinho	Sozinho med (IQ)	Associado med (IQ)	Valor P
I₈	1030 (0 a 1200)	45 (0 a 85)	0,180
I₁₀	115 (0 a 235)	5 (0 a 45)	0,180
I₅	0 (0 a 230)	0 (0 a 100)	0,317
I₇	0 (0 a 505)	0 (0 a 5)	0,317
I₉	0 (0 a 0)	0 (0 a 0)	1,000
I₆	0 (0 a 0)	0 (0 a 0)	1,000
I₁₃	0 (0 a 0)	0 (0 a 0)	1,000
I₁₁	0 (0 a 0)	0 (0 a 0)	1,000
I₁₂	0 (0 a 0)	0 (0 a 0)	1,000
I₁₄	0 (0 a 0)	0 (0 a 30)	0,317

med (IQ) = mediana acompanhada do intervalo interquartil (25 a 75)
 Valor P resultante do teste de Wilcoxon

Códigos individuais:

I₅: Lobisomem

I₁₀: Pomba

I₆: Catatau

I₈: Coquinho

I₇: Bagrinho

I₉: Galhamol

I₁₁: Geraldona

I₁₂: Filhote I₁₁

I₁₃: Filhote I₆

I₁₄: Rubinho

Anexo 7: Comparação entre as frequências de ocorrências dos golfinhos sozinhos ou associados, em horas por mês do outono de 2003. O teste de Wilcoxon mostrou equidade entre os valores encontrados. Os códigos de identificação dos golfinhos foram adaptados de Simões-Lopes (1995).

Golfinho	Sozinho med (IQ)	Associado med (IQ)	Valor P
I₈	490 (230 a 1215)	50 (35 a 495)	0,109
I₁₀	150 (60 a 440)	0 (0 a 55)	0,109
I₅	235 (220 a 665)	50 (50 a 475)	0,109
I₇	95 (60 a 105)	20 (5 a 70)	0,109
I₉	20 (0 a 65)	0 (0 a 0)	0,180
I₆	0 (0 a 0)	40 (0 a 115)	0,180
I₁₃	0 (0 a 0)	40 (0 a 115)	0,180
I₁₁	0 (0 a 0)	145 (0 a 190)	0,180
I₁₂	0 (0 a 0)	145 (0 a 190)	0,180
I₁₄	40 (0 a 350)	120 (0 a 150)	0,655

med (IQ) = mediana acompanhada do intervalo interquartil (25 a 75)
Valor P resultante do teste de Wilcoxon

Códigos individuais:

I₅: Lobisomem

I₁₀: Pomba

I₆: Catatau

I₈: Coquinho

I₇: Bagrinho

I₉: Galhamol

I₁₁: Geraldona

I₁₂: Filhote I₁₁

I₁₃: Filhote I₆

I₁₄: Rubinho

Anexo 8: Comparação entre as frequências de ocorrências dos golfinhos sozinhos ou associados, em horas por mês do inverno de 2003. O teste de Wilcoxon mostrou equidade entre os valores encontrados. Os códigos de identificação dos golfinhos foram adaptados de Simões-Lopes (1995).

Golfinho	Sozinho med (IQ)	Associado med (IQ)	Valor P
I₈	195 (50 a 385)	10 (5 a 20)	0,109
I₁₀	110 (0 a 140)	0 (0 a 5)	0,180
I₅	140 (0 a 275)	5 (0 a 10)	0,180
I₇	30 (0 a 120)	10 (0 a 15)	0,180
I₉	0 (0 a 0)	0 (0 a 35)	0,317
I₆	0 (0 a 0)	0 (0 a 5)	0,317
I₁₃	0 (0 a 0)	0 (0 a 5)	0,317
I₁₁	0 (0 a 0)	0 (0 a 10)	0,317
I₁₂	0 (0 a 0)	0 (0 a 10)	0,317
I₁₄	80 (5 a 140)	5 (0 a 35)	0,285

med (IQ) = mediana acompanhada do intervalo interquartil (25 a 75)
Valor P resultante do teste de Wilcoxon

Códigos individuais:

I₅: Lobisomem

I₁₀: Pomba

I₆: Catatau

I₈: Coquinho

I₇: Bagrinho

I₉: Galhamol

I₁₁: Geraldona

I₁₂: Filhote I₁₁

I₁₃: Filhote I₆

I₁₄: Rubinho

Anexo 9: Comparação entre as frequências de ocorrências dos golfinhos sozinhos ou associados, em horas por mês da primavera de 2003. O teste de Wilcoxon mostrou equidade entre os valores encontrados. Os códigos de identificação dos golfinhos foram adaptados de Simões-Lopes (1995).

Golfinho	Sozinho med (IQ)	Associado med (IQ)	Valor P
I₈	0 (0 a 20)	0 (0 a 0)	0,317
I₁₀	0 (0 a 0)	0 (0 a 0)	1,000
I₅	0 (0 a 95)	0 (0 a 20)	0,317
I₇	0 (0 a 10)	0 (0 a 20)	0,317
I₉	0 (0 a 0)	0 (0 a 0)	1,000
I₆	0 (0 a 0)	0 (0 a 0)	1,000
I₁₃	0 (0 a 0)	0 (0 a 0)	1,000
I₁₁	0 (0 a 0)	0 (0 a 0)	1,000
I₁₂	0 (0 a 0)	0 (0 a 0)	1,000
I₁₄	0 (0 a 0)	0 (0 a 0)	1,000

med (IQ) = mediana acompanhada do intervalo interquartil (25 a 75)
 Valor P resultante do teste de Wilcoxon

Códigos individuais:

I₅: Lobisomem

I₁₀: Pomba

I₆: Catatau

I₈: Coquinho

I₇: Bagrinho

I₉: Galhamol

I₁₁: Geraldona

I₁₂: Filhote I₁₁

I₁₃: Filhote I₆

I₁₄: Rubinho

Anexo 10: Comparação entre as frequências de ocorrências dos golfinhos sozinhos ou associados, em horas por mês do verão de 2002. O teste de Wilcoxon mostrou equidade entre os valores encontrados. Os códigos de identificação dos golfinhos foram adaptados de Simões-Lopes (1995).

Golfinho	Sozinho med (IQ)	Associado med (IQ)	Valor P
I₈	300 (0 a 565)	0 (0 a 135)	0,180
I₁₀	0 (0 a 450)	0 (0 a 60)	0,317
I₅	0 (0 a 395)	0 (0 a 170)	0,317
I₇	0 (0 a 195)	0 (0 a 40)	0,317
I₉	0 (0 a 0)	0 (0 a 0)	1,000
I₆	0 (0 a 0)	0 (0 a 0)	1,000
I₁₃	0 (0 a 0)	0 (0 a 0)	1,000
I₁₁	0 (0 a 0)	0 (0 a 0)	1,000
I₁₂	0 (0 a 0)	0 (0 a 0)	1,000
I₁₄	0 (0 a 115)	0 (0 a 115)	1,000

med (IQ) = mediana acompanhada do intervalo interquartil (25 a 75)
 Valor P resultante do teste de Wilcoxon

Códigos individuais:

I₅: Lobisomem

I₁₀: Pomba

I₆: Catatau

I₈: Coquinho

I₇: Bagrinho

I₉: Galhamol

I₁₁: Geraldona

I₁₂: Filhote I₁₁

I₁₃: Filhote I₆

I₁₄: Rubinho

Anexo 11: Comparação entre as frequências de ocorrências dos golfinhos sozinhos ou associados, em horas por mês do outono de 2002. O teste de Wilcoxon mostrou equidade entre os valores encontrados. Os códigos de identificação dos golfinhos foram adaptados de Simões-Lopes (1995).

Golfinho	Sozinho med (IQ)	Associado med (IQ)	Valor P
I₈	0 (0 a 50)	0 (0 a 150)	0,317
I₁₀	0 (0 a 0)	0 (0 a 0)	1,000
I₅	60 (0 a 120)	90 (0 a 150)	0,157
I₇	0 (0 a 0)	0 (0 a 150)	0,317
I₉	0 (0 a 0)	0 (0 a 0)	1,000
I₆	0 (0 a 0)	0 (0 a 0)	1,000
I₁₃	0 (0 a 0)	0 (0 a 0)	1,000
I₁₁	0 (0 a 0)	0 (0 a 0)	1,000
I₁₂	0 (0 a 0)	0 (0 a 0)	1,000
I₁₄	0 (0 a 0)	0 (0 a 0)	1,000

med (IQ) = mediana acompanhada do intervalo interquartil (25 a 75)
 Valor P resultante do teste de Wilcoxon

Códigos individuais:

I₅: Lobisomem

I₁₀: Pomba

I₆: Catatau

I₈: Coquinho

I₇: Bagrinho

I₉: Galhamol

I₁₁: Geraldona

I₁₂: Filhote I₁₁

I₁₃: Filhote I₆

I₁₄: Rubinho

Anexo 12: Comparação entre as frequências de ocorrências dos golfinhos sozinhos ou associados, em horas por mês do inverno de 2002. O teste de Wilcoxon mostrou equidade entre os valores encontrados. Os códigos de identificação dos golfinhos foram adaptados de Simões-Lopes (1995).

Golfinho	Sozinho med (IQ)	Associado med (IQ)	Valor P
I₈	0 (0 a 0)	0 (0 a 0)	1,000
I₁₀	0 (0 a 0)	0 (0 a 0)	1,000
I₅	0 (0 a 0)	0 (0 a 0)	1,000
I₇	0 (0 a 0)	0 (0 a 0)	1,000
I₉	0 (0 a 0)	0 (0 a 0)	1,000
I₆	0 (0 a 0)	0 (0 a 0)	1,000
I₁₃	0 (0 a 0)	0 (0 a 0)	1,000
I₁₁	0 (0 a 0)	0 (0 a 0)	1,000
I₁₂	0 (0 a 0)	0 (0 a 0)	1,000
I₁₄	0 (0 a 0)	0 (0 a 0)	1,000

med (IQ) = mediana acompanhada do intervalo interquartil (25 a 75)
 Valor P resultante do teste de Wilcoxon

Códigos individuais:

I₅: Lobisomem

I₁₀: Pomba

I₆: Catatau

I₈: Coquinho

I₇: Bagrinho

I₉: Galhamol

I₁₁: Geraldona

I₁₂: Filhote I₁₁

I₁₃: Filhote I₆

I₁₄: Rubinho

Anexo 13: Comparação entre as frequências de ocorrências dos golfinhos sozinhos ou associados, em horas por mês da primavera de 2002. O teste de Wilcoxon mostrou equidade entre os valores encontrados. Os códigos de identificação dos golfinhos foram adaptados de Simões-Lopes (1995).

Golfinho	Sozinho med (IQ)	Associado med (IQ)	Valor P
I₈	120 (15 a 260)	50 (0 a 280)	0,593
I₁₀	0 (0 a 0)	0 (0 a 0)	1,000
I₅	30 (25 a 270)	35 (0 a 85)	0,285
I₇	0 (0 a 0)	0 (0 a 35)	0,317
I₉	5 (0 a 90)	100 (0 a 130)	0,180
I₆	0 (0 a 0)	15 (0 a 15)	0,157
I₁₃	0 (0 a 0)	15 (0 a 15)	0,157
I₁₁	0 (0 a 0)	15 (0 a 170)	0,180
I₁₂	0 (0 a 0)	15 (0 a 170)	0,180
I₁₄	0 (0 a 0)	0 (0 a 0)	1,000

med (IQ) = mediana acompanhada do intervalo interquartil (25 a 75)
 Valor P resultante do teste de Wilcoxon

Códigos individuais:

I₅: Lobisomem

I₁₀: Pomba

I₆: Catatau

I₈: Coquinho

I₇: Bagrinho

I₉: Galhamol

I₁₁: Geraldona

I₁₂: Filhote I₁₁

I₁₃: Filhote I₆

I₁₄: Rubinho

Anexo 14. Matriz dos índices de associação para o ano de 2002, calculados para cada dupla de golfinho avistado. Metade superior: minutos de ocorrência; metade inferior: índices calculados. No eixo central, total de minutos para cada indivíduo. Células com X indicam associações que não ocorreram. Códigos de identificação adaptados de Simões-Lopes (1995).

	I ₅	I ₁₀	I ₈	I ₇	I ₉	I ₁₁	I ₁₂	I ₆	I ₁₃	I ₁₄
I ₅	1430	X	210	200	70	40	40	15	15	115
I ₁₀	X	510	60	X	X	X	X	X	X	X
I ₈	0,125	0,049	1925	175	125	15	15	X	X	10
I ₇	0,216	X	0,149	420	35	X	X	X	X	X
I ₉	0,079	X	0,111	0,093	325	50	50	15	15	X
I ₁₁	0,051	X	0,014	X	0,222	125	125	30	30	X
I ₁₂	0,051	X	0,014	X	0,222	1,00	125	30	30	X
I ₆	0,020	X	X	X	0,084	0,387	0,387	30	30	X
I ₁₃	0,020	X	X	X	0,084	0,387	0,387	1,00	30	X
I ₁₄	0,138	X	0,009*	X	X	X	X	X	X	230

Distribuição em classes dos 24 índices calculados para o ano de 2002 (de um total de 45); 2 > 0,40:

- (1) 0 = 21 (*0,009 ≈ 0: ou seja, < 0,01, que inicia a classe 2)
- (2) 0,01-0,19 = 15
- (3) 0,20-0,39 = 7
- (4) 0,40-0,59 = 0
- (5) 0,60-0,79 = 0
- (6) 0,80-1,00 = 2

Códigos individuais:

I₅: Lobisomem

I₁₀: Pomba

I₆: Catatau

I₈: Coquinho

I₇: Bagrinho

I₉: Galhamol

I₁₁: Geraldona

I₁₂: Filhote I₁₁

I₁₃: Filhote I₆

I₁₄: Rubinho

Anexo 15. Matriz dos índices de associação para o ano de 2003, calculados para cada dupla de golfinho avistado. Metade superior: minutos de ocorrência; metade inferior: índices calculados. No eixo central, total de minutos para cada indivíduo. Células com X indicam associações que não ocorreram. Códigos de identificação adaptados de Simões-Lopes (1995).

	I ₅	I ₁₀	I ₈	I ₇	I ₉	I ₁₁	I ₁₂	I ₆	I ₁₃	I ₁₄
I ₅	2570	X	575	50	X	35	35	35	35	90
I ₁₀	X	1360	55	X	X	X	X	X	X	55
I ₈	0,141	0,015	5560	85	X	X	X	X	X	40
I ₇	0,027	X	0,025	1070	X	5	5	X	X	20
I ₉	X	X	X	X	120	X	X	X	X	35
I ₁₁	0,024	X	X	0,007*	X	345	345	105	105	130
I ₁₂	0,024	X	X	0,007*	X	1,00	345	105	105	130
I ₆	0,025	X	X	X	X	0,415	0,415	160	160	X
I ₁₃	0,025	X	X	X	X	0,415	0,415	1,00	160	X
I ₁₄	0,051	0,047	0,012	0,019	0,065	0,2	0,2	X	X	955

Distribuição em classes dos 22 índices calculados para o ano de 2003 (de um total de 45); $6 > 0,40$:

- (1) $0 = 24$ (* $0,007 \approx 0$: ou seja, $< 0,01$, que inicia a classe 2)
- (2) $0,01-0,19 = 13$
- (3) $0,20-0,39 = 2$
- (4) $0,40-0,59 = 4$
- (5) $0,60-0,79 = 0$
- (6) $0,80-1,00 = 2$

Códigos individuais:

I ₅ : Lobisomem	I ₉ : Galhamol
I ₁₀ : Pomba	I ₁₁ : Geraldona
I ₆ : Catatau	I ₁₂ : Filhote I ₁₁
I ₈ : Coquinho	I ₁₃ : Filhote I ₆
I ₇ : Bagrinho	I ₁₄ : Rubinho

Anexo 16. Descrição dos valores de frequência (em Hz) nos pontos de inflexão (de 1 a 10) registrados para os assobios em cada um dos grandes grupos de modulação da frequência fundamental. Para cada um é apresentado o valor mínimo e máximo, a média, o desvio padrão e o Coeficiente de variação (%) dos valores de frequência. Para as inflexões com apenas um registro, foi dado apenas o valor de frequência observado no ponto.

Inflexões	A	B	C	D	E
	3085,6 a 1287,3	3996,5 a 10067,1	2846,2 a 15791,1	4038,6 a 5656,9	3417,5 a 16494,6
1	5389,2 ± 1434,3 27%	6955,1 ± 2105,7 30%	9788,4 ± 1612,1 16%	4921,2 ± 599,0 12%	11219,8 ± 2838,7 25%
	4440,8 a 11549,7	7819,2 a 11049,6	3914,5 a 16926,1		2757,1 a 13272,7
2	7275,0 ± 2312,9 32%	9239,6 ± 1650,1 18%	6816,9 ± 2146,1 31%		4711,3 ± 1366,5 29%
			3881,4 a 12780,9		3470,3 a 15519,8
3	4907,3	6183,5	8365,1 ± 2176,6 26%		11011,4 ± 3098,9 28%
			4123,2 a 10166,4		3404,4 a 13652,8
4	4398,4		7171,0 ± 1835,0 26%		5030,6 ± 1687,3 33%
			4737,8 a 9268,9		3872,8 a 15544,6
5	6009,8		6626,5 ± 2357,7 36%		9912,5 ± 3307,9 33%
					3786,8 a 11302,9
6	5543,3		3830,0		5229,7 ± 1510,1

Estudo de longa duração de um grupo costeiro de golfinhos *Tursiops truncatus* no sul do Brasil

		29%
7	4123,2	6411,0 a 15153,1 11050,9 ± 2452,9 22%
8		2951,9 a 11229,9 5517,8 ± 1988,7 36%
9		6338,0 a 11387,6 8807,0 ± 2135,5 24%
10		5866,4 a 6292,0 6079,2 ± 300,9 5%

Anexo 17. Número de registros de assobios (n=1.1768), por indivíduo ou grupo de golfinhos, no período entre 2002 e 2003, na barra da laguna de Tramandaí, RS. Códigos de identificação adaptados de Simões-Lopes (1995).

Indivíduos	Tamanho de grupo (número de indivíduos)	Ocorrência assobios	Frequência
0 – I ₀	1	26	1,5%
1 – I ₈ – I ₉	2	9	0,5%
2 – I ₈	1	174	9,8%
3 – I ₆ – I ₁₃ *	2	20 *	1,1% *
4 – I ₁₁ – I ₁₂ *	2	244 *	13,8% *
5 – I ₁₁ – I ₁₂ – I ₉ *	3	3 *	0,2% *
6 – I ₁₄	1	21	1,1%
7 – I ₁₀	1	20	1,1%
8 – I ₁₀ – I ₈	2	26	1,5%
9 – I ₈ – I ₅ – I ₇	3	9	0,5%
10 – I ₅	1	38	2,2%
11 – I ₅ – I ₁₄	2	53	3,0%
12 – I ₅ – I ₈	2	25	1,4%
13 – I ₅ – I ₈ – I ₁₄	3	10	0,6%
14 – I ₅ – I ₈ – I ₇	3	2	0,1%
15 – I ₁₄ – M ₁	2	3	0,2%
16 – I ₇ – I ₈	2	29	1,6%
17 – I ₇	1	21	1,2%
18 – I ₅ – I ₁₄ – I ₁₀	3	9	0,5%
19 – I ₁₄ – I ₈ – I ₁₀	3	16	0,9%
20 – I ₁₀ – I ₁₄	2	22	1,2%
21 – I ₁₄ – I ₀	2	16	0,9%
22 – I ₁₄ – I ₇ – I ₆ – I ₁₁ – I ₁₃ – I ₁₂ *	6	284 *	16,1% *
23 – I ₈ – I ₁₄ – I ₉ – I ₀	4	242	13,7%
24 – I ₁₁ – I ₁₂ – I ₁₄ *	3	46 *	2,6% *
25 – I ₉	1	30	1,7%
26 – I ₉ – I ₀	3	30	1,7%
27 – I ₁₀ – I ₁₄ – I ₈ – I ₉ – I ₁₁ – I ₁₂ *	6	4 *	0,2% *
28 – I ₅ – I ₁₀ – I ₁₄ – I ₉ – I ₈ – I ₁₁ – I ₁₂ *	7	70 *	4,0% *

29 – I ₅ – I ₆ – I ₁₁ – I ₁₃ – I ₁₂ *	5	227 *	12,8% *
30 – I ₈ – I ₁₄ – I ₁₀ – I ₅	4	3	0,2%
31 – I ₈ – I ₁₄	2	5	0,3%
32 – I ₈ – I ₁₄ – I ₇	3	17	1,0%
33 – I ₅ – I ₈ – I ₀	3	14	0,8%

* asterisco marca presença de fêmea(s) e filhote(s)

Códigos individuais:

I₅: Lobisomem

I₆: Catatau

I₇: Bagrinho

I₈: Coquinho

I₉: Galhamol

I₁₀: Pomba

I₁₁: Geraldona

I₁₂: Filhote I₁₁

I₁₃: Filhote I₆

I₁₄: Rubinho

M₁: 'Pirata' (Torres)

I₀: Identificação não confirmada

Anexo 18. Ocorrência (n) dos grandes grupos para cada indivíduo(s), e frequência de ocorrência frente ao total de cada grande grupo. Códigos de identificação adaptados de Simões-Lopes (1995). Códigos conforme o Anexo 17.

Indivíduos	Grande grupo				
	A	B	C	D	E
0: I ₀	n=10/1,2%	n=0/0,0%	n=12/2,3%	n=2/16,7%	n=2/0,5%
1: I ₈ – I ₉	n=2/0,2%	n=0/0,0%	n=7/1,3%	n=0/0,0%	n=0/0,0%
2: I ₈	n=20/2,5%	n=8/ 47,1%	n=137/26,3%	n=0/0,0%	n=9/2,2%
3: I ₆ – I ₁₃ *	n=15/1,9%	n=0/0,0%	n=4/0,8%	n=0/0,0%	n=1/0,2%
4: I ₁₁ – I ₁₂ *	n=126/15,9%	n=0/0,0%	n=26/5,0%	n=9/75,0%	n=83/20,2%
5: I ₁₁ – I ₁₂ – I ₉ *	n=2/0,2%	n=0/0,0%	n=1/0,2%	n=0/0,0%	n=0/0,0%
6: I ₁₄	n=9/1,1%	n=0/0,0%	n=11/2,1%	n=0/0,0%	n=0/0,0%
7: I ₁₀	n=0/0,0%	n=0/0,0%	n=18/3,5%	n=0/0,0%	n=2/0,5%
8: I ₁₀ – I ₈	n=2/0,2%	n=1/5,9%	n=23/4,4%	n=0/0,0%	n=0/0,0%
9: I ₈ – I ₅ – I ₇	n=2/0,2%	n=0/0,0%	n=7/1,3%	n=0/0,0%	n=0/0,0%
10: I ₅	n=8/1,0%	n=0/0,0%	n=28/5,4%	n=0/0,0%	n=2/0,5%
11: I ₅ – I ₁₄	n=10/1,2%	n=0/0,0%	n=34/6,5%	n=0/0,0%	n=9/2,2%
12: I ₅ – I ₈	n=4/0,5%	n=1/5,9%	n=19/3,6%	n=0/0,0%	n=1/0,2%
13: I ₅ – I ₈ – I ₁₄	n=2/0,2%	n=0/0,0%	n=8/1,5%	n=0/0,0%	n=0/0,0%
14: I ₅ – I ₈ – I ₇	n=0/0,0%	n=0/0,0%	n=2/0,4%	n=0/0,0%	n=0/0,0%
15: I ₁₄ – M ₁	n=2/0,2%	n=0/0,0%	n=1/0,2%	n=0/0,0%	n=0/0,0%
16: I ₇ – I ₈	n=13/1,6%	n=1/5,9%	n=15/2,9%	n=0/0,0%	n=0/0,0%

Estudo de longa duração de um grupo costeiro de golfinhos *Tursiops truncatus* no sul do Brasil

17: I ₇	n=5/0,6%	n=1/5,9%	n=14/2,7%	n=0/0,0%	n=1/0,2%
18: I ₅ – I ₁₄ – I ₁₀	n=1/0,1%	n=0/0,0%	n=8/1,5%	n=0/0,0%	n=0/0,0%
19: I ₁₄ – I ₈ – I ₁₀	n=7/0,9%	n=0/0,0%	n=9/1,7%	n=0/0,0%	n=0/0,0%
20: I ₁₀ – I ₁₄	n=12/1,5%	n=0/0,0%	n=9/1,7%	n=0/0,0%	n=1/0,2%
21: I ₁₄ – I ₀	n=7/0,9%	n=0/0,0%	n=1/0,2%	n=0/0,0%	n=8/2,0%
22: I ₁₄ – I ₇ – I ₆ – I ₁₁ – I ₁₃ – I ₁₂ *	n=126/15,6%	n=2/11,8%	n=36/6,9%	n=0/0,0%	n=120/29,3%
23: I ₈ – I ₁₄ – I ₉ – I ₀	n=106/13,1%	n=1/5,9%	n=28/5,4%	n=0/0,0%	n=107/26,1%
24: I ₁₁ – I ₁₂ – I ₁₄ *	n=19/2,4%	n=0/0,0%	n=23/4,4%	n=0/0,0%	n=4/1,0%
25: I ₉	n=18/2,2%	n=0/0,0%	n=5/1,0%	n=1/8,3%	n=6/1,5%
26: I ₉ – I ₀	n=28/3,5%	n=0/0,0%	n=0/0,0%	n=0/0,0%	n=2/0,5%
27: I ₁₀ – I ₁₄ – I ₈ – I ₉ – I ₁₁ – I ₁₂ *	n=4/0,5%	n=0/0,0%	n=0/0,0%	n=0/0,0%	n=0/0,0%
28: I ₅ – I ₁₀ – I ₁₄ – I ₉ – I ₈ – I ₁₁ – I ₁₂ *	n=56/6,9%	n=0/0,0%	n=10/1,9%	n=0/0,0%	n=4/1,0%
29: I ₅ – I ₆ – I ₁₁ – I ₁₃ – I ₁₂ *	n=170/21,1%	n=1/5,9%	n=9/1,7%	n=0/0,0%	n=47/11,5%
30: I ₈ – I ₁₄ – I ₁₀ – I ₅	n=0/0,0%	n=0/0,0%	n=3/0,6%	n=0/0,0%	n=0/0,0%
31: I ₈ – I ₁₄	n=0/0,0%	n=1/5,9%	n=4/0,8%	n=0/0,0%	n=0/0,0%
32: I ₈ – I ₁₄ – I ₇	n=9/1,1%	n=0/0,0%	n=7/1,3%	n=0/0,0%	n=1/0,2%
33: I ₅ – I ₈ – I ₀	n=12/1,5%	n=0/0,0%	n=2/0,4%	n=0/0,0%	n=0/0,0%
Total	807	17	521	12	410

asterisco marca presença de fêmea(s) com filhote(s)

Anexo 19: Descrição dos procedimentos estatísticos e resumo das fórmulas utilizadas nas análises biológicas e acústicas do presente trabalho.

Embora os testes estatísticos aqui empregados sejam conceitualmente inequívocos e amplamente divulgados na literatura disponível, segue abaixo um resumo das fórmulas dos testes utilizados, conforme solicitação da banca examinadora.

Teste de χ^2

(para maiores detalhes do procedimento, ver Callegari-Jacques, 2003, página 130)

$$\chi^2 = \sum \frac{(O - E)^2}{E}$$

onde:

O = frequências observadas

E = frequências esperadas

Teste de Kruskal-Wallis

(para maiores detalhes do procedimento, ver Callegari-Jacques, 2003, página 181)

$$H = \frac{12}{N(N+1)} \sum \frac{R_i^2}{n_i} - 3(N+1)$$

onde:

n_i = tamanho de cada amostra

$N = \sum n_i$ = número total de indivíduos

R_i = soma dos postos em cada amostra

Não houve erro no procedimento se:

$$\sum R_i = N(N+1)/2$$

Coefficiente de Spearman

(para maiores detalhes do procedimento, ver Callegari-Jacques, 2003, página 174)

$$r_s = 1 - \frac{6 \sum d^2}{n^3 - n}$$

onde:

n = número de pares de valores

d = diferenças entre os postos determinados para cada variável, em cada linha da tabela dos dados.

Teste t de Student para amostras emparelhadas

(para maiores detalhes do procedimento, ver Callegari-Jacques, 2003, página 80)

$$t_{calc} = \frac{\bar{x} - \mu}{\frac{s}{\sqrt{n}}}$$

onde:

n = número de valores de x
 $\mu = 0$, de acordo com a hipótese nula

$$s = \frac{\sqrt{\sum x^2 - (\sum x)^2 / n}}{n - 1}$$

Determinação do valor crítico do teste:
 $gl = n - 1$, onde número de valores de x

Teste Exato de Fisher

(para maiores detalhes do procedimento, ver Callegari-Jacques, 2003, página 178)

$$Pr(1) = \frac{TL_1! TL_2! TC_1! TC_2! / N!}{A! B! C! D!}$$

onde:

TL_1 = total da linha 1

TL_2 = total da linha 2

TC_1 = total da coluna 1

TC_2 = total da coluna 2

N = total

A, B, C e D = n em cada célula da tabela

Aplica-se, então, a transformação logarítmica à expressão anterior, obtendo-se:

$$Pr(1) = \text{antilog} [\log Pr(1)]$$

Após ter-se designado por $Pr(1)$ a probabilidade calculada na tabela observada de dados, chamam-se $Pr(2)$, $Pr(3)$, etc, os valores calculados para situações mais extremas. Localiza-se o valor de A, B, C, etc, subtrai-se 1 de uma dada frequência e ajustam-se os outros valores, de modo a que os totais marginais (TL_1 , TL_2 , TL_3 , etc) permaneçam os mesmos. Calculam-se $Pr(2)$, $Pr(3)$, etc, da mesma maneira que $Pr(1)$.

E, por último, calcula-se o valor- P , a saber:

$$Pr(\text{bicaudal final}) = 2 \sum (Pr)$$

Coefficiente de variação

(para maiores detalhes do procedimento, ver Zar, 1999, página 40)

O coeficiente de variação, ou coeficiente de variabilidade, é calculado da seguinte maneira:

$$CV = \frac{s}{\bar{X}}$$

onde:

s = desvio padrão

\bar{X} = média

Uma vez que s/\bar{X} geralmente é um número pequeno, para expressar o CV como uma porcentagem, pode-se multiplicar o valor por 100:

$$CV = \frac{s}{\bar{X}} \cdot 100\%$$

Teste de “post-hoc” de Tukey

(para maiores detalhes do procedimento, ver Callegari-Jacques, 2003, página 158)

Devem ser seguidos os seguintes passos:

- Inicialmente, ordenam-se as médias da maior à menor, anotando-se o tratamento e o tamanho amostral correspondentes.
- Calculam-se as diferenças entre a média maior e as demais, começando com o par com a diferença maior e prosseguindo com as demais. Faz-se o mesmo com a segunda maior média, e assim por diante.
- Estima-se o erro padrão (*EP*) de cada diferença entre médias, do seguinte modo:

$$EP = \sqrt{\frac{QM_{resíduo}}{2} \left(\frac{1}{n_A} + \frac{1}{n_B} \right)}$$

onde:

QM resíduo = *QM Dentro*

A e B indicam duas amostras quaisquer

Para cada diferença entre médias, calcula-se a estatística de teste *q*.

$$q_{calc} = \frac{\bar{x}_A - \bar{x}_B}{EP}$$

Teste de Wilcoxon

(para maiores detalhes do procedimento, ver Callegari-Jacques, 2003, página 170)

Para o emprego do teste de Wilcoxon em amostras pareadas com até 100 indivíduos, o procedimento é o seguinte:

- Calcula-se a diferença em cada par de dados, conservando-se o sinal da diferença.
- Desprezam-se as diferenças iguais a zero e denomina-se *n* o número de diferenças restantes.
- Ordenam-se as diferenças por tamanho, da menor à maior, ignorando-se o sinal. Para empates, usa-se a média dos postos empatados.
- Transfere-se o sinal da diferença ao posto correspondente.
- Somam-se os postos com sinal positivo e denomina-se *T (+)* à soma. Faz-se o mesmo com os postos indicados com o sinal negativo, onde a soma recebe o nome de *T (-)*. O *T_{calc}* será a menor, em valor absoluto, destas somas.
- O resultado será comparado ao *T* crítico (*T_{α;n}*), rejeitando-se a *H₀* (sem diferença entre as amostras pareadas) se o *T_{calc}* for menor ou igual ao *T* crítico.

Teste de Mann-Whitney

(para maiores detalhes do procedimento, ver Callegari-Jacques, 2003, página 166)

Procedimento para o teste de Mann-Whitney:

- Inicialmente, identifica-se a amostra menor como amostra 1 e a maior, como 2.
- Determinam-se os tamanhos amostrais n_1 e n_2 .
- A seguir, a partir do menor valor, coloca-se em ordem os valores das duas amostras juntas, anotando-se ao lado de cada uma o posto (número de ordem) correspondente.
- Obtêm-se R_1 e R_2 , que são a soma dos postos nas amostras 1 e 2, respectivamente.
- Calculam-se U e U' , do seguinte modo:

$$U = n_1 n_2 + \frac{n_1(n_1 + 1)}{2} - R_1$$

$$U' = n_1 n_2 + \frac{n_2(n_2 + 1)}{2} - R_2$$

- Denomina-se o menor destes dois valores de U_{calc} , e quando este é menor do que o crítico ($U_{\alpha; n_1; n_2}$), rejeita-se a H_0 (de que não haveria diferença entre as duas amostras ou populações)

Anova one-way

(para maiores detalhes do procedimento, ver Callegari-Jacques, 2003, página 154)

A Análise de Variância calcula-se da seguinte forma:

Soma dos quadrados *dentro* (SQ *Dentro*) ou SQ *Residual* (SQ) = SQ *Total* – SQ *Entre*

onde:

$$SQ \text{ Total} = \sum x^2$$

Soma dos quadrados *entre* (SQ *Entre*):

$$SQ_{Entre} = \sum \left(\frac{T_i^2}{n_i} \right) - C$$

C = termos de correção C

$$C = \frac{(\sum x)^2}{\sum n_i}$$