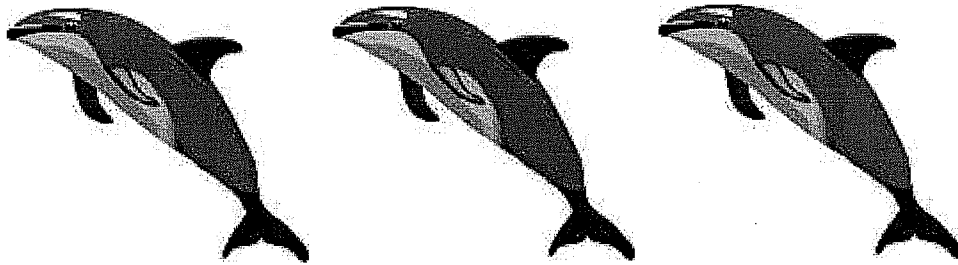


Instituto Superior de Psicologia Aplicada

DM ✓
SILV/I.1

**Análise dos assobios emitidos
por golfinhos-roazes
(*Tursiops truncatus*)
em cativeiro**



Tese de dissertação para o Mestrado em Etologia realizada por
Inês de Melo Fernandes da Silva
sob a orientação do Prof. Dr. Manuel Eduardo dos Santos

Lisboa, Dezembro de 1998



Centro de Documentação do I.S.P.A.

Telf. 861 17 00

Reg. 11716



ÍNDICE

AGRADECIMENTOS	I
RESUMO	II
SUMMARY	III
1. INTRODUÇÃO.....	1
1. O GOLFINHO-ROAZ	1
1.1 Classificação	1
1.2 Morfologia.....	2
1.3 Alimentação	3
1.4 Reprodução	3
1.5 Distribuição.....	4
2. CARACTERÍSTICAS ACÚSTICAS.....	4
2.1 Capacidades auditivas dos golfinhos-roazes.....	5
2.2 Recepção dos sinais sonoros	5
2.3 Mecanismos de emissão acústica	6
2.4 Tipos de sinais acústicos	7
2.5 Outros canais de comunicação.....	15
3. COMPORTAMENTO E VIDA SOCIAL.....	16
3.1 Estrutura social.....	17
3.3 Os cetáceos em cativeiro.....	19
4. OBJECTIVOS.....	21
II. MATERIAL E MÉTODOS.....	23
1. TEMPO E LOCALIZAÇÃO	23
2. ÁREA DE ESTUDO - ZOOMARINE	23
3. OS GOLFINHOS	25



4. RECOLHA DE DADOS	26
4.1 Estudo piloto	27
4.2 Padrões comportamentais – Esboço de Etograma.....	27
4.3 Métodos de amostragem	29
4.4 Análise dos assobios	31
4.5 Análise estatística dos dados.....	32
III. RESULTADOS	34
1. Concordância entre os dias de amostragem	34
2. Associação entre a produção de sons e as horas do dia	34
3. Associação entre a frequência das actividades e as horas do dia	37
4. Relação entre os comportamentos e os sons produzidos em função da hora do dia .	39
5. Relação entre os vários sons e os períodos antes, durante e depois do espectáculo ..	41
6. Análise dos assobios	42
7. Categorização dos perfis de modulação de frequência dos assobios	47
7.1 Associação com outros sons.....	60
7.2 Tentativa de identificação dos emissores dos assobios	61
7.3 – Ocorrência dos diferentes comportamentos nas várias actividades.....	64
4. DISCUSSÃO	68
4.1 – Actividades comportamentais	68
4.2 – Os sons e os comportamentos	71
4.4 – Perfis dos assobios	72
4.5 – Considerações finais	75
5. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS	76

AGRADECIMENTOS

O principal agradecimento vai para o Prof. Manuel Eduardo dos Santos que me apresentou ao mundo maravilhoso e mágico dos cetáceos, orientando-me e ajudando-me a perceber esses espantosos animais.

Ao Zoomarine, na pessoa do Sr. Pedro Láva, por me ter aceite e ter disponibilizado todas as facilidades possíveis para que este trabalho se realizasse. Também os treinadores Rosana, Joana, Karina, Nuno e João recebem o meu agradecimento por estarem sempre disponíveis quando precisei de ajuda.

Quero agradecer também ao Élio não só pela amizade, mas também pela paciência para ouvir as dúvidas intermináveis.

A uma pessoa muito especial, a Cristina, a minha parceira de trabalho no local de estudo mais inóspito, por todas aquelas horas de trabalho, pelas discussões “filosóficas” e, principalmente, pela amizade.

Há que não esquecer a família por ter “patrocinado” emocionalmente, e não só..., esta aventura, pois sem o seu imprescindível apoio, nada disto teria acontecido.

Aos amigos, mesmo aqueles só presentes em espírito, e especialmente à Paula, a melhor amiga do mundo, indispensável em todos os momentos.

Naqueles momentos finais, de desespero informático, em que tudo corre mal, tenho que agradecer mil e uma vezes pela ajuda imprescindível do Chris.

Finalmente, aos oito maravilhosos golfinhos, sem os quais este trabalho não seria possível. Obrigada por assobiarem tão bem!!

RESUMO

O estudo foi realizado com um grupo de oito golfinhos-roazes no Zoomarine (Algarve). Os sons foram recolhidos utilizando-se um hidrofone Brüel & Kjaer 8103, um amplificador e um gravador DAT Sony TCD 10-PRO. Os sons foram recolhidos nos primeiros 15 minutos de cada hora, desde as 9h às 19h. Simultaneamente, procedia-se à descrição dos comportamentos exibidos pelos golfinhos. Recolheram-se também os sons e os comportamentos de três espectáculos, nos quais se registaram os primeiros 15 minutos, os 30 minutos de duração e os 15 minutos posteriores.

Os assobios foram os sons mais abundantes (47% da amostra total) e a sua emissão foi concordante ao longo dos dias de amostragem, em cada hora do dia. A todas as horas do dia, a natação foi o comportamento mais abundante, seguindo-se o repouso, mas a uma frequência bastante mais baixa. A interacção com os treinadores apresenta dois picos de actividade (às 10h e 18h), em simultâneo com a alimentação.

Os assobios são mais abundantes em situações em que há interacção entre os golfinhos e os treinadores e situações de alimentação, durante a qual, por vezes, existiam sessões de treino.

Na amostra de assobios categorizados (1755), a sua duração média é inferior a 1 segundo, sendo a maior parte dos assobios ($n=768$) inferiores a 300ms. Quanto à frequência, os valores médios encontram-se entre os 5 e os 15 kHz, típicos destes sinais acústicos. Os pares de “frequência inicial” e “frequência mínima”, “frequência final” e “frequência máxima” e “frequência inicial” e “frequência final” estão correlacionados. Foram encontrados 15 categorias de perfis de modulação de frequência, entre os quais a categoria nº 9 (em forma de U, 22.67%) foi a mais abundante. Somente 4 categorias possuíam *loops*, cujo número médio foi de 3 *loops* por assobio.

As várias categorias de perfis de modulação foram emitidas mais abundantemente durante situações de interacção, quer entre os golfinhos quer com os treinadores, bem como em contextos de jogo não social. Todos os golfinhos participaram na emissão dos diversos perfis de modulação de frequência. Tanto o Happy como o King parecem emitir em maior abundância os perfis nº 2, 3, 5 e 10. A Missy emite mais o perfil nº 6, enquanto a Colby produz mais assobios com os perfis 7, 8 e 10. Para o perfil nº 11, a Cher emite-o em maior abundância, bem como o perfil nº 8. Já o Sam e o Lucky parecem produzir, mais que o esperado, o perfil nº 9.

SUMMARY

The study was conducted with a group of eight bottlenose dolphins at Zoomarine (Algarve). The sounds were collected using a hydrophone Brüel & Kjær 8103, an amplifier and a DAT recorder Sony TCD 10-PRO. The sounds were collected on the first 15 minutes at each hour, from 9h to 19h. Simultaneously, the behaviours exhibited by the dolphins were described. The sounds and the behaviours of three shows were registered in the first 15 minutes, the 30 minutes of duration and the 15 minutes after.

The whistles were the most abundant sounds (47% of the total sample) and its emission was concordant among the days of sampling and at each hour of the day. Swimming, at all hours of the day, was the most abundant behaviour, following rest, but at a much lower frequency. Interaction with the trainers shows two activity peaks (at 10h and 18h), at the same time with feeding.

Whistles are more abundant in situations where there is interaction between the trainers and the dolphins and also when there is feeding, during which sometimes there were training sessions.

In the sample of categorised whistles (1755), the mean duration is below 1 second, being most whistles ($n=768$) shorter than 300ms. About frequency, the mean values are between 5 and 15 kHz, typical of these signals. The pairs “initial frequency” and “minimal frequency”, “final frequency” and “maximum frequency” and “initial frequency” and “final frequency” are correlated. There were found 15 categories of frequency modulation contour, among which the category n° 9 (in the shape of a U, 22.67%) was the most abundant. Only 4 categories possess *loops*, with a mean number of 3 *loops* per whistle.

The several categories of frequency modulation contour were more abundantly emitted during interactions between the dolphins or the trainers, as well as during non-social play. All the dolphins participated on the emission of all contours. Happy and King seem to emit more the profiles number 2, 3, 5 and 10. Missy emits more the profile n° 6, while Colby produces more whistles with the profiles 7, 8 and 10. For profile n° 11, Cher emits more, as well as profile n° 8. Sam and Lucky seem to produce, more than expected, profile n° 9.



1. INTRODUÇÃO

De entre os vários canais sensoriais disponíveis para os cetáceos, o acústico é indiscutivelmente importante, pois foi favorecido pelas características físicas da água. A rapidez com que os sinais acústicos se propagam, por vezes, a grandes distâncias, na água, levou ao desenvolvimento e à especialização do sistema auditivo para a percepção e comunicação através dos sons.

Os sinais acústicos produzidos pelos cetáceos são diversos e complexos e, embora tenhamos uma quantidade considerável de informação sobre estes sinais (Caldwell & Caldwell 1965, 1967, 1968; Herman & Tavolga 1980; Popper 1980; Tyack 1986), não existem quaisquer certezas sobre os seus papéis específicos nos mais variados contextos sociais e ambientais.

Os principais problemas nos estudos de cetáceos, em particular a bioacústica, encontram-se associados às dificuldades encontradas em investigar no oceano. Estas dificuldades vão desde a aplicação correcta das metodologias ao uso apropriado do equipamento e o apoio logístico necessário, bem como as relacionadas com os próprios animais de estudo. O cetáceo passa a maior parte do tempo submerso, o que impossibilita a observação do seu comportamento subaquático e, para a bioacústica, dificulta a determinação do emissor dos sinais acústicos. Já em cativeiro, estes problemas são mais facilmente ultrapassados, daí que a maioria de estudos tenham sido realizados neste ambiente.

1. O GOLFINHO-ROAZ

1.1 Classificação

O golfinho-roaz é classificado taxonomicamente da seguinte maneira:

- ✦ Filo: Chordata
- ✦ Subfilo: Vertebrata
- ✦ Classe: Mammalia
- ✦ Subclasse: Theria
- ✦ Ordem: Cetacea (Brisson 1762)
- ✦ Subordem: Odontoceti Flower 1867
- ✦ Família: Delphinidae Gray 1821
- ✦ Subfamília: Delphininae (Gray 1821) Flower 1867
- ✦ Género: *Tursiops* Gervais 1855
- ✦ Espécie: *Tursiops truncatus* (Montagu 1821)

1.2 Morfologia

O golfinho-roaz (Fig. 1.1) tem um corpo alongado, perfeitamente adaptado à sua deslocação na água, através de movimentos verticais do principal órgão locomotor - a barbatana caudal. Durante a evolução, os membros anteriores transformaram-se nas barbatanas peitorais que permitem controlar a posição, o equilíbrio do corpo e a direcção da sua deslocação, mas podem ainda manipular ou transportar objectos ou ainda ser usadas em contactos sociais. Tanto a barbatana dorsal como a caudal não possuem qualquer suporte esquelético (dos Santos 1998).

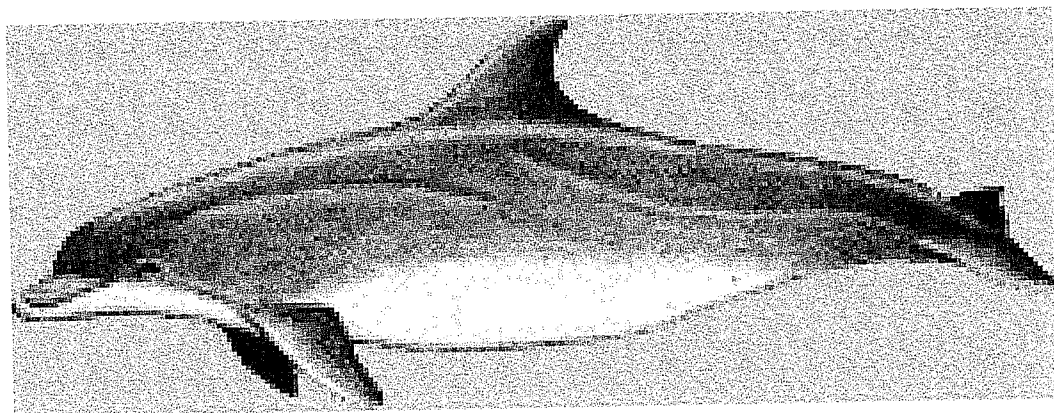


Figura 1.1 - Golfinho-roaz.

Na cabeça possui um rostró (também designado por “bico”), sobre o qual assenta a fronte (ou “melão”) bastante proeminente. Estes animais apresentam dentes, aproximadamente cónicos, que podem faltar ou estarem gastos em animais mais velhos. O golfinho-roaz pode atingir o comprimento máximo de cerca de 4m e até 600kg de peso (dos Santos 1998). Outra adaptação à vida subaquática é a presença de um único orifício respiratório (ou espiráculo) no topo da cabeça, o que lhes permite respirar enquanto nadam à superfície (Evans 1987; Simões 1993; dos Santos 1998).

O golfinho-roaz não possui uma cor bem definida, a qual varia subtilmente de indivíduo para indivíduo e também entre populações. Pode-se, no entanto, caracterizar estes animais por uma coloração cinzenta, mais ou menos escura, no dorso, que clareia progressivamente até à face ventral. Esta é clara, quase branca, mas pode ser rosada em animais de águas mais quentes. Os juvenis são, geralmente, mais claros que os adultos na região dorsal, podendo apresentar um cinzento com tons azulados (dos Santos 1985, 1998; Simões 1993).

Apesar de os machos serem, normalmente, maiores que as fêmeas, o dimorfismo sexual não é perceptível, pois estes animais sofreram modificações para se adaptarem à vida aquática. A



diferenciação é feita pela presença na região ventral de, nos machos, apenas um par de fendas longitudinais, uma atrás da outra (a anterior, mais longa, aloja o pénis retraído e a fenda posterior é o ânus). Na fêmea existem três fendas paralelas, em que a do centro, mais longa, aloja o orifício uretral, a vagina e o ânus, e as duas laterais alojam um mamilo cada (Bryden 1989; Simões 1993; dos Santos 1998).

1.3 Alimentação

O golfinho-roaz é um predador generalista e bastante flexível, o que é demonstrado pela variedade das suas estratégias de caça (e.g. Barros & Odell 1990; Cockcroft & Ross 1990), podendo alguns métodos tornarem-se tradições locais e serem provavelmente aprendidos pelas gerações seguintes (Wells *et al.* 1980).

Entre o seu alimento encontram-se várias espécies de peixes, como por exemplo as taínhas, as anchovas (e.g. Tayler & Saayman 1972; Odell 1975; Würsig & Würsig 1979), arenques e enguias (e.g. Odell 1975), sardinhas e carapaus (e.g. Tayler & Saayman 1972; Cockcroft & Ross 1990), roncadores (e.g. Silva Lee 1977; Cockcroft & Ross 1990) e corvinões (Barros & Odell 1990), e também cefalópodes, como os chocos (*Sepia officinalis*) e diversas espécies de lulas, sobretudo do género *Loligo* (e.g. Cockcroft & Ross 1990).

1.4 Reprodução

As fêmeas atingem a maturidade reprodutora entre os 7 e 12 anos de idade, enquanto os machos entre os 10 e 12 anos (Ridgway 1968; Sergeant *et al.* 1973). Nas fêmeas desta espécie, a ovulação parece ser espontânea, mesmo em cativeiro e na ausência de machos, mas não é de excluir a possibilidade de ocorrerem ovulações induzidas pela cópula (Kirby & Ridgway 1984).

A gestação tem uma duração aproximada de 12 meses (McBride & Kritzler 1951), nascendo apenas uma cria (de 2 em 2 ou de 3 em 3 anos) com um comprimento entre 90 e 130cm e cerca de 30kg de peso (Ridgway 1968; Leatherwood & Reeves 1983). Como todos os mamíferos, o golfinho-roaz amamenta as suas crias durante cerca de 18 meses, mas a partir dos 6 meses de idade, estas começam a ingerir alimento sólido (Leatherwood 1977). Durante este período, a cria aprende os comportamentos necessários para a captura de presas, nomeadamente as capacidades de detecção acústica (dos Santos 1998).

A longevidade, nesta espécie, ultrapassa os 40 anos, sendo a taxa de mortalidade superior nos machos, em todas as classes etárias (Scott *et al.* 1990).



1.5 Distribuição

O golfinho-roaz é bastante cosmopolita podendo ser encontrado nas regiões tropicais e temperadas, desde águas pelágicas, baías, lagoas, estuários e deltas, mas está ausente nas altas latitudes (Leatherwood & Reeves 1983; Jefferson *et al.* 1993). Por vezes, estes animais associam-se a outras espécies, como a baleia-piloto (género *Globicephala*), a falsa-orca (*Pseudorca crassidens*), ou a delfínídeos mais pequenos, e.g., do género *Stenella* (Scott & Chivers 1990). As populações de golfinhos-roazes podem utilizar a zona costeira de uma forma sedentária ou residente (e.g. Busnel 1973; Pryor *et al.* 1990). Alguns golfinhos costeiros, nas latitudes mais altas, tendem a efectuar migrações sazonais, possivelmente relacionadas com a temperatura da água, enquanto que os que habitam águas mais quentes, apresentam movimentos sazonais localizados relacionados com os movimentos das presas e a necessidade de protecção na altura da reprodução (Shane *et al.* 1986).

A União Mundial para a Conservação (UICN) lista o golfinho-roaz, no seu Livro Vermelho (Klinowska, 1991), como “Insuficientemente Conhecido”. Ou seja, não existem razões para ser classificado com “Em Perigo”, “Raro” ou “Vulnerável”, mas, por outro lado, também não existem indicações de que as populações mundiais da espécie estejam estáveis ou em expansão.

Ao largo da costa continental portuguesa podem ser encontrados elementos desta espécie, bem como nas regiões dos Açores e da Madeira, onde é conhecido pelo nome de traçado (Reiner 1981). A única população residente encontra-se no estuário do Sado e tem sido alvo de estudos de identificação e monitorização, bem como sobre a sua ecologia (dos Santos & Lacerda 1987; Gaspar 1994, 1996). Em Portugal existem duas populações em cativeiro: uma no Jardim Zoológico de Lisboa, e a deste estudo, no Zoomarine – Algarve. Nesta última têm sido realizados estudos abrangendo vários temas, tais como a bioacústica (Simões 1993), comportamento (Galhardo 1993; Galhardo *et al.* 1996), bem estar e relação mãe-cria (Vicente 1997).

2. CARACTERÍSTICAS ACÚSTICAS

De entre os vários canais sensoriais dos golfinhos, o canal acústico-auditivo é o mais especializado, permitindo aos golfinhos obterem informações sobre o meio, através da recepção e interpretação dos sons. O sistema auditivo dos cetáceos, durante a sua evolução, sofreu profundas alterações de maneira a se ajustar às condições do meio aquático, não só estrutural e morfológicamente, mas também nos processos de recepção dos sinais sonoros (Norris 1968). A ausência de pavilhão auditivo (*pinna*) é fundamental para um perfeito hidrodinamismo do corpo,



para além de que, devido à velocidade de propagação do som na água, as funções desta estrutura, nos mamíferos terrestres - amplificação e medição de diferenças nos tempos de chegada dos sons -, não são viáveis para os cetáceos (dos Santos 1998).

2.1 Capacidades auditivas dos golfinhos-roazes

O golfinho tem uma sensibilidade muito elevada para as frequências mais altas - 65 a 70kHz (Au 1993). Esta é a banda em que o limiar de detecção é mais baixo, cerca de 42dB re 1 μ Pa, que é um valor de pressão acústica muito baixo (Johnson 1967). Segundo Au (1993), a audição do golfinho-roaz pode considerar-se bastante sensível na banda de frequência entre os 15 e os 110kHz.

Os golfinhos distinguem entre os sons de frequência modulada e os de frequência contínua, o que é bastante importante para a comunicação, nomeadamente, na distinção entre os assobios. O golfinho-roaz consegue, também, discriminar diferenças de intensidade de sons, permitindo posicionar espacialmente o seu alvo, durante uma tarefa de ecolocalização (Norris 1969). Para além da sensibilidade às variações de frequência e de intensidade, a capacidade de comparação temporal do sinal emitido com os seus ecos continua a ser o principal mecanismo de interpretação do sonar para alguns autores (e.g. Kamminga 1982).

2.2 Recepção dos sinais sonoros

A hipótese que tem recebido mais apoios, para explicar a recepção dos sons, é a da condução do som através do canal mandibular (Norris 1968), uma vez que este canal, que percorre a mandíbula, está preenchido por substâncias lipídicas com propriedades acústicas (Au 1993). Outra característica importante é o estreitamento do maxilar numa pequena região oval (“janela acústica”), que facilita a entrada das vibrações no canal mandibular. Brill *et al.* (1988) testaram as perdas de capacidade auditiva numa animal vendado, durante tarefas de sonar, com várias partes da cabeça cobertas por um material acusticamente opaco (neoprene). A zona coberta que prejudicava mais fortemente a audição do animal era, de facto, o maxilar inferior.

Outros autores apoiam a teoria de que o canal auditivo externo, ainda que preenchido, seria a via mais importante, mas esta hipótese tem perdido apoio (Fraser & Purves 1954).

Por outro lado, Dudok van Heel (1962) sugeriu que, através dos ossos e tecidos moles, o som seria conduzido mais facilmente até ao ouvido interno dos golfinhos. Outros autores sugerem outras regiões como possíveis condutoras, desde a frente até ao local de inserção das barbatanas



peitorais (McCormick *et al.* 1970; Bullock *et al.* 1970 *in* Popper 1980).

Apesar da demonstração destes vários processos, é possível que existam vias que se tenham especializado para as frequências acústicas baixas e altas, mas cujos mecanismos anatômico-fisiológicos ainda não estão esclarecidos em pormenor (dos Santos 1998).

2.3 Mecanismos de emissão acústica

Os cetáceos não possuem cordas vocais e o seu mecanismo de produção de sons é ainda um tema com opiniões divergentes, mas terá de ter-se em conta que os animais movimentam ar no interior do corpo enquanto emitem, e parecem mesmo possuir, pelo menos, dois geradores independentes (Cranford *et al.* 1996).

Embora, por vezes, os animais soltem bolhas de ar quando produzem sons, as diferentes vocalizações podem ser emitidas sem que haja libertação de ar. Por outro lado, os golfinhos podem produzir diferentes tipos de vocalizações simultaneamente, como por exemplo trens de estalidos e assobios (dos Santos 1998).

Presentemente, os vários estudos apontam para o facto dos sinais serem produzidos na região nasal, pela circulação de ar entre os vários sacos ou bolsas nasais, fazendo vibrar uma estrutura labiada denominada *museau de singe* (Norris 1969; Hollien *et al.* 1976; Mackay & Liaw 1981; Amundin 1991; Cranford *et al.* 1996). Como estes animais possuem dois sistemas de sacos nasais, possuindo cada um uma estrutura labiada (moderadamente assimétricas), será possível produzir dois tipos de sons diferentes simultaneamente, pela utilização diferenciada desses dois sistemas (Dormer 1979; Cranford *et al.* 1996). Antes de passarem da cabeça do animal para a água, os sinais poderão ser direccionados pelos tecidos esponjosos da fronte, a qual funcionará como uma “lente acústica”. Este fenómeno é facilitado pela presença de diversas camadas de substâncias lipídicas, com diferentes velocidades de propagação do som, o que possibilita a focalização por refração das ondas acústicas (Norris 1975; Malins & Varanasi 1975; Au 1993). No entanto, apesar da estrutura do melão ser capaz de produzir alguma focalização, não explica o feixe direccional da emissão de sons (Au 1993).

Outros autores têm defendido uma teoria alternativa, muito contestada, segundo a qual a origem dos sinais serão as vibrações das pregas da laringe (Purves 1966, 1967; Pilleri 1990). No entanto, nenhum estudo aponta a laringe como o local de produção de sons (Au 1993). Para Morris (1986), as duas teorias terão os seus méritos, sugerindo que cada região seja talvez a fonte de sinais diferentes.



Uma outra hipótese, já abandonada, sugeria que os sons (pelo menos os impulsivos) seriam produzidos por estridulação entre superfícies elásticas movidas por músculos (Evans 1973).

2.4 Tipos de sinais acústicos

Num estudo em que se analisaram vocalizações de falsas-orcas, Murray *et al.* (1998) propuseram um novo esquema de classificação. Segundo este, as vocalizações seriam melhor classificadas se consideradas como graduais, isto é, um *continuum* com os estalidos num extremo e os assobios noutro. Esta classificação sugere apenas um mecanismo de produção para todos os tipos de vocalizações, quando produzidas independentemente. Se os golfinhos emitem vários tipos de sinais em simultâneo, estes seriam emitidos através de dois mecanismos de produção (as duas passagens nasais). No entanto, neste trabalho seguiu-se a classificação tradicional. Os sinais acústicos do golfinho-roaz foram primeiramente descritos e classificados nos anos 50 com os trabalhos de Wood (1953), Lilly e Miller (1961) e Caldwell e Caldwell (1967). Assim, os sons destes cetáceos são tipicamente divididos em três classes: os assobios, sons puros de banda estreita, com funções comunicativas; os impulsos (ou estalidos) de curta duração e de banda larga, cuja principal função é a ecolocalização; e os outros sons pulsados, mais complexos e variáveis (tanto a duração como a frequência), geralmente compostos por impulsos de taxa de repetição elevada (denominados “burst-pulses”), e que também têm sido associados à expressão de emoções e à comunicação.

↳ Sons não vocais

Para além destas três categorias de sinais acústicos, os animais podem produzir sinais sem que utilizem o aparelho emissor e que também poderão ter um valor comunicativo. Os sons não-vocais podem originar-se a partir dos movimentos de diversas partes do corpo dos golfinhos na água e dos seus contactos com a superfície (saltos, batimentos caudais na superfície da água, bater de maxilares), ou então da sua actividade respiratória (emissão de bolhas de ar pelo orifício respiratório e exalações ruidosas) (dos Santos 1998).

Os saltos poderão ter várias funções que poderão variar consoante o contexto em que o salto é produzido. Através dos saltos, os golfinhos poderão estar a tentar desalojar ectoparasitas (Norris *et al.* 1994) ou, por outro lado, influenciar a deslocação dos cardumes de presas tornando mais fácil a sua captura e, simultaneamente, recrutariam outros indivíduos para ajudarem na caça cooperativa (Saayman *et al.* 1993). Segundo Würsig e Würsig (1980), os saltos poderão funcionar



para manter o contacto acústico entre os grupos, e as variações nos saltos poderão talvez transmitir informação visual e/ou acústica sobre as actividades de cada grupo ou mesmo sobre factores ambientais, tais como a presença de cardumes de presas.

Por outro lado, a reentrada dos animais na água produz suficiente intensidade para também poder ter um valor comunicativo (Norris & Dohl 1980; Würsig & Würsig 1980). No entanto, pelo contrário, muitos saltos são bastante silenciosos (Watkins & Schevill 1974), pelo que o principal efeito comunicativo dos saltos talvez seja a nuvem de bolhas de ar produzida pela reentrada do animal, podendo esta ser detectada pelo sonar doutros golfinhos a grandes distâncias (Norris *et al.* 1994). No entanto, a detecção da nuvem de bolhas exigiria uma inspecção activa pelos eventuais receptores.

Tanto o batimento caudal na água como o bater de maxilares, e ainda a expiração ruidosa (bastante mais rápida e audível que a exalação normal) são geralmente considerados como ameaça ou desagrado (Caldwell & Caldwell 1972a), embora possam ter outros significados (e.g. Norris *et al.* 1994). Ambos poderão anteceder a agressão quando o golfinho bate com a barbatana caudal sobre o corpo doutro animal ou quando morde. O bater dos maxilares poderá fazer parte do mecanismo de produção de “estouros” intensos, usados pelos animais durante a predação ou agressão intra-específica (Marten *et al.* 1988).

Caldwell e Caldwell (1972b) referem também que os golfinhos podem produzir bolhas de ar, como sinal visual, para além de um “som borbulhante” ser produzido, o que poderá indicar solicitação ou curiosidade. Os golfinhos também produzem bolhas em forma de anéis e hélices, mas que, devido às sofisticadas técnicas e à necessidade de prática para as formar, estas bolhas não são uma resposta espontânea ao alarme ou como parte da comunicação, podendo ser consideradas como um objecto de brincadeira (Marten *et al.* 1996).

✎ Assobios

Os assobios são sons puros, ou seja, são sinais não-pulsados, com uma forma de onda sinusoidal, cuja energia está contida numa banda de frequências geralmente muito estreita. A frequência do assobio pode ser constante ou modulada (isto é, variar no tempo), estendendo-se tipicamente entre os 5 e os 15kHz e a duração deste sinal pode variar entre 0.1s e alguns segundos. Os assobios podem apresentar ou não a existência de harmónicas, cuja energia se situa frequentemente acima dos 20kHz. Emissões estereotipadas de perfis de modulação de frequência são habitualmente detectadas e, neste caso, os perfis podem ser repetidos ciclicamente (*loops*) ou então pode ser emitida apenas uma parte do perfil (Au 1997b; dos Santos 1998). Os assobios são



as únicas emissões totalmente audíveis e acusticamente simples, tendo sido assinalados e descritos logo nos primeiros trabalhos sobre as emissões acústicas dos golfinhos, especialmente do golfinho-roaz que é a espécie mais abundante em cativeiro (e.g. Kellog *et al.* 1953; Wood 1953).

Os assobios foram rapidamente associadas à função da comunicação, pois a sua produção é bastante abundante em situações de excitação social e por se ter verificado que a sua emissão induz a aproximação de outro golfinho. Golfinhos rodopiadores do Hawaii, *Stenella longirostris*, durante a excitação, aumentam a taxa de produção de assobios, bem como os golfinhos-comuns durante o acompanhamento à proa de embarcações (*bow-riding*). Também se verificou o mesmo para as baleias-piloto, quando se alimentam, e em golfinhos-roazes quando fogem, durante comportamentos de cooperação e reuniões entre mães e crias (Herzing 1996; Sayigh 1992). Outras características dos assobios parecem indicar a comunicação acústica como a função destes sons: 1) as suas frequências transmitem-se bem na água, embora sejam teoricamente menos localizáveis do que os sons pulsados; 2) podem ser produzidos em simultâneo com outros tipos de sons e têm sobreposições mínimas de frequência com os sinais pulsados; 3) a sua frequência acústica pode ser modulada, bem como outros parâmetros (duração, número de repetições, etc.), conferindo portanto potencial à sua utilização na composição de mensagens. Assim, apesar da reduzida direccionalidade, os assobios funcionam bem como sinais de longa distância, podendo ser considerados como o modo básico de comunicação entre os odontocetos (Norris & Dohl 1980). No entanto, muitas espécies não parecem produzir assobios, parecendo estes serem típicos de odontocetos que vivem permanentemente em grupo, caçando cooperativamente, com uma forte estrutura social (Herman & Tavolga 1980).

Diversos parâmetros acústicos dos assobios, tais como frequências iniciais e finais, mínimas e máximas, número de pontos de inflexão, intensidade, duração e ritmo de repetição dos contornos, emissão de perfis diferentes, variam consideravelmente. Por estas razões, Lilly (1961) suspeitou que estes animais possuíam uma linguagem natural complexa, na qual os assobios seriam os elementos mais importantes. Para isso, mais tarde, este mesmo autor tentou encontrar relações entre o perfil dos assobios e as situações comportamentais durante a sua emissão, propondo a existência de um determinado perfil característico, a que chamou o assobio de aflição (*distress call*) (Lilly 1963). No entanto, esta hipótese não veio a ter aceitação.

Também Dreher (1961), igualmente convencido da complexidade linguística dos assobios, propôs que alguns perfis, no golfinho-roaz e noutras espécies, pudessem ser “modificadores gramaticais” abstractos.

Noutras espécies, também se estudaram as associações entre os assobios e os contextos



comportamentais. Na baleia-piloto (*Globicephala melas*), os assobios têm a função de coordenar as actividades e manter o contacto entre os subgrupos, pois esta espécie emite assobios simples em situações de baixa actividade e os perfis mais complexos em situações que exigiam uma maior integração do grupo (Weilgart & Whitehead 1990). Para os golfinhos-roazes, Janik e Slater (1998) verificaram que os assobios-assinatura eram primariamente emitidos em contextos de separação e não de grupo, situações onde seria necessário manter a coesão entre os membros do grupo. Por outro lado, seria também de esperar que os animais selvagens produzissem um maior número de assobios-assinatura sempre que se afastam uns dos outros para se alimentarem ou socializarem com outros indivíduos.

Caldwell e Caldwell (1965) verificaram que cada indivíduo, num grupo em cativeiro, produzia um tipo de assobio individualmente distinto e estereotipado, em certas características acústicas, que lhes pareceu uma assinatura acústica, identificadora do indivíduo e da sua localização. Esta hipótese do assobio-assinatura foi também estendida ao golfinho-comum (*Delphinus delphis*), ao golfinho-de-flancos-brancos do Pacífico (*Lagenorhynchus obliquidens*) e ao golfinho-malhado (*Stenella plagiodon*) (Caldwell & Caldwell 1968; Caldwell & Caldwell 1971; Caldwell *et al* 1973). No entanto, as variações acústicas nos parâmetros dos assobios podem também sinalizar diferentes estados emocionais, como por exemplo, situações de stress, de frustração ou isolamento, em que os assobios podem ser encurtados e serem repetidos mais rapidamente, apresentarem “quebras”, ou ainda apresentarem uma maior ou menor modulação do que é característico nas suas emissões normais (Caldwell *et al.* 1990; Janik *et al.* 1994).

Por outro lado, McCowan e Reiss (1995a) registaram repertórios maiores do que seria de esperar, incluindo vários perfis comuns a diferentes grupos, o que poderá indicar que os assobios têm um potencial comunicativo que poderá depender dos contextos das suas emissões.

Durante os primeiros meses, as crias de golfinho-roaz não emitem um assobio-assinatura, embora seja já reconhecível um assobio incipiente e pouco estereotipado (Caldwell & Caldwell 1979; Caldwell *et al.* 1990). É também sugerido por estes autores que, para a aquisição do assobio-assinatura, ocorra um processo de imitação de algum padrão acústico presente no ambiente do animal, por exemplo, o assobio materno. Sayigh *et al.* (1990) e Sayigh (1992) verificaram que os jovens machos tendem a formar assobios-assinatura semelhantes aos das suas mães, enquanto as fêmeas desenvolvem assobios diferentes. Estas diferenças sexuais fazem sentido se se tiver em conta a estrutura social destes animais. Se as fêmeas tendem a permanecer no grupo das mães, então será conveniente terem um assobio-assinatura diferente do das suas mães. Os machos, pelo contrário, que não se associam com as suas mães, quando adultos, não têm necessidade de desenvolverem um assobio distinto, podendo assim imitar o padrão materno, para além de poder também identificar a linhagem a que pertencem, em termos genéticos, ou a sua posição social.



Durante as interações mãe-cria, por exemplo, durante períodos de separação, os assobios são emitidos, em maior número, pelas crias, podendo indicar a motivação desta para regressar para junto da mãe e induzir nestes comportamentos que facilitem a aproximação (Smolker *et al.* 1993).

Para além do assobio-assinatura, cada golfinho pode imitar o assobio-assinatura de outro indivíduo, funcionando como rótulos vocais (*vocal labels*) do animal que produz aquele assobio-assinatura, talvez com a função de estabelecer contacto ou dar continuidade a uma interação (Tyack 1986, 1993). Os indivíduos parecem mesmo sinalizar para um golfinho em especial, pois os machos tendem a imitar os assobios de animais com quem partilham um laço (Tyack & Sayigh 1989). Se os golfinhos usam a imitação dos assobios-assinatura para mediar as relações individuais, que se alteram durante a vida, então poderá ser uma razão para o aumento da diversidade de assobios com a idade e para a manutenção das capacidades de imitação quando adultos (Tyack 1997).

Os golfinhos-roazes são capazes de imitar uma grande variedade de sons, mesmo quando gerados electronicamente, e são ainda capazes de associar sons artificiais a objectos, apresentando uma excelente memória acústica (Thomson & Herman 1977) e plasticidade na utilização desses sons artificiais. Esta capacidade de associar sons a objectos é essencial para que os assobios-assinatura possam identificar um indivíduo dentro dum grupo, como é postulado pela hipótese do assobio-assinatura (Caldwell & Caldwell 1972c; Richards *et al.* 1984; Richards 1986). Os golfinhos-roazes possuem também a capacidade de identificarem os assobios e associarem a um indivíduo de uma espécie diferente, tal como o golfinho-malhado (Caldwell *et al.* 1971) e o golfinho-comum (Caldwell *et al.* 1973).

Steiner (1981) e Wang (1995a, b) analisaram vários parâmetros acústicos de assobios de cinco espécies de golfinhos, incluindo o golfinho-roaz, e de várias populações diferentes, respectivamente. Estes dois autores verificaram que os assobios poderão conter informação identificativa da espécie, sendo as diferenças menores entre as espécies do mesmo género, e também sobre as populações, em que as geograficamente mais próximas apresentam menores diferenças do que as afastadas, sendo mínimas quando as populações se sobrepunham na sua distribuição e máximas quando isoladas.

Resumidamente, os assobios possuem uma função comunicativa ainda não totalmente esclarecida, podendo conter elementos identificativos da espécie e também da população, o que se poderá considerar como tendências dialectais (Moore & Ridgway 1995). Em cachalotes, Weilgart e Whitehead (1997) observaram dialectos específicos a grupos, que persistiam durante



vários anos, bem como uma variação geográfica desses dialectos. Por outro lado, os assobios poderão também ser rótulos vocais identificadores do indivíduo e poderão ser adquiridos por imitação de um padrão acústico, num processo dependente do sexo do indivíduo. Os assobios poderão transmitir informação sobre o estado motivacional do emissor (dos Santos *et al.* 1990), quer pela variação dos perfis de modulação de frequência ou outros parâmetros acústicos, quer pelas variações introduzidas nos padrões básicos.

✦ Outros tipos de sinais

Para além dos assobios, os golfinhos têm a capacidade extraordinária para usarem os sinais acústicos na procura de alimento e para obterem informação precisa acerca do meio ambiente que os rodeia, revelando uma sofisticação comparável somente com os quirópteros (dos Santos 1998). Tal capacidade foi denominada por ecolocalização e consiste basicamente na emissão de estalidos que, ao atingirem um alvo, são reflectidos sobre a forma de um eco, de volta para o animal que o capta e processa mentalmente (Au 1997a).

No golfinho-roaz, o intervalo entre cada impulso é de cerca de 20 a 45ms superior ao tempo de ida e volta para um sinal acústico atingir o alvo e regressar ao animal (Au 1993) e é provável que o eco de cada um destes impulsos seja processado pelo cérebro do animal antes da emissão dum novo impulso (Popper 1980). Assim, é possível a estes animais distinguirem peixes do mesmo tamanho, mas de diferentes espécies, evitar obstáculos e obterem outras informações ambientais tão necessárias quando, por exemplo, as águas estão muito turvas e a visão é limitada (Simões 1993). Os golfinhos-roazes podem também distinguir a forma e a dimensão dum objecto, bem como a sua estrutura (oca ou maciça), a espessura dum envólucro e o material constituinte (Nachtingall 1980; Au 1988; Herman *et al.* 1998). As orcas chegam mesmo a emitir diferencialmente trens de estalidos consoante caçam outros mamíferos marinhos (mais sensíveis a estes sinais) ou cardumes de peixes (Barrett-Lennard *et al.* 1996).

Estes sons de ecolocalização são impulsos curtos - 50-80 μ s e têm um início abrupto e uma rápida subida de frequência; possuem uma banda larga de frequências, com picos de energia entre 110 e 130kHz e o nível de energia na fonte até 230dB re 1 μ Pa; podem ser emitidos em séries mais ou menos longas, normalmente denominadas como trens de estalidos, cuja taxa de repetição é suficientemente baixa para se distinguir “auralmente” a granularidade dos sinais (Au 1980, 1993; Hawkins & Myrberg 1983; Watkins & Wartzok 1985; dos Santos 1989, 1993).

Outra característica dos impulsos de ecolocalização é a direccionalidade da sua componente de



elevada frequência, projectada num feixe para diante da cabeça do animal, com uma inclinação entre 5° e 10° acima do plano horizontal (Au *et al.* 1978; Watkins & Wartzok 1985). Esta capacidade permite um enorme ganho de eficácia e de pressão acústica, quando comparada com uma emissão com o mesmo nível de energia, mas omnidireccional. O padrão do feixe de recepção dos impulsos permite-lhes localizar objectos no espaço tridimensional, separar espacialmente vários objectos e minimizar a quantidade de ruído recebido ou outras interferências (Au 1997a). Verifica-se também que os animais regulam a intensidade da emissão em função do nível de ruído ambiental e a frequência de repetição dos estalidos em função da distância do alvo, aumentando-a à medida que se aproximam dele, determinado assim a distância relativa a que se encontra o objecto (Au 1980, 1997a; Au & Snyder 1980; Watkins 1980).

Para além dos impulsos de ecolocalização, os golfinhos-roazes produzem variados sinais pulsados, que podem ter um papel significativo na comunicação entre os indivíduos, mas não se têm encontrado relações significativas entre as diferentes situações de interacção ou contextos motivacionais específicos e estes sons (Caldwell & Caldwell 1967; Herman & Tavolga 1980; Dawson 1991). Para Watkins e Wartzok (1985), a maioria destes sinais não parece possuir nenhum significado específico, podendo ser detectados durante uma grande variedade de comportamentos e, por outro lado, em sequências de actividades aparentemente idênticas.

Segundo Au (1993), os trens de estalidos com taxas de repetição elevadas (na ordem das centenas de Hz), não deverão ser considerados como trens de impulsos normais. Nestes casos, o animal está a processar vários ecos ao mesmo tempo ou então os sinais deixaram de ter uma função de ecolocalização para terem uma função comunicativa. Muitos dos sons pulsados, com uma função social, são impulsos muito curtos emitidos a uma taxa de repetição muito elevada, acima da capacidade de resolução do aparelho auditivo humano, daí que tenham um aspecto tonal e possuam a maior parte da energia abaixo dos 16kHz, apresentando até muitas vezes picos abaixo dos 100Hz (dos Santos 1998).

A continuidade na variação das taxas de repetição dos impulsos deu lugar à descrição dos sons que podem ter adquirido funções comunicativas, mas que constituem casos particulares de trens de estalidos de ecolocalização. No entanto, segundo Caldwell e Caldwell (1967), todos estes casos devem ser tratados como sendo sinais de inspecção progressivamente mais detalhada dos objectos.

Vários autores obtiveram correlações entre vários tipos de sons pulsados e contextos comportamentais. Os estouros (*cracks, pops*) são associados a situações de medo ou alarme, enquanto o “latido sexual” (*sex yelp*) é produzido principalmente por machos, imediatamente



antes da cópula, por vezes de uma forma repetida, e ainda os ganidos agudos (*squeaks, high-pitched barks*) que são emitidos em situações de exposição a estímulos (Tavolga & Essapian 1957; Tavolga 1966; Caldwell & Caldwell 1967; Caldwell *et al.* 1962). Caldwell e Caldwell (1967) descrevem um grito estridente e relativamente breve, denominado por chorinco (*sqwak*) em situações de jogo, de agressão e também de aflição. Também Schultz *et al.* (1995) descrevem outro tipo de som designado por “sons de baixa frequência e de banda estreita” ou “sons LFN”, emitidos em contextos sociais. Para o cachalote-pigmeu foi detectado um choro de curta duração emitido em situações de stress (Thomas *et al.* 1990). Os golfinhos de Commerson, durante situações de stress, emitem também um choro de baixa frequência e de curta duração (Dziedzic & Buffrenil 1989). No entanto, muitas vezes, em situações de perigo, os animais param completamente de vocalizar (pelo menos no domínio audível), talvez como uma estratégia de defesa, o que foi chamado de “silêncio defensivo” (Caldwell & Caldwell 1972a).

Os golfinhos-roazes podem emitir diferentes tipos de sons em simultâneo, como por exemplo, o *whistle-sqwak* (assobio-chorinco), produzidos em situações de “forte protesto” (Caldwell & Caldwell 1967). Podem também emitir sequências de sons, como os zurros, intercalados por outras emissões, tais como ganidos ou chorincos (dos Santos *et al.* 1995).

Os *pops*, descritos por Connor e Smolker (1996), parecem ser dirigidos por golfinhos-roazes machos a fêmeas, quando estas se afastam deles, após terem sido “raptadas” por coligações de machos (Connor *et al.* 1992a, 1992b). Os *pops* são emitidos sempre que as fêmeas tentam afastar-se e poderão mesmo fornecer informação sobre a localização da fêmea, ao mesmo tempo que lhe transmitem a ameaça de outros comportamentos agressivos mais intensos.

Durante interações agonísticas entre golfinhos-roazes, em cativeiro, são frequentes as exhibições de boca aberta com oscilações verticais da cabeça, batimentos de maxilares (*jaw claps*) e ainda emissões de um grito ruidoso e relativamente extenso (*burst-pulse*), o qual poderá ter a função de sinalizar um estado de desconforto auditivo ou táctil num receptor próximo, devido à sua intensidade (Overstrom 1983).

Também com funções de ameaça, o *thunk* (ou “pancada”) é produzido, desta vez, pelas fêmeas e dirigido a crias pequenas que se afastavam delas, associado a “comportamentos disciplinares”, como por exemplo quando a mãe empurra a cria contra o fundo ou a mantém demoradamente à superfície (McCowan & Reiss 1995b).

Outra hipótese para a função de alguns sons pulsados de alta intensidade (estouros, *bangs*), em



vários odontocetos, é a debilitação de presas, mas tem sido difícil demonstrar que as potenciais presas sejam afectadas por estes sons ou por sinais artificiais comparáveis (Zagaeski 1987; Mackay & Pegg 1988; Marten *et al.* 1988). Por outro lado, para que os estouros sejam funcionais durante a predação, não é necessário que debilitem as presas, bastando distrair, descoordenar o cardume, saturar auditivamente, talvez desorientar espacialmente ou ainda separar os peixes conduzindo-os numa direcção favorável para os golfinhos (Hult 1982; Herzing 1996; dos Santos 1998).

2.5 Outros canais de comunicação

Os golfinhos usam vários canais sensoriais, entre os quais o acústico, com a sua indiscutível importância, para explorar o meio e comunicar com os seus conspecíficos.

O golfinho-roaz tem uma excelente acuidade visual, tanto na água como no ar, distinguindo facilmente as variações de tons, o que será extremamente útil durante a vigilância por possíveis predadores, para o reconhecimento das características dos fundos, para se orientarem durante a deslocação, para a identificação dos locais favoráveis para a alimentação e consequente captura de presas e para as interacções sociais a curta distância (Norris & Dohl 1980; dos Santos 1998).

Para a produção de sinais visuais, os golfinhos utilizam a expressão do olhar, movimentos e posturas estereotipados (e.g. a postura em “S”, a aproximação frontal, por vezes com a boca aberta ou movimentando a cabeça verticalmente, ou ainda a exibição da zona genital), a emissão de bolhas de ar (simultaneamente com um assobio, para sinalizar um estado de surpresa ou perplexidade ou ainda para brincar de uma forma imaginativa) e a própria coloração do corpo poderá mostrar marcas conspícuas e contrastantes. Os saltos e outros comportamentos “aéreos” adquirem o potencial de identificar a espécie, estados motivacionais, movimentos do grupo ou localização de determinado recurso (Tavolga 1966; Caldwell & Caldwell 1972b; Herman & Tavolga 1980; Madsen & Herman 1980; Mobley & Helweg 1990; Pryor 1990a; Würsig *et al.* 1990; Marten *et al.* 1996).

Estudos anatómicos e de resposta comportamental a estímulos tácteis indicam que os golfinhos possuem uma pele extremamente sensível e enervada (Herman & Tavolga 1980; Wells *et al.* 1980; Ridgway 1986; Pryor 1990a). Por vezes, o sinal visual pode anteceder o contacto táctil entre barbatanas, de barbatanas ou do rosto no corpo de outro animal, entre flancos ou zonas ventrais, ou a deslocação com as barbatanas peitorais (Pryor 1990a). Estes comportamentos desempenham um papel importante na vida social dos golfinhos principalmente a curtas



distâncias (dos Santos 1998).

É opinião comum de que os golfinhos são anósmicos, isto é, não possuem o sentido do olfacto, supondo-se que, devido às alterações evolutivas da parte superior do tracto respiratório, tenha desaparecido o epitélio olfactivo (Caldweel & Caldwell 1977; Bryden 1989). O paladar está completamente ausente no golfinho adulto, apesar de as papilas gustativas ainda existirem no feto e no recém-nascido (Kuznetsov 1990). No entanto, os golfinhos têm uma apurada percepção química, pois distinguem facilmente entre sabores diferentes no alimento e detectam pequenas concentrações de variadíssimas substâncias na água (Nachtigall & Hall 1984; Nachtigall 1986). Deste modo, os golfinhos poderão localizar e seguir cardumes de presas, detectar a presença de outros golfinhos através das marcas da urina, e aperceberem-se eventualmente de estados fisiológicos doutros animais, como, por exemplo, a ovulação das fêmeas (Pryor 1990b).

Os golfinhos utilizam principalmente o canal acústico, mas todos os canais sensoriais participam simultaneamente nas interacções com o meio e na vida social dos golfinhos. Assim, os animais receberão estímulos acústicos (incluindo os ecos dos seus próprios sinais), estímulos visuais de movimentos, padrões cromáticos, gestos e posturas, e estímulos químicos das mais variadas origens (incluindo dos seus conspécíficos) (dos Santos 1998).

3. COMPORTAMENTO E VIDA SOCIAL

Os trabalhos de descrição do comportamento dos golfinhos-roazes e outras espécies de golfinhos começaram a ser feitos a partir dos anos 50 (McBride & Kritzler 1951; Wood 1953; Tavolga & Essapian 1957; Tavolga 1966), aproveitando a existência de grupos em cativeiro, desde os quais se têm produzido descrições cada vez mais detalhadas e quantificadas do comportamento destes animais (e.g. Puente & Dewsbury 1976; Defran & Pryor 1980; Navarro 1990; Östman 1991; Galhardo 1993; Reid *et al.* 1995; Galhardo *et al.* 1996).

Os golfinhos-roazes apresentam uma variedade comportamental durante as suas interacções sociais que pode ser facilmente identificada quando se observa um grupo destes animais, quer em cativeiro quer no meio natural. As observações na natureza vieram complementar os resultados obtidos sobre a vida do golfinho-roaz, adicionando padrões de comportamento impossíveis de observar nos grupos em cativeiro (Saayman *et al.* 1972; Leatherwood 1975; Würsig 1978; Irvine *et al.* 1981; Weaver 1987). Estes animais apresentam vários padrões comportamentais que excedem as suas necessidades de sobrevivência, parecendo apresentar um certo grau de raciocínio (Würsig 1989).



3.1 Estrutura social

Os golfinhos-roazes organizam-se em sociedades flexíveis de fusão-fissão, cuja base parece ser matrilineal. Nestas sociedades, existe um laço muito forte entre as mães e as suas crias, sendo somente a mãe que assume os cuidados parentais, enquanto os machos não parecem ter qualquer responsabilidade relativamente às crias (Norris & Prescott 1961; Herman & Tavolga 1980). Durante os primeiros tempos de vida da cria, a cria mantém-se próxima da mãe, posicionando-se acima e de um dos lados do seu corpo, de modo a deslocar-se na onda gerada pela natação da mãe, o que lhe permite poupar energia (Norris & Prescott 1961; Chirighin 1987; Eastcott & Dickinson 1983). Tanto em cativeiro (Tavolga 1966) como na natureza (dos Santos & Lacerda 1983), a cria é, por vezes, castigada pela mãe, tal como através de submersões forçadas. Esta proximidade, tanto em cativeiro, como na natureza, poderá durar vários anos, até que a mãe dê à luz uma nova cria (e mesmo aí pode continuar) e o juvenil passa a associar-se com outros animais da sua classe etária (Scott *et al.* 1990; Wells 1991).

Os golfinhos-roazes apresentam comportamento epimelético (comportamento de “ajuda” direccionado a outro indivíduo), observado principalmente em fêmeas juvenis ou adultas, com ou sem crias, que poderá prolongar-se por tempo indeterminado (Caldwell & Caldwell 1966; Wells *et al.* 1980). Este tipo de comportamento só aparece apenas em grupos de animais com relações sociais complexas e pode surgir tanto em cativeiro como na natureza (Bel’kovich *et al.* 1970; Fertl & Schiro 1994).

Dentro de uma sociedade de golfinhos foram observadas hierarquias de dominância, sobretudo com base no tamanho dos animais, independentemente do sexo, ajustadas por confrontos ocasionais e comportamentos de ameaça. Durante encontros agonístico, os golfinhos assumem diferentes posturas indicadoras de agressividade, tais como o batimento das mandíbulas, ou mesmo uma mordedura, e o batimento da barbatana caudal na superfície da água. Estes comportamentos parecem desenvolver-se com a maturação dos indivíduos, quando há um aumento das pressões biológicas e sociais para a manutenção do espaço e da posição no grupo, ou para terem acesso a recursos (Herman & Tavolga 1980). No entanto, em golfinhos em cativeiro, Samuels e Gifford (1997) detectaram a existência de hierarquias consoante os sexos, sendo a das fêmeas mais estável que a dos machos, mas estes eram dominantes sobre todas as fêmeas, o que parece estar relacionado com o peso total (Shane *et al.* 1986). Estas hierarquias não determinam a ordem de acesso ao alimento, o qual é frequentemente capturado cooperativamente, nem o acesso às fêmeas, pois os machos de posição reduzida copulam com as fêmeas sem que o macho dominante intervenha (Tavolga 1966; Würsig 1979). Pensa-se que estas hierarquias permitam uma rápida organização do grupo, em situações de perigo, de maneira a que



as fêmeas mais pequenas e os juvenis fiquem no centro (Norris & Dohl 1980).

Os golfinhos-roazes segregam-se em grupos com base no sexo, idade e até na condição reprodutiva. Na natureza, encontram-se grupos de fêmeas, normalmente aparentadas, sendo estes as unidades de associação mais fortes. Dentro deste grupo, as associações entre fêmeas parecem basear-se sobretudo na condição reprodutiva, formando-se subgrupos de fêmeas sexualmente receptivas, ou grávidas, ou ainda em aleitação. Junto às fêmeas encontram-se as crias que, à medida que crescem, vão formando grupos separados de subadultos de ambos os sexos. O que leva as crias a afastarem-se das mães ainda não é claro, mas poderá relacionar-se com o nascimento de novas crias (Wells 1991; Smolker *et al.* 1992). Os juvenis apresentam uma maior frequência de comportamentos de jogo, cuja principal função parece ser a aprendizagem de vários comportamentos importantes para a sua sobrevivência, podendo continuar para toda a vida (Caldwell & Caldwell 1972b; Evans 1987). O *surf* nas ondas e os saltos e as entradas na água com várias partes do corpo são exemplos de diversão, mas estes últimos quando exibidos fora deste contexto, podem ter funções de comunicação, de caça e de defesa contra predadores (Würsig 1979).

O grupo dos subadultos é constituído por mais machos que fêmeas, pois estas tenderão a regressar ainda subadultas ao grupo das mães. Assim, as fêmeas subadultas podem manter-se associadas a fêmeas adultas e crias, e até com machos adultos. No entanto, os machos subadultos podem ser vistos ocasional e temporariamente com a sua mãe, mesmo quando esta tem uma nova cria (Evans 1987).

Os machos formam também associações de longa duração entre dois ou três indivíduos, embora alguns prefiram deslocar-se sozinhos. Estes pares ou trios de machos adultos associam-se temporariamente aos grupos de fêmeas (por vezes de populações adjacentes), especialmente os de receptivas, com as quais tentarão acasalar (Wells *et al.* 1987; Smolker *et al.* 1992; Connor *et al.* 1996a). Já em cativeiro, a associação entre um macho e uma fêmea receptiva tem uma maior duração, seguindo um sistema de tipo rotativo e alternante (Tayler & Saayman 1972).

Como no golfinho-roaz não há monopolização de parceiros reprodutivos e os machos adultos copulam mais com fêmeas diferentes, do que o contrário, a promiscuidade ou poligamia promíscua é provavelmente o sistema de acasalamento característico desta espécie (Würsig 1979). Os comportamentos de cortejamento envolvem sequências de perseguições, saltos, contacto entre barbatanas peitorais e toques em várias partes do corpo dos animais envolvidos (Evans 1987). No entanto, o acasalamento nem sempre se segue ao cortejamento, podendo o primeiro ocorrer entre animais de diferentes idades e durante todo o ano, embora períodos de maior número de nascimentos correspondam a picos de actividade sexual (Leatherwood 1977). No



entanto, ocorrem várias situações categorizadas como sexuais, mas que não têm uma função reprodutiva, como por exemplo, contactos genitais entre mães e crias do sexo masculino (incluindo cópulas nas primeiras semanas de vida da cria) e também entre animais do mesmo sexo. A frequência de comportamentos homossexuais e masturbatórios (entre indivíduos ou entre estes e objectos), parece ser superior em cativeiro, provavelmente devido a uma maior disponibilidade de tempo e monotonia do ambiente que os rodeia (Bel'kovich *et al.* 1970; Caldwell & Caldwell 1972; Galhardo 1993). Assim, a cópula parece ser importante para a manutenção dos laços sociais e das estruturas hierárquicas (Würsig 1979).

O tamanho das populações de golfinhos é muito diverso, existindo espécies costeiras que formam grupos tipicamente pequenos e oceânicas que formam grupos enormes (especialmente algumas de menor porte), mas também existem espécies oceânicas muito pouco gregárias. A alimentação parece determinar o tamanho dos grupos destes animais, pois é um factor que afecta a organização social dos golfinhos, para além da agregação ser uma estratégia defensiva (Würsig 1989; Scott & Chivers 1990).

A complexidade comportamental exibida pelos golfinhos, a facilidade com que imitam sons e movimentos, e o extenso período que as crias passam com as mães e outros adultos indicam para que a aprendizagem seja a base para a diversidade de comportamentos e que dependam do contacto social para o estabelecimento e manutenção dessas ligações sociais. Assim, as tradições locais são naturalmente formadas e o desenvolvimento comportamental da população será uma consequência da história específica (Wells *et al.* 1980; dos Santos 1998).

3.3 Os cetáceos em cativeiro

Actualmente, diversas espécies de cetáceos são mantidos em piscinas, por toda a Europa, excepto no Reino Unido (Galhardo 1993; Galhardo *et al.* 1996). No entanto, as condições de cativeiro influenciam os padrões de comportamento e a comunicação dos animais, quer devido à ausência de todos os estímulos presentes no meio natural, como também à não existência da necessidade de apresentarem muitas das actividades dos animais selvagens, como por exemplo a caça cooperativa de presas. Embora existam instalações sem as condições necessárias para manter estes animais, em que não são convenientemente tratados e em que podem apresentar comportamentos anormais e estereotipados, noutros casos encontramos grupos estáveis, reprodutivamente activos e em que os animais são saudáveis, activos e interessados pelo meio que os rodeia.



A estes animais é-lhes imposta uma certa rotina, influenciada pelos horários dos treinos e dos espectáculos, durante a qual ocorrem interacções ritualizadas com os treinadores, mas existem ainda vários momentos de interacções com pessoas que visitam a instituição, e depois longos períodos de inactividade e repouso. Sempre que são fornecidos brinquedos (como por exemplo, pranchas, mangueiras, arcos, etc.), os animais apresentam uma frequência muito elevada de actividades de jogo, o que poderá ser uma consequência à ausência da necessidade de procura de alimento e de se manterem vigilantes contra perigos naturais.

Também a estrutura e as relações sociais entre os indivíduos são modificadas pelo cativeiro, não só devido ao pequeno número de animais, mas também à diversa proveniência dos animais. Na mesma piscina também se podem encontrar indivíduos de espécies diferentes (sabe-se que as orcas mantêm relações não agressivas com os golfinhos-roazes), ou somente um animal, o que é uma situação pouco usual na natureza.

Entre as várias espécies de cetáceos mantidas em cativeiro, o golfinho-roaz é a que melhor se adapta, sendo mantida desde os princípios de 1860 (Galhardo 1993). Estes golfinhos podem ser facilmente treinados por condicionamento operante (e.g., utilizando reforços positivos como o alimento ou estímulos afectivos), cujos comportamentos são rapidamente transmitidos aos outros animais existentes na piscina por imitação. Os comportamentos usualmente condicionados são os utilizados para o espectáculo, tais como os saltos e outros movimentos espectaculares e acrobáticos. No entanto, é igualmente possível treinar estes animais para participarem em experiências que analisem as suas capacidades fisiológicas, cognitivas, sensoriais, etc. (dos Santos 1998).

O estudo de cetáceos em cativeiro, incluindo o estudo das emissões produzidas por estes animais, é naturalmente facilitado do ponto de vista logístico. Quando se trabalha junto a uma piscina, o investigador tem uma grande facilidade na utilização do equipamento, quer em termos de alimentação quer de espaço para a sua colocação, para além de ser possível controlar muitas variáveis do meio físico e social dos indivíduos. Os animais estão sempre presentes, podem ser reconhecidos individualmente e a sua idade, sexo e condição física são conhecidas (dos Santos 1993). Como os animais estão perfeitamente visíveis (mesmo quando submersos devido à existência de painéis subaquáticos), pode também saber-se a distância a que um animal está do hidrofone, o que permite calcular a intensidade do sinal. Os animais podem ser separados ou manipulados, consoante os objectivos da experiência, e mesmo retirá-los temporariamente da água. No estudo dos sons produzidos pelos animais presentes numa piscina é importante a identificação dos emissores, a qual pode ser feita quer através do isolamento de um só animal



num pequeno tanque (Lilly & Miller 1961), retirando um animal da água para gravações no ar com microfones (Caldwell & Caldwell 1965) ou prendendo ao corpo de um animal, com ventosas, um aparelho telemétrico que emite luz quando este vocaliza - o *vocalight* (Tyack 1985, 1991; Tyack & Recchia 1991).

Apesar de todas as vantagens em estudar mamíferos marinhos em cativeiro, existem alguns factores limitativos quando se interpretam os resultados obtidos. Uma piscina é um ambiente artificial que impõe constrangimentos quando se recolhem os sinais acústicos produzidos pelos animais. As paredes, normalmente, verticais e lisas criam condições acústicas artificiais, aumentando a reverberação, o que pode provocar alterações em algumas características dos sons, tal como a duração e a amplitude (Thomas *et al.* 1986).

4. OBJECTIVOS

Muitos dos trabalhos sobre as vocalizações emitidas pelos golfinhos-roazes têm tentado relacionar os contextos comportamentais específicos e os tipos de sinais emitidos, na tentativa de saber quais os “significados” das vocalizações dos golfinhos (e.g. Weilgart & Whitehead 1990). Os assobios poderão funcionar para identificar os indivíduos dentro dum grupo, para manter a coesão e o contacto, para iniciar ou manter interacções, se considerarmos que os golfinhos associam o assobio-assinatura ao indivíduo. Tendo isto em conta, com este trabalho pretendeu-se atingir os seguintes objectivos:

- ✎ Estudar a variação dos padrões de actividade do grupo de golfinhos em função da hora do dia (9h da manhã às 19h da noite).

- ✎ Analisar a variação da emissão de assobios ao longo do dia:

- será que a produção de assobios depende significativamente da hora do dia? Existirão picos de emissão?

- ✎ Estudar a variação da emissão de assobios em diferentes contextos comportamentais.

Dentro deste objectivo, pretendeu-se responder às seguintes questões:

- existirão diferenças significativas na produção de assobios em função dos comportamentos exibidos pelos golfinhos em cativeiro?

- existirão diferenças significativas na produção de assobios durante os períodos anterior, durante e posterior aos espectáculos diários que os golfinhos estão sujeitos? Será que algum dos



comportamentos exibidos durante os espectáculos e treino estão associados a uma maior (ou menor) produção de assobios?

✦ Categorização dos assobios em função dos perfis de modulação de frequência e tentativa de associação de determinados perfis de modulação estereotipado a possíveis emissores.

✦ Sabe-se que quando os golfinhos estão excitados, eles aumentam a taxa de produção dos assobios. Deste modo, será de esperar que, em certos contextos comportamentais, os assobios produzidos pelos golfinhos sejam mais complexos, ou seja, possuam mais do que um *loop*. Assim, pretendeu-se saber quais as actividades em que surgiram assobios com mais de um *loop*.



II. MATERIAL E MÉTODOS

1. TEMPO E LOCALIZAÇÃO

As emissões acústicas e o comportamento de um grupo de oito golfinhos foram registados e observados, entre Setembro e Outubro de 1997, no delphinário do Zoomarine na Guia, Albufeira (Algarve), num estudo que incluiu um programa de registos sistemáticos.

2. ÁREA DE ESTUDO - ZOOMARINE

O delphinário é constituído por cinco piscinas (Fig. 2.1): uma piscina em forma de meia-lua (A) e quatro piscinas auxiliares (B, C, D e E), ligadas entre si por canais, mas que podem ser operadas independentemente umas das outras.

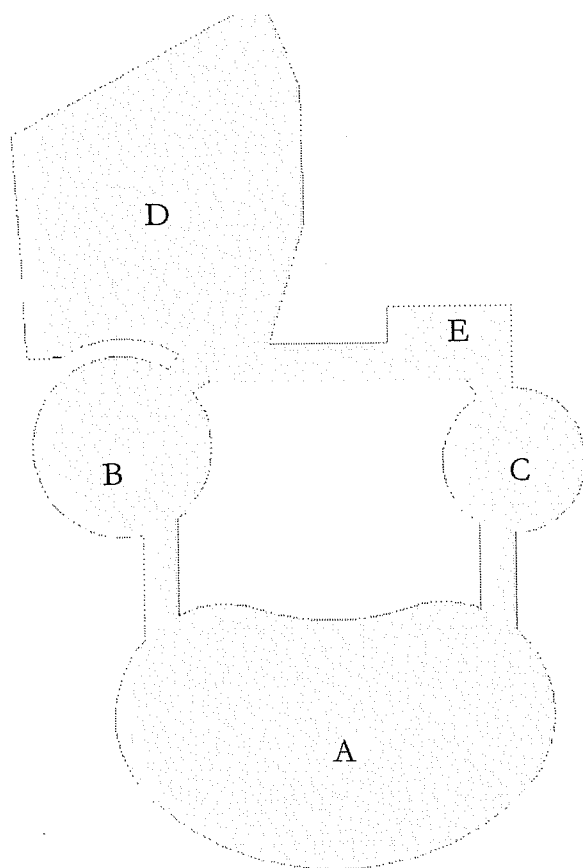


Figura 2.1 – Esquema do complexo de piscinas do delphinário. A – piscina de espectáculos; B – piscina auxiliar 1; C – piscina auxiliar 2; D – piscina auxiliar 3; E – piscina auxiliar 4 (Esquema cedido pelo Zoomarine).



Tabela 2.1 – Descrição das piscinas do delfinário

	Área Superficial (m)	Profundidade (m)
Piscina de Espectáculos (A)	14 * 25 (elipse)	6.5
Piscina Auxiliar 1 (B)	10 x 10	5
Piscina Auxiliar 2 (C)	8 x 8	5
Piscina Auxiliar 3 (D)	8 x 6.2 (rectângulo)	5
Piscina Auxiliar 4 (E)	2 x 3.5 (rectângulo)	1.20

A piscina de espectáculos, construída parcialmente acima do chão, possui painéis de observação de 1m 80 de altura, os quais cobrem um comprimento aproximado de 15m. As piscinas auxiliares estão protegidas por uma cobertura a cerca de 2.5m de altura, que fornece apenas uma sombra parcial, não sendo permitido o acesso do público a estas áreas.

O sistema de filtração é fechado e é servido por 10 bombas, juntamente com filtros de areia (2m de diâmetro vertical), permitindo a purificação durante as 24h. A água é artificialmente salgada com sal comercial, na proporção de 19 partes por mil (19g/l) e a temperatura da água é aproximadamente de 25°C, com ligeiras alterações.

O conteúdo de cloro na água é monitorizado 3 a 4 vezes por dia e a adição de cloro é regulada de acordo com estes dados. A temperatura da água e o pH são também medidos diariamente. Outras análises, tais como salinidade, alcalinidade, dureza e amónia, são feitas uma vez por semana. Um controlo bacteriológico completo é feito cada três meses.

Os golfinhos estão em contacto quase permanente com pessoas durante o período diurno, pois para além dos treinadores e auxiliares, o público tem acesso livre à área da piscina de espectáculos, sendo o contacto visual facilitado pelos painéis subaquáticos. No entanto, o contacto físico directo com os golfinhos não é permitido, estando restrito somente aos treinadores e aos veterinários.

Diariamente, os golfinhos participam em dois espectáculos, cada um com a duração de cerca de 30 minutos, cuja preparação (música, colocação do alimento e vários brinquedos nos locais certos) inicia-se cerca de 15 minutos antes. Depois de cada espectáculo, os treinadores permanecem na piscina brincando e interagindo com os golfinhos.

Geralmente, os golfinhos podem mover-se livremente por todas as piscinas e podem brincar com vários objectos, tais como bolas e arcos pendurados sobre a piscina, mas também têm acesso a outros brinquedos directamente colocados na água (e.g. bolas, arcos, pranchas, mangueira).

Os animais têm um acompanhamento médico regular, que inclui a colheita e análise de vários



fluidos corporais. Todos as recolhas para estes exames são realizadas com os golfinhos dentro de água e com a sua total cooperação, pois as posturas apropriadas foram aprendidas através dos procedimentos de treino normais. Entre os vários exames inclui a recolha de exsudatos respiratórios (colocando um “cup” directamente sobre o espiráculo), de fluido gástrico (através da passagem voluntária de um tubo de 2cm de diâmetro directamente no estômago), de uma amostra fecal (através da passagem de um tubo de 0.5cm de diâmetro no tracto intestinal inferior) e de uma amostra de sangue (através da superfície ventral da barbatana caudal).

O regime alimentar dos golfinhos varia com a idade, o sexo, a estação do ano, o estado fisiológico e a actividade, sendo a dieta composta por lulas e várias espécies de peixes (e.g. carapau, arenque, faneca, lacra do mar, cavala, espadilha e pota) que varia de dia para dia.

Os animais são alimentados durante os espectáculos e sessões de treino, como parte de reforço positivo das suas exibições em determinado comportamento, mas também têm uma refeição diária livre. Todos os animais são alimentados à saciedade e existem registos diários completos do alimento tomado por cada animal (peso e espécie), como parte do acompanhamento clínico e comportamental dos golfinhos.

3. OS GOLFINHOS

O grupo estudado era composto por oito indivíduos de ambos os sexos (quatro fêmeas e quatro machos), de várias idades e reprodutivamente activo, tendo-se verificado três partos com sucesso, desde que o parque foi inaugurado (Tabela 2.2).

Tabela 2.2 - Características dos golfinhos

NOME	LOCAL DE NASCIMENTO	SEXO	NASCIMENTO	ESTADO REPRODUTOR
Sam	E.U.A.	Macho	1960*	Maturo
Cher	E.U.A.	Fêmea	1967*	Prenhe
Missy	E.U.A.	Fêmea	1977*	Lactante
Colby	E.U.A.	Fêmea	1977*	Lactante
Happy	Portugal (Lisboa)	Macho	1989	Imaturo
King	Portugal (Algarve)	Macho	1992	Imaturo
Lucky	Portugal (Algarve)	Macho	1995	Imaturo
Lua	Portugal (Algarve)	Fêmea	1996	Imatura

* Data provável do nascimento no estado selvagem

4. RECOLHA DE DADOS

O sistema de recolha dos sinais sonoros encontrava-se na entrada do canal direito da piscina de espectáculos (Fig.2.2), a uma profundidade de cerca de 1.0m. Uma comporta de grades de aço evitava a entrada dos golfinhos no canal e o contacto com o hidrofone. O equipamento necessário para uma cadeia acústica consiste, basicamente, num hidrofone para a captação dos sinais, um amplificador e um gravador (Fig. 2.3). Assim, neste estudo, para a recolha dos sinais utilizou-se um hidrofone Brüel & Kjaer 8103 com um pré-amplificador incorporado, alimentado por uma bateria de 27V. Este hidrofone estava, por sua vez, ligado a um gravador Sony TCD-D10 Pro que grava digitalmente os sinais em cassetes DAT (Sony e Maxell). No canal esquerdo, recolhiam-se os sons produzidos pelos golfinhos e, no canal direito, eram gravados os comentários comportamentais sobre as actividades dos indivíduos. Este gravador capta frequências entre 20 e 22000 Hz, sendo portanto este o limite superior de frequências acústicas captáveis pela cadeia.

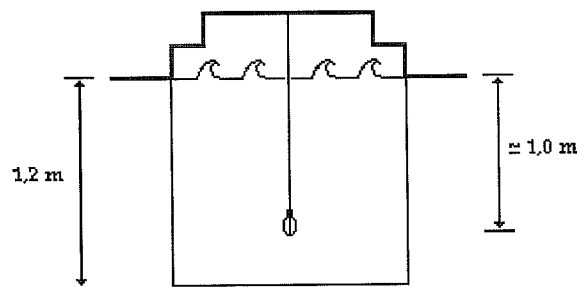


Figura 2.2 - Esquema do posicionamento do hidrofone no canal (Esquema por Miguel Couchinho).

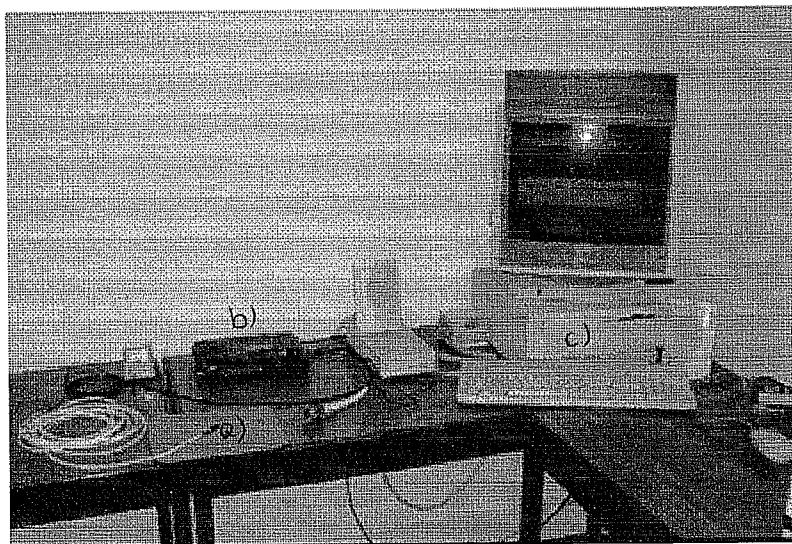


Figura 2.3 – Foto da cadeia de captação e análise dos sinais acústicos. a) hidrofone; b) gravador; c) computador.



4.1 Estudo piloto

Um estudo piloto foi levado a cabo tendo a duração de cerca duas semanas. Durante este estudo preliminar, foram feitas observações *ad libitum* (Altman 1974) cobrindo o período das 9h da manhã às 19h da noite. Com este estudo pretendeu-se aprender a identificar individualmente os golfinhos, obter uma descrição preliminar dos padrões comportamentais e a sua identificação para o uso na recolha sistemática, escolher as amostras de tempo para as observações sistemáticas e para a recolha dos sons, decidir qual o melhor método de amostragem e praticar a consistência (intra e inter-observador) nas decisões a tomar durante a recolha de dados.

4.2 Padrões comportamentais – Esboço de Etograma

Quando se estuda um grupo de animais, quer em cativeiro quer no estado selvagem, é necessário descrever e categorizar os seus comportamentos em categorias globais. No entanto, tem que se ter cuidado na escolha dessas categorias. Estas não devem ser muito finas, pois pode-se perder demasiadas sequências de comportamentos, para além do facto de alguns subgrupos ou indivíduos estarem a exibir comportamentos bastante diferentes dos restantes membros do grupo (dos Santos 1998). Tendo isto em consideração, os padrões de actividade do grupo estudado foram classificados em distintas categorias, alguns dos quais já foram descritos previamente por outros autores para golfinhos em cativeiro (e.g. Jordão 1992), orcas em cativeiro (Martinez & Klinghammer 1978) e/ou golfinhos selvagens (Weaver 1987).

↘ Categorias de Comportamento

Para categorizar as observações comportamentais realizadas durante a recolha dos sons fez-se a seguinte divisão:

1. Comportamento espontâneo – qualquer comportamento exibido pelos golfinhos que não seja um comportamento condicionado, obtido por estímulos condicionados dos treinadores (Galhardo *et al.* 1996);
2. Comportamento condicionado – comportamentos exibidos pelos golfinhos, durante os espectáculos ou treinos, seguindo a técnica da modelação comportamental por reforço positivo (Galhardo *et al.* 1996).

Segue-se agora a caracterização de cada categoria.



- Comportamento espontâneo

1. *Repouso* - inclui flutuação, deslizar e o apoio do bico na plataforma;
2. *Brincadeira* - quando os golfinhos brincam com a água e com objectos na piscina (mangueira, arcas e pranchas) e também quando lançam água para as pessoas perto dos vidros;
3. *Natação* - inclui qualquer tipo de natação, desde sincronizada (dois ou mais golfinhos nadam em sintonia), paralela (dois ou mais golfinhos nadam lado a lado), invertida (quando um ou mais golfinhos nadam com a face ventral virada para cima) e normal, a qualquer velocidade;
4. *Interação entre os golfinhos* - sempre que haja toques, perseguições, batimentos com a caudal, abrir a boca, amamentação, natação rápida e *breaching* (quando o golfinho cai na água sob a parte lateral do corpo, provocando bastante ruído);
5. *Interação com os treinadores* - quando vocalizam para os treinadores, fazem *beaching* (sobem para o palco da piscina, sem estarem sob o comando dos treinadores), *spyhopping* (em flutuação vertical, elevam-se para ver o que se passa em seu redor), *chin resting* (quando os golfinhos apoiam o rosto numa das plataformas da piscina), recebem toque e carícias dos treinadores;
6. *Alimentação* - os golfinhos, junto às bordas da piscina, recebem peixe dos treinadores, (poderá existir um certo grau de interação entre os golfinhos e os treinadores);
7. *Outros* - quando um golfinho se esfrega nas paredes da piscina e quando fazem *spyhopping* para outras pessoas que não os treinadores.

- Comportamento condicionado

8. *Comportamentos médicos* - quando os golfinhos, sob os comandos dos treinadores, se colocam na posição indicada, recolhendo-se amostras de fezes, de sangue, urina, fluidos respiratórios e realizam-se ecografias e endoscopias;
9. *Treino* - todos os comportamentos condicionados fora do espectáculo com recompensa alimentar;
- 10 - *Espectáculo*:
 11. *Salto* - todos os tipos de saltos, fora de água, em que o golfinho não toca em nenhum objecto, como por exemplo, *looping*, *spinning*, saltos invertidos, etc.
 12. *Beaching* - quando após terem sido apresentados, os golfinhos, lado a lado, sobem o palco da piscina;
 13. *Natação* - todos os tipos de natação (normal, invertida, rápida), incluindo os exercícios de *backward upright swimming* (os golfinhos, na vertical, com todo o corpo até ao pedúnculo caudal fora de água, nadam para trás), *caudal waving* (os golfinhos, numa posição vertical invertida, apresentam a sua barbatana caudal e agitam-na), “adeus” (sempre que, no final do espectáculo, os golfinhos aproximavam-se da borda da piscina e abanavam as barbatanas peitorais) e



“lambada” (dois golfinhos, frente a frente, nadavam na vertical, como se estivessem a dançar).

14. *Exercício de ecolocalização* - quando um dos golfinhos é vendado, com ventosas, e um dos treinadores atira duas argolas para a piscina, tendo o golfinho que as encontrar, utilizando o seu bio-sonar;

15. *Salto com objectos* - inclui os exercícios em que um golfinho salta sobre outro golfinho que está a deslizar, salto em altura para ir buscar o peixe que o treinador segura no cimo da plataforma, salto para bater nas bolas suspensas sobre a piscina e quando saltam através dos arcos suspensos que outro golfinho segura com a boca;

16. *Interação com objectos* - inclui os exercícios do jogo de futebol, em que os golfinhos atiram a bola para o público com a caudal, quando um golfinho puxa o barco com uma criança lá dentro em volta da piscina, quando os golfinhos rodam um arco com o bico e equilibram a bola no bico;

17. *Interação com os treinadores* - todos os exercícios em que puxam ou empurram os treinadores, tais como a simulação de um salvamento (levam um treinador do meio da piscina até ao palco), o *surf* (um golfinho carrega com um treinador, equilibrado, nadando em volta da piscina), o *ski* (um golfinho equilibra um treinador, que está seguro por um cabo ligado a uma argola presa no rosto do golfinho), quando os golfinhos estão à volta dum treinador e todos rodopiam sobre eles próprios, dois golfinhos equilibram um treinador nos seus bicos, o *spraying* (golfinhos e treinadores na piscina e ambos fazem repuxos com a água através da boca), quando dois golfinhos impulsionam um treinador que salta através dos arcos, quando um ou dois golfinhos empurram um treinador, pelos seus pés, nadando em profundidade e junto aos vidros em volta da piscina, quando um golfinho ou dois saltam sobre o treinador que está a flutuar;

18. *Estacionários nas plataformas* - quando os golfinhos estão quietos junto das plataformas da piscina, com o queixo apoiado, por comando dos treinadores; pode haver alimentação/recompensa, interação com os treinadores (carícias e conversas) e vocalizações audíveis.

4.3 Métodos de amostragem

Os sons emitidos pelos golfinhos foram gravados nos primeiros 15 minutos de cada hora, num total de 14h de observações. Esta recolha durou cerca de uma semana e, em cada dia, recolheram-se em horas diferentes (Tabela 2.3).



Tabela 2.3 - Horário da recolha de dados em cada dia

Dias	4/10/97	5/10/97	6/10/97	7/10/97	9/10/97	10/10/97	11/10/97
Horas	9h-13h	14h-19h	9h-13h	14h-19h	9h-19h	9h-13h	14h-19h

Foram também gravados três espectáculos, tendo-se registado os 15 minutos anteriores, os 30 minutos de duração do espectáculo e os 15 minutos posteriores. Em cada uma destas gravações estão incluídos os 15 minutos de gravação no início das 14h. Nos períodos antes e depois do espectáculo (15 minutos cada) foram usadas as categorias atrás definidas para o comportamento espontâneo.

As bombas de filtragem da água foram desligadas durante 30 minutos (cerca de 5 minutos antes do início das gravações), a horas diferentes em cada dia, de modo a cobrir as diferentes horas de amostragem. A tabela seguinte (Tabela 2.4) mostra o horário em que as bombas estiveram desligadas.

Tabela 2.4 - Horário em que as bombas estiveram desligadas nos diferentes dias de amostragem

Dias	4/10/97	5/10/97	6/10/97	7/10/97	9/10/97	10/10/97	11/10/97
Horas	10h	14h	11h	15h	16h	13h	17h

Juntamente com a gravação dos sinais acústicos foi feito o registo completo das observações comportamentais do grupo de golfinhos, utilizando a técnica de *ad libitum*, estando a observadora posicionada nas bancadas reservadas ao público no delphinário. Os comportamentos foram registados no canal direito do gravador através dum microfone. O comportamento de todos os golfinhos que se encontravam na piscina principal foi descrito. Sempre que um dos golfinhos entrava na piscina auxiliar não se registava qualquer comportamento, pois o golfinho deixava de estar visível. A piscina principal foi dividida em quatro áreas fictícias, de modo a situar os animais, durante a descrição dos seus comportamentos, tendo sido dada alguma relevância aos golfinhos presentes nas áreas 1 e 2, pois estavam mais perto do hidrofone (Figura 2.3).

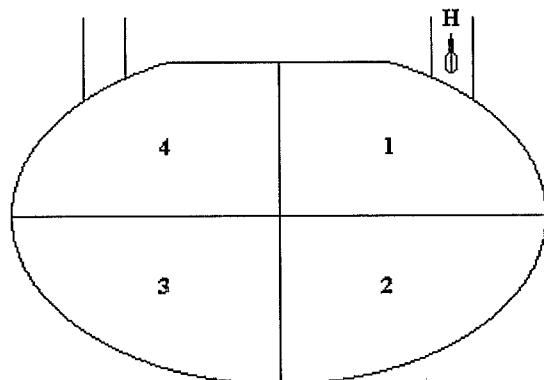


Figura 2.4 – Divisão fictícia da piscina de espectáculos e posicionamento do hidrofone relativamente a cada uma das zonas (Esquema por Miguel Couchinho)

As cassetes com as gravações foram posteriormente mapeadas, tanto relativamente aos sons como aos comportamentos descritos, dividindo-se os períodos de 15 minutos em intervalos de 10 segundos. Os sons seleccionados foram mais tarde analisados através do *software* de análise de sinais acústicos Canary 1.2 para computadores Apple PowerMacintosh. Para a análise com este *software*, a aquisição foi feita pela própria placa de som de um computador Apple PowerMacintosh 7100, com as frequências de amostragem de 22050 ou 44100Hz, 8 ou 16 bits, de acordo com cada tipo de sinal. Cada sinal foi gravado num ficheiro independente utilizando-se o seguinte critério para a sua nomenclatura, que procura facilitar a localização da gravação original a partir dos nomes dos ficheiros: tipo de sinal/nº da cassette/ano – mês – dia – hora – minuto - segundo (exº: Tr+Ch+Ass/1/97.10.04.13.08.13). Este programa possibilita a representação da forma de onda, do espectro de energia (distribuição da energia pelas frequências) e os sonogramas de cada sinal (distribuição das frequências no tempo).

4.4 Análise dos assobios

Depois de obtidas as representações gráficas, mediram-se para cada assobio os seguintes parâmetros acústicos:

- Duração do assobio (D)
- Frequência inicial (Fi)
- Frequência final (Ff)
- Frequência máxima (FM)
- Frequência mínima (Fm)

Nos assobios compostos por mais do que um *loop* foi também contado o número de *loops*.



Seguidamente, procedeu-se à categorização dos assobios através da inspecção visual dos sonogramas, agrupando-os por perfil de modulação de frequência.

4.5 Análise estatística dos dados

Para verificar se existia concordância, na emissão dos vários tipos de sons, entre os quatro dias de amostragem, a cada hora do dia, realizou-se uma ANOVA de Friedman e o calculou-se o Coeficiente de Concordância de Kendall.

A comparação da ocorrência das categorias de emissão acústica (assobios; trens; outros sons pulsados) em função das horas do dia foi feita recorrendo ao ACTUS, um programa para a análise de tabelas de contingência através de estatística de simulação (Estabrook & Estabrook, 1989). Também se recorreu a este programa para analisar a frequência das actividades comportamentais em função das horas do dia, bem como para verificar a relação entre os vários tipos de sons e os períodos antes, durante e depois do espectáculo.

Este programa analisa tabelas de contingência bidimensionais utilizando a simulação de 1000 tabelas e assumindo que as linhas são independentes das colunas. Este tipo de análise de tabelas de contingência permite que o valor mínimo possa ser menor que 4 nas células da tabela de valores esperados para o cálculo do χ^2 . Para além disso, permite localizar as células onde os valores esperados são responsáveis pela rejeição da hipótese nula (Almada & Oliveira 1997).

Relativamente à análise dos assobios, para a amostra total calcularam-se a média, o desvio padrão e os valores máximo e mínimo dos parâmetros acústicos referidos na alínea anterior. Também para esta amostra calculou-se o coeficiente de correlação de Spearman entre os seguintes pares de parâmetros: frequência inicial/frequência final, frequência mínima/frequência inicial e frequência final/frequência máxima.

Para cada categoria dos perfis de modulação de frequência dos assobios, calcularam-se a média, o desvio padrão, os valores máximo e mínimo, e o coeficiente de variação dos parâmetros acústicos referidos na alínea anterior. O coeficiente de variação (desvio padrão/média) escala o desvio padrão de acordo com a média. Deste modo, o desvio padrão de diferentes populações com diferentes médias podem ser comparados.

Ainda sobre os assobios, para cada um, determinou-se o possível emissor(es) e o possível comportamento associado. De maneira a determinar se havia uma relação entre as várias categorias de perfis e o emissor também se recorreu ao TESTMAT. Mais uma vez se utilizou este método para verificar a existência de uma relação entre o número de *loops* e os comportamentos exibidos pelos golfinhos, para testar a hipótese de que assobios com um número maior de *loops*



serão indicadores de um maior nível de excitação nos golfinhos. O programa TESTMAT foi desenvolvido por V. Almada, ISPA, Lisboa e é um teste baseado no ACTUS, mas que permite construir tabelas de contingência com mais de 10 linhas e/ou colunas.



III. RESULTADOS

1. Concordância entre os dias de amostragem

Considerando os assobios, verificou-se que a emissão destes sinais acústicos é altamente concordante durante os quatro dias de amostragem ($N=40$; $W=0.42$; $p<0,005$), para cada hora do dia (Tabela 3.1).

Tabela 3.1 – Frequências do número de assobios, a cada hora do dia, para os dias de amostragem.

Períodos de Amostragem	Dia de Amostragem 1	Dia de Amostragem 2	Dia de Amostragem 3	Dia de Amostragem 4
9 - 9.15	73	96	100	50
10 - 10.15	46	130	211	104
11 - 11.15	42	71	149	174
12 - 12.15	161	180	55	76
13 - 14.15	97	110	123	51
15 - 15.15	68	40	98	50
16 - 16.15	89	73	186	55
17 - 17.15	68	202	208	71
18 - 18.15	87	143	218	108
19 - 19.15	0	14	31	10

2. Associação entre a produção de sons e as horas do dia

Da amostra total, procedeu-se à categorização dos sons amostrados, distinguindo-se entre os sons contínuos (assobios) e os sons pulsados (trens de estalidos). Dentro destes últimos, distinguiram-se ainda entre os trens de ecolocalização e os outros sons pulsados, nos quais já não se distinguem os estalidos (aparência tonal). Através da figura 3.1 pode observar-se que a produção de assobios é, de um modo geral, mais elevada (47%) que a produção das outras duas categorias de sons. Verifica-se também que a variação de emissão dos assobios não é coincidente com a variação de emissão dos trens e dos outros sons pulsados (Figura 3.2). Estes últimos são emitidos em menor número que os assobios e os trens, em qualquer hora do dia, e apresentam um padrão



de variação semelhante ao dos trens. Nota-se ainda que, às 19h, há uma quebra brusca na produção de assobios, bem como uma diminuição, embora não tão marcada, na produção de trens e de outros sons pulsados.

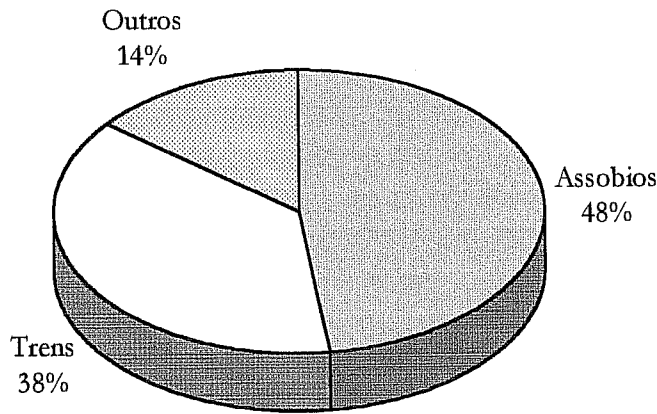


Figura 3.1 – Percentagens de ocorrência das grandes categorias de sinais acústicos contados na amostra gravada durante os registos sistemáticos.

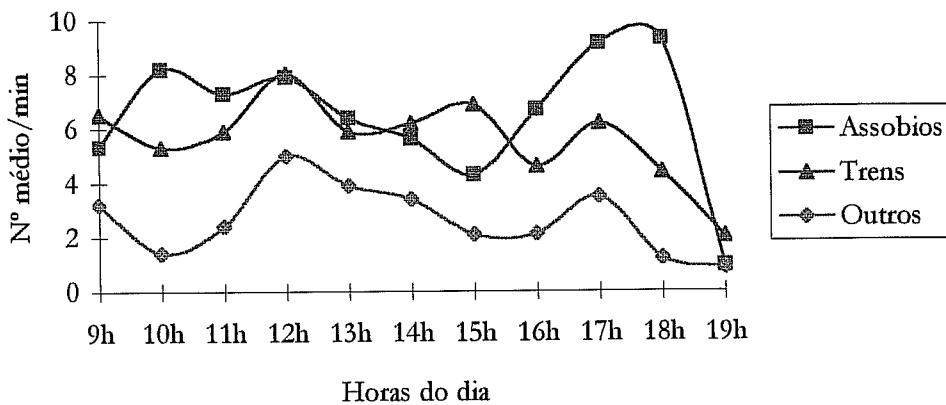


Figura 3.2 – Variação da taxa de emissão dos diferentes sons em função das horas do dia.

Dispondo as contagens obtidas numa tabela de contingência, analisada com o programa ACTUS, verificou-se que a produção dos vários tipos de sinais acústicos está dependente da hora do dia ($\chi^2 = 404,057$; $p < 0,000$; g.l.=16). A categoria assobios apresenta valores mais baixos que os esperados a meio do dia e ao fim da tarde (12h, 13h, 15h e 19h, respectivamente) (Tabela 3.2) e, às 9h, 10h e 18h, apresenta valores superiores aos esperados (Tabela 3.3).



Tabela 3.2 – Ocorrência de emissões de assobios em função das horas do dia. Entre parêntesis encontram-se os níveis de significância encontrados pelo programa de simulação para as entradas com valores **INFERIORES AO ESPERADO** se a distribuição fosse independente.

Período de Amostragem	Assobios	Trens	Outros Sons Pulsados
9 - 9.15	638	390 (p=0,006)	191
10 - 10.15	491	320	82 (p<0,001)
11 - 11.15	436	353	141
12 - 12.15	472 (p<0,001)	482	299
13 - 14.15	381 (p<0,001)	353	230
15 - 15.15	256 (p<0,001)	412	124
16 - 16.15	403	273	127
17 - 17.15	549	372 (p=0,024)	209
18 - 18.15	557	263 (p=0,000)	75 (p=0,000)
19 - 19.15	55 (p<0,000)	122	51

Tabela 3.3 – Ocorrência de emissões de assobios em função das horas do dia. Entre parêntesis encontram-se os níveis de significância encontrados pelo programa de simulação para as entradas com valores **SUPERIORES AO ESPERADO** se a distribuição fosse independente.

Períodos de amostragem	Assobios	Trens	Outros Sons Pulsados
9 - 9.15	638 (p<0,001)	390	191
10 - 10.15	491 (p<0,001)	320	82
11 - 10.15	436	353	141
12 - 10.15	472	482	299 (p<0,001)
13 - 10.15	381	353	230 (p<0,001)
15 - 10.15	256	412 (p<0,001)	124
16 - 10.15	403	273	127
17 - 10.15	549	372	209
18 - 10.15	557 (p<0,001)	263	75
19 - 10.15	55	122 (p=0,001)	51 (p=0,039)



3. Associação entre a frequência das actividades e as horas do dia

Numa primeira abordagem (Figura 3.3), observa-se que os animais dispõem a maior parte do tempo, ao longo do dia, a nadar em redor da piscina, havendo igualmente uma percentagem de tempo ocupada pelo repouso. Outro comportamento presente em todas as horas do dia, embora com algumas variações percentuais, é a interacção entre os animais, verificando-se que, em duas ocasiões (às 10 e 18h), a interacção entre os golfinhos e os treinadores é mais frequente que a primeira.

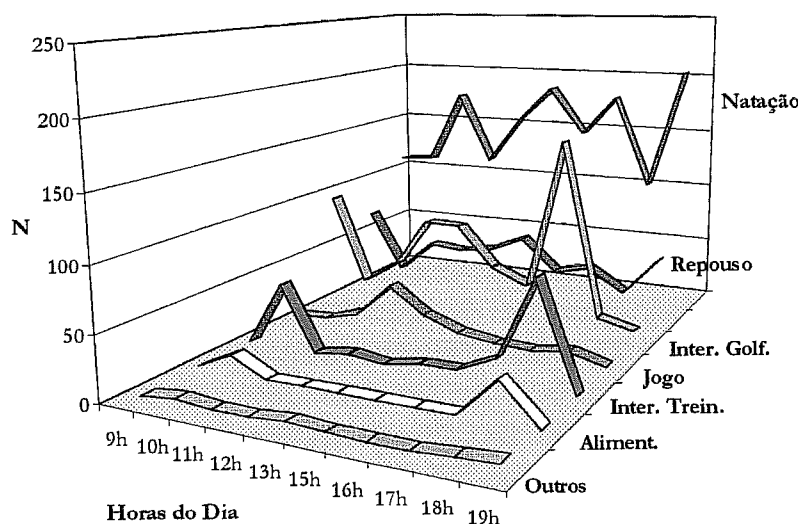


Figura 3.3 – Frequência das diversas actividades comportamentais exibidas pelos golfinhos em função da hora do dia.

Novamente através do programa ACTUS, verificou-se que a ocorrência das diferentes actividades comportamentais está dependente da hora do dia ($\chi^2 = 1168.985$; $p < 0,001$; g.l.=54).

A categoria repouso apresenta valores inferiores aos esperados de manhã e ao fim da tarde (10h, 17h, e 18h, respectivamente), assim como a categoria jogo não social (9h, 17h e 19h). A categoria natação apresenta valores mais baixos que os esperados às 9h, 12h, 17h e às 18h. Já a categoria interacção entre os golfinhos apresenta valores mais baixos que os esperados às 10h, 11h, 15h, 16h, 18h e às 19h. Por seu lado, a categoria interacção com os treinadores, apresenta valores inferiores ao esperado a todas as horas do dia, excepto às 10h, 17h e às 18h. A categoria alimentação apresenta valores inferiores ao esperado a todas as horas do dia, excepto às 10h e às 18h. Por último, a categoria outros apresenta valores mais baixos que o esperado às 17h (Tabela 3.4).



Tabela 3.4 – Ocorrência de actividades comportamentais em função das horas do dia. Entre parêntesis encontram-se os níveis de significância encontrados pelo ACTUS para as entradas com valores **INFERIORES AO ESPERADO** se a distribuição fosse independente.

Horas do Dia	Repouso	Jogo não social	Natação	Interacção entre os golfinhos	Interacção com os treinadores	Alimentação	Outros
9 h	67	4 (p=0.016)	111 (p=0.001)	94	0 (p<0.001)	0 (p=0.014)	0
10 h	18 (p=0.003)	6	113	22 (p<0.001)	51	14	3
11 h	44	14	176	41 (p=0.028)	0 (p<0.001)	0 (p=0.015)	0
12 h	42	41	115 (p=0.001)	81	4 (p<0.001)	0 (p=0.014)	1
13 h	46	21	156	80	0 (p<0.001)	0 (p=0.006)	3
15 h	58	10	186	48 (p=0.016)	5 (p<0.001)	0 (p=0.005)	1
16 h	32	6	146	36	5 (p=0.015)	0 (p=0.027)	0
17 h	38 (p=0.002)	4 (p<0.001)	179 (p=0.010)	158	18	0 (p=0.003)	0 (p=0.046)
18 h	20 (p=0.001)	8	104 (p=0.001)	16 (p<0.001)	83	30	2
19 h	52	1 (p=0.001)	204	9 (p<0.001)	0 (p<0.001)	0 (p=0.017)	4

A categoria repouso apresenta valores superiores que os esperados de manhã e à tarde (9h, 15h e 19h, respectivamente). A categoria jogo não social apresenta valores superiores a meio do dia (12h e 13h). Já a categoria natação apresenta valores mais altos que os esperados às 11h, 15h e às 16h. Por seu lado, a categoria interacção entre os golfinhos apresenta valores mais altos que os esperados às 9h, 12h, 13h, 17h e às 19h, enquanto as categorias interacção com os treinadores e alimentação apresentam valores superiores ao esperado às 10h e às 18h. Por último, a categoria outros apresenta valores mais elevados que o esperado às 12h e 13h (Tabela 3.5).



Tabela 3.5 – Ocorrência de actividades comportamentais em função das horas do dia. Entre parêntesis encontram-se os níveis de significância encontrados pelo ACTUS para as entradas com valores **SUPERIORES AO ESPERADO** se a distribuição fosse independente.

Horas do dia	Repouso	Jogo não social	Natação	Interação entre os golfinhos	Interação com os treinadores	Alimentação	Outros
9 h	67 (p<0.001)	4	111	94 (p<0.001)	0	0	0
10 h	18	6	113	22	51 (p<0.001)	14 (p<0.001)	3
11 h	44	14	176 (p=0.007)	41	0	0	0
12 h	42	41 (p<0.001)	115	81 (p=0.004)	4	0	1 (p<0.001)
13 h	46	21 (p=0.039)	156	80 (p=0.020)	0	0	3 (p<0.001)
15 h	58 (p=0.041)	10	186 (p=0.031)	48	5	0	1
16 h	32	6	146 (p=0.006)	36	5	0	0
17 h	38	4	179	158 (p<0.001)	18	0	0
18 h	20	8	104	16	83 (p<0.001)	30 (p<0.001)	2
19 h	52 (p=0.049)	1	204 (p<0.001)	9	0	0	4

4. Relação entre os comportamentos e os sons produzidos em função da hora do dia

Os diferentes sinais acústicos são emitidos em todas as categorias comportamentais (Figura 3.4). Em todas as categorias, os assobios são os sons mais abundantes, seguidos dos trens de estalidos e, por último, em menor número, os outros sons pulsados.

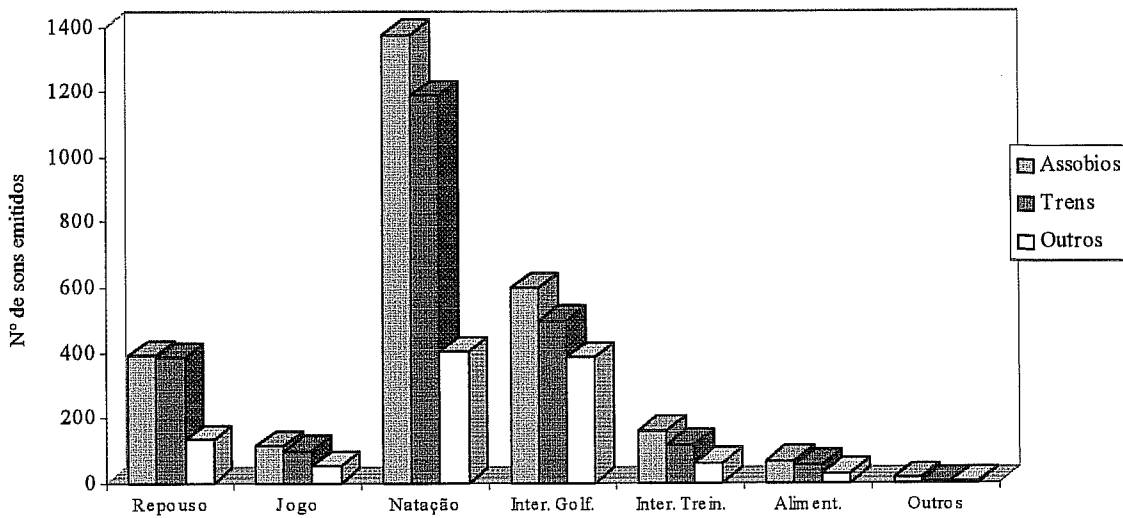


Figura 3.4 – Nº de assobios, trens de estalidos e outros sons pulsados emitidos nas diferentes actividades comportamentais.

Comparando as tabelas anteriores, é possível relacionar empiricamente os sons produzidos e os comportamentos realizados pelo grupo de golfinhos (Tabela 3.6).

Tabela 3.6 – Relação entre os sons produzidos e os comportamentos exibidos pelos golfinhos (+) - valores superiores ao esperado; (-) - valores inferiores ao esperado).

Períodos de Amostragem	Comportamentos	Sinais Acústicos
9:00 – 9:15	(+) Interação entre os Golfinhos (+) Repouso	(+) Assobios
10:00 – 10:15	(+) Alimentação (+) Interação com os Treinadores	(+) Assobios
12:00 – 12:15	(-) Natação	(-) Assobios
13:00 – 13:15	(-) Alimentação (-) Interação com os Treinadores	(-) Assobios
15:00 – 15:15	(-) Interação entre os Golfinhos	(-) Assobios
18:00 – 18:15	(+) Alimentação (+) Interação com os Treinadores	(+) Assobios
19:00 – 19:15	(-) Jogo (-) Interação entre os Golfinhos	(-) Assobios

Sempre que há um aumento de interações entre os golfinhos ou entre estes e os treinadores, o número de assobios foi superior ao esperado, nos períodos de amostragem das 9h, 10h e 18h. Pelo contrário, às 13h, 15h e 19h, em que houve uma diminuição das interações entre os indivíduos e de situações de jogo, o número de assobios diminuiu também.



5. Relação entre os vários sons e os períodos antes, durante e depois do espectáculo

A ocorrência dos diferentes sinais acústicos relaciona-se com o espectáculo e os períodos envolventes ($\chi^2 = 79,822$; $p < 0,000$; g.l.=4). Assim, os assobios apresentam valores inferiores ao esperado durante o período em que decorre o espectáculo e valores superiores ao esperado nos períodos anterior e posterior ao espectáculo (Tabela 3.7).

Verifica-se também que, nos três períodos, os trens de estalidos são mais abundantes do que os outros sons pulsados, mas que, durante o espectáculo, a sua produção aumenta (Figura 3.5).

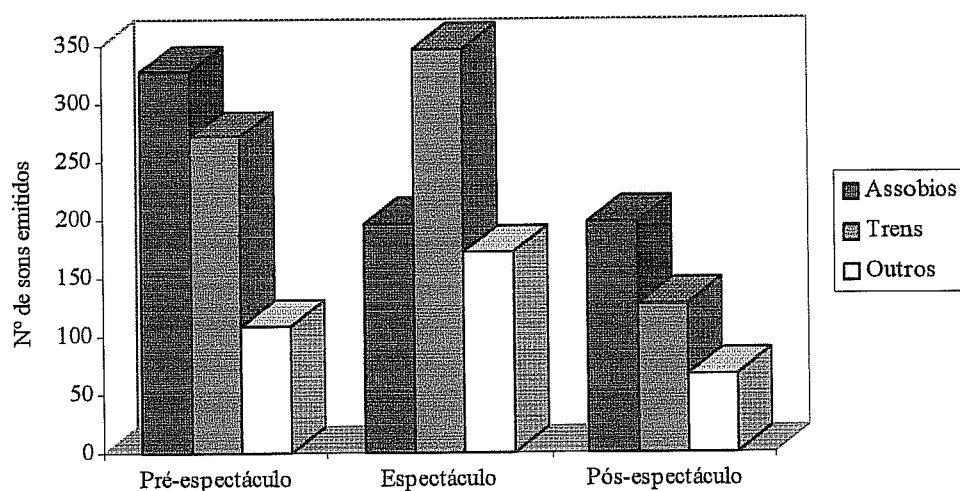


Figura 3.5 - Número de sinais acústicos emitidos durante os períodos antes, durante e depois do espectáculo.



Tabela 3.7 - Ocorrência dos sinais acústicos em função do período de espectáculo e dos períodos anterior e posterior. Entre parêntesis encontram-se os níveis de significância encontrados pelo ACTUS para as entradas com valores **INFERIORES** (a) e **SUPERIORES** (b) ao esperado se a distribuição fosse independente.

(a)

	Assobios	Trens	Outros
Pré-espectáculo	328	272	109 (p=0.006)
Espectáculo	197 (p<0.001)	347	173
Pós-espectáculo	199	127 (p=0.001)	67

(b)

	Assobios	Trens	Outros
Pré-espectáculo	328 (p=0.005)	272	109
Espectáculo	197	347 (p<0.001)	173 (p=0.001)
Pós-espectáculo	199 (p<0.001)	127	67

Relacionando as actividades comportamentais exibidas pelo grupo de golfinhos durante os três períodos, verificou-se que os assobios não apresentam qualquer relação com essas actividades.

Durante o espectáculo, encontraram-se valores de outros sons pulsados inferiores ao esperado ($p=0.033$), no decorrer do exercício de ecolocalização; encontraram-se valores de outros sons pulsados superiores ao esperado ($p=0.002$), durante os exercícios que envolviam interacção com os treinadores ($\chi^2=23.974$; $p=0,040$).

Não foram encontradas quaisquer relações significativas entre a produção de sons e os diferentes comportamentos ocorridos no período após o espectáculo ter terminado ($\chi^2=10.079$; $p=0,456$).

6. Análise dos assobios

Do total de assobios contabilizados ($n=4238$), apenas 1755 tinham uma boa relação sinal/ruído para serem devidamente analisados quanto aos seus parâmetros acústicos (Anexo 1). É de salientar que, por vezes, as harmónicas presentes nalguns assobios encontram-se “cortadas” devido às limitações do equipamento, mas a sua fundamental é geralmente bem visível na região média da banda de frequência representada no sonograma. Este facto pode observar-se relativamente ao valor máximo da frequência máxima (22,05kHz) que é o limite de frequências captadas pelo equipamento utilizado neste trabalho (Tabela 3.8).



Tabela 3.8 – Descrição dos parâmetros acústicos de uma amostra de assobios (n= 1755) analisados.

	Frequência Inicial (kHz)	Frequência Final (kHz)	Frequência Mínima (kHz)	Frequência Máxima (kHz)	Duração (ms)
Média	6,92	8,18	5,33	9,73	494,30
Mediana	6,75	8,12	5,37	9,32	338
Mínimo	0,65	0,88	1,45	0,81	9,360
Máximo	20,93	21,62	15,01	22,05	4029
Desvio Padrão	2,77	2,78	1,86	2,99	470,89

A tabela 3.7 mostram-nos que, apesar de uma grande variabilidade nas durações dos assobios, os valores da média e da mediana são inferiores a 1 segundo (494.30 e 338 ms, respectivamente). Através da figura 3.6 pode observar-se que a maioria dos assobios possui mesmo uma duração inferior a 300ms. Os assobios mais longos (com mais de 3 segundos de duração) foram emitidos quando os golfinhos estavam a nadar ou durante uma sessão de treino.

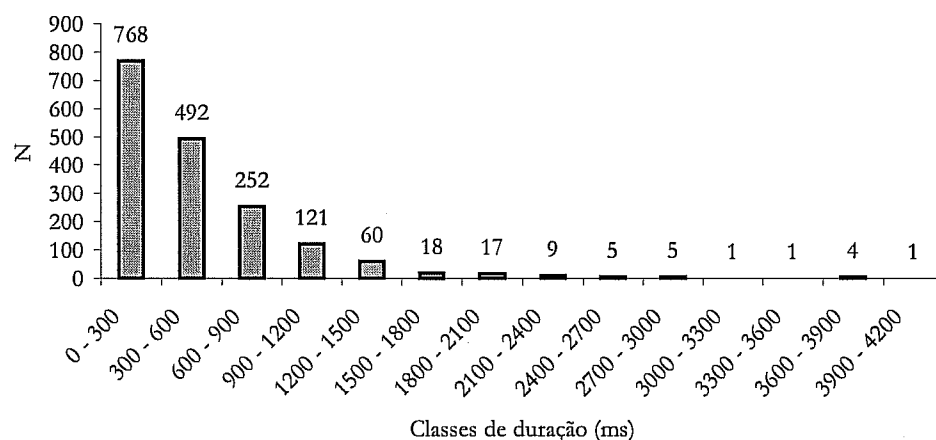


Figura 3.6 – Histograma da distribuição da duração dos assobios na amostra estudada.

Apesar dos parâmetros de frequência apresentarem uma amplitude de valores mínimos e máximos muito elevada, a média e a mediana encontram-se entre os 5 e 15 kHz, típicos destes sinais acústicos (Tabela 3.8). Quanto ao sentido de variação de frequências nos assobios da amostra estudada, as figuras seguintes (Figuras 3.7, 3.8, 3.9, 3.10 e 3.11) sugerem a tendência de



uma modulação ascendente. Em todos os parâmetros de frequência analisados, as classes com uma maior distribuição encontram-se entre os 5 e os 11 kHz.

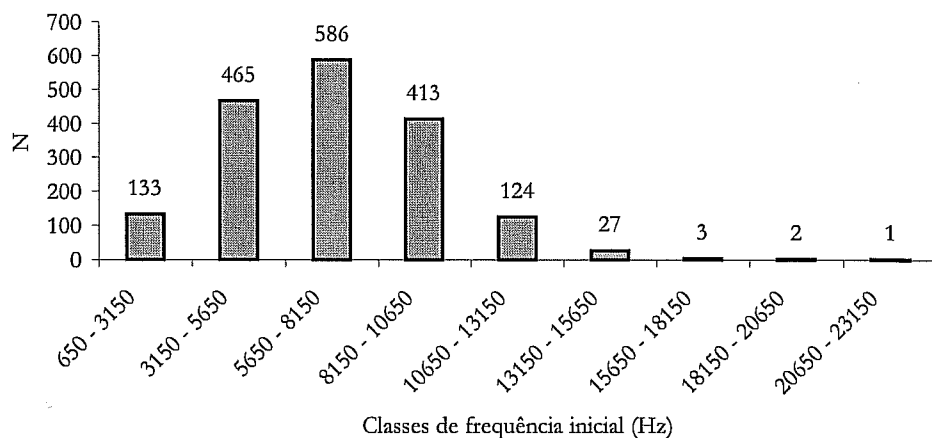


Figura 3.7 – Histograma da distribuição da frequência inicial dos assobios da amostra estudada.

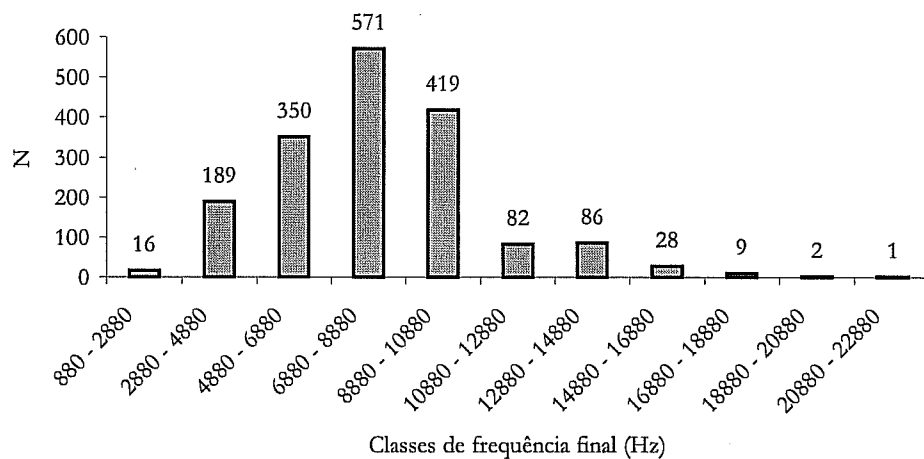


Figura 3.8 – Histograma da distribuição da frequência final dos assobios da amostra estudada.

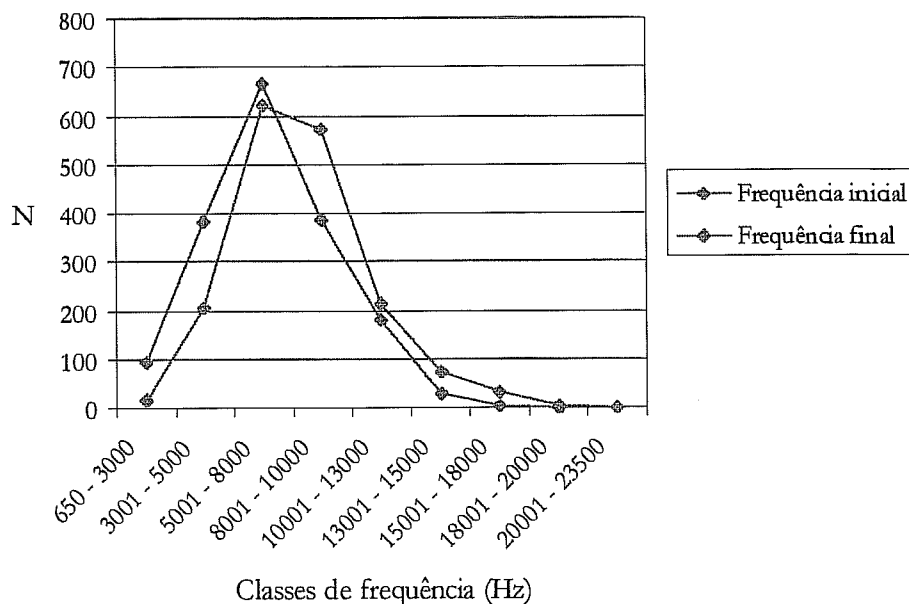


Figura 3.9 – Distribuição das frequências iniciais e finais dos assobios.

Através da Figura 3.9, observa-se que as frequências inicial e final dos assobios têm uma distribuição coincidente, com um pico de abundância na classe entre os 5000 e 8000Hz.

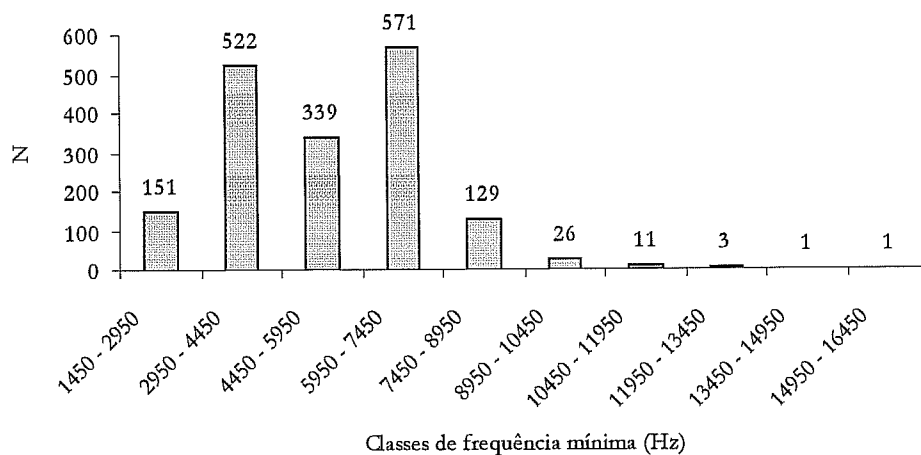


Figura 3.10 – Histograma da distribuição da frequência mínima dos assobios da amostra estudada.

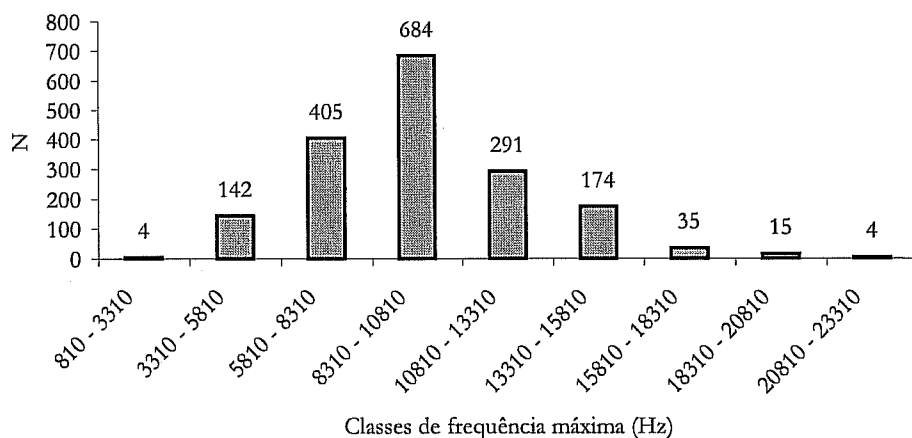


Figura 3.11 – Histograma de distribuição da frequência máxima dos assobios da amostra estudada.

Se esta hipótese tiver fundamento, seria de esperar correlações significativas entre os seguintes parâmetros: “frequência inicial” e “frequência mínima”, entre “frequência final” e “frequência máxima” e também entre “frequência inicial” e “frequência final”. Através de uma correlação de Spearman, observou-se que existe essa relação significativa entre estes pares de parâmetros (Tabela 3.9 e Figura 3.12).

Tabela 3.9 – Correlações (coeficiente de Spearman) entre parâmetros acústicos da amostra de assobios.

Parâmetros comparados	R	p <
Frequência Inicial e Frequência Mínima	0.692	0.001
Frequência Final e Frequência Máxima	0.539	0.001
Frequência Inicial e Frequência Final	0.341	0.001

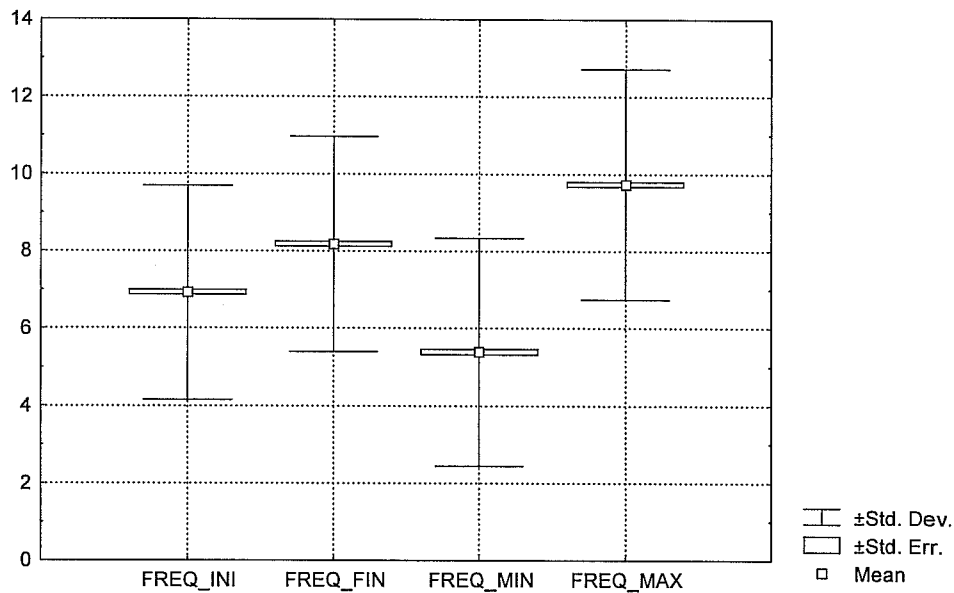

















Figura 3.12 – Valores médios dos parâmetros de frequências dos assobios analisados.

7. Categorização dos perfis de modulação de frequência dos assobios

Neste estudo, da amostra total de assobios analisados ($n=1755$), foram classificados visualmente 1512 assobios em 15 categorias distintas de acordo com os perfis de modulação, isto é, foram repetidamente reconhecidos 15 padrões de modulação recorrentes. Esta categorização realizou-se após uma inspeção cuidadosa dos sonogramas dos assobios (Tabela 3.10). Os assobios não sobreponíveis a qualquer dos perfis encontrados foram considerados “indeterminados” e removidos da análise.



Tabela 3.10 - Esboço dos perfis de modulação de frequência dos assobios classificados.

Categories	Perfil	Nº de assobios	Porcentagem
Perfil Nº 1		17	1.54 %
Perfil Nº 2		127	11.47 %
Perfil Nº 3		99	8.94 %
Perfil Nº 4		97	8.76 %
Perfil Nº 5		140	12.65 %
Perfil Nº 6		205	18.52 %
Perfil Nº 7		188	16.98 %
Perfil Nº 8		145	13.10 %
Perfil Nº 9		251	22.67 %
Perfil Nº 10		89	8.04 %
Perfil Nº 11		79	7.14 %
Perfil Nº 12		34	3.07 %
Perfil Nº 13		13	1.17 %
Perfil Nº 14		13	1.17 %
Perfil Nº 15		15	1.36 %



Através da figura 3.13, observa-se que a categoria mais abundante é a do perfil 9 (em forma de U), apesar de ser uma percentagem relativamente baixa, de apenas 22.67 %. As categorias 1, 13, 14 e 15 são aquelas que apresentam um menor número de assobios. As restantes categorias apresentam percentagens entre os 3 e 19%, sendo a categoria número 6 a segunda mais abundante.

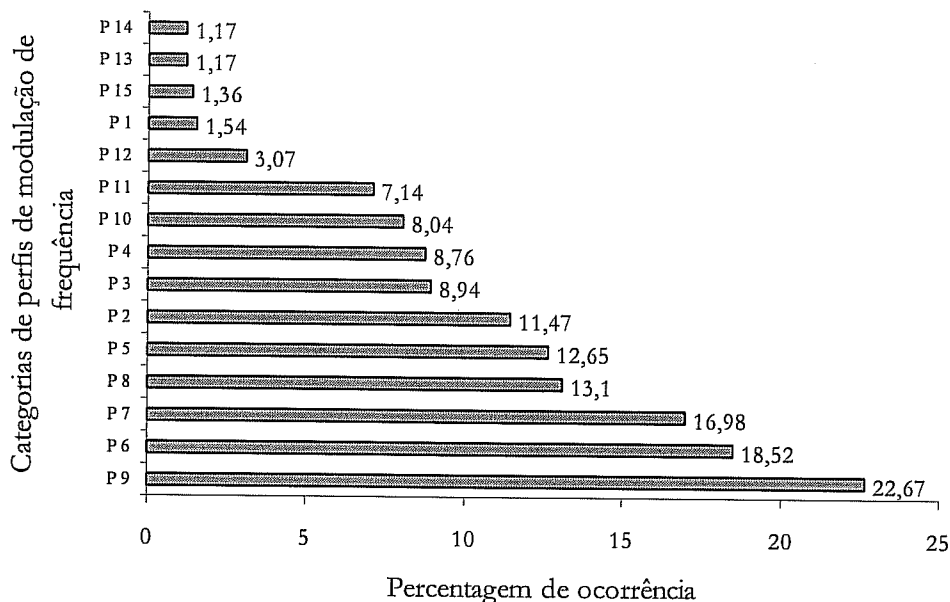


Figura 3.13 – Percentagem de ocorrência de cada categoria de perfil de modulação de frequência.

Alguns dos assobios não se completam num único ciclo ou *loop*, surgindo caracteristicamente em séries de ciclos, que têm um número de repetições variável. Mesmo os assobios habitualmente de um só ciclo são, por vezes, emitidos repetidamente, sem intervalos entre os ciclos. De entre as 15 categorias de perfis de modulação, verificou-se, assim, que 4 ocorreram em séries de *loops* (Figura 3.14). Os assobios com os perfis de modulação números 2 e 8 possuem um valor médio do número de *loops* semelhante. A categoria nº 10 apresenta um valor médio mais baixo (abaixo dos 2 *loops*), bem como a categoria nº 13. No entanto, é de salientar que o desvio padrão destas categorias é elevado, o que indica que poderão ser encontrados assobios com um número de *loops* bastante superior à média.

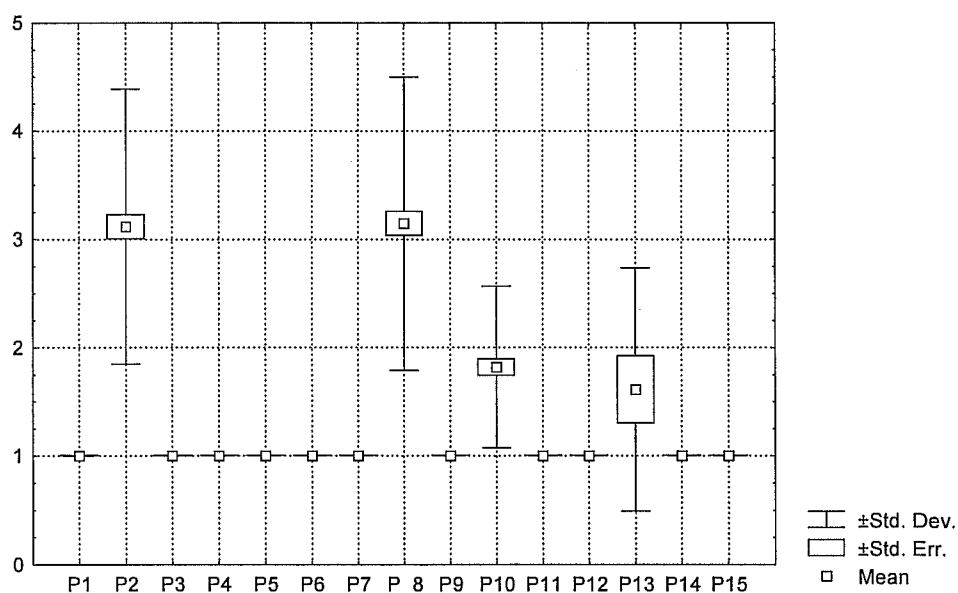


Figura 3.14 – Valores médios do número de *loops* em cada categoria de perfis de modulação de frequência dos assobios analisados.

Na categoria 1, representada por uma “ondulação” de frequência com 4 pontos de inflexão, mas que depois passa a frequência contínua (Tabela 3.10). Nesta categoria foi obtida uma subamostra de apenas 17 assobios, os quais não se repetem em ciclos de *loops* (Figura 3.14). A figura 3.15 ilustra sonogramas representativos desta categoria, podendo-se observar, assim como nas restantes categorias, a estabilidade dos perfis ao longo dos diferentes dias de amostragem.

De maneira a verificar-se a estereotipia dos perfis de modulação dos assobios, calculou-se, para cada parâmetro, o coeficiente de variação (c.v.=desvio padrão/média). Verifica-se nesta categoria que os parâmetros acústicos mais estereotipados são as frequências final e máxima, enquanto a duração e a frequência inicial são aqueles que apresentam um maior coeficiente de variação (Tabela 3.11).

Tabela 3. 10 – Coeficiente de variação de cada parâmetro analisado de cada categoria de perfil de modulação de frequência.

	Frequência Inicial (kHz)	Frequência Final (kHz)	Frequência Mínima (kHz)	Frequência Máxima (kHz)	Duração (ms)
Perfil 1	0,42	0,33	0,39	0,25	0,61
Perfil 2	0,36	0,39	0,28	0,16	0,48
Perfil 3	0,27	0,19	0,22	0,13	0,32
Perfil 4	0,31	0,33	0,30	0,24	0,53
Perfil 5	0,28	0,18	0,28	0,18	0,47
Perfil 6	0,48	0,38	0,36	0,37	0,81
Perfil 7	0,34	0,35	0,34	0,34	0,85
Perfil 8	0,27	0,35	0,25	0,21	0,62
Perfil 9	0,19	0,19	0,20	0,17	0,68
Perfil 10	0,22	0,24	0,16	0,14	0,50
Perfil 11	0,37	0,30	0,32	0,31	0,64
Perfil 12	0,22	0,26	0,27	0,22	0,75
Perfil 13	0,37	0,22	0,31	0,24	0,38
Perfil 14	0,20	0,27	0,15	0,20	0,27
Perfil 15	0,26	0,28	0,15	0,26	0,38

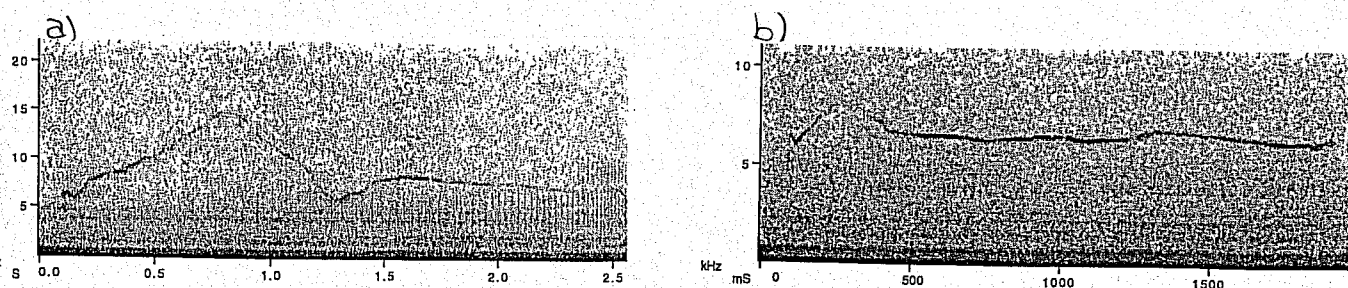


Figura 3.15 – Exemplos de sonogramas representativos da categoria nº1

a) Ass/3/97.10.06.12.15.30, b) Ass+Tr/3/97.10.06.12.12.49

A segunda categoria encontrada é caracterizada por uma subida da frequência, seguida de um “plateau” e este é seguido de uma descida de frequência, possuindo 2 pontos de inflexão (Figura 3.16). Este perfil pode ser repetido em ciclos de cerca de 3 *loops* em média (Figura 3.14), podendo ter uma duração de mais de 3 segundos. Através da tabela 3.11 observa-se que a frequência máxima é o parâmetro acústico mais estereotipado, enquanto as frequências inicial e final são os que apresentam um valor mais elevado do coeficiente de variação.

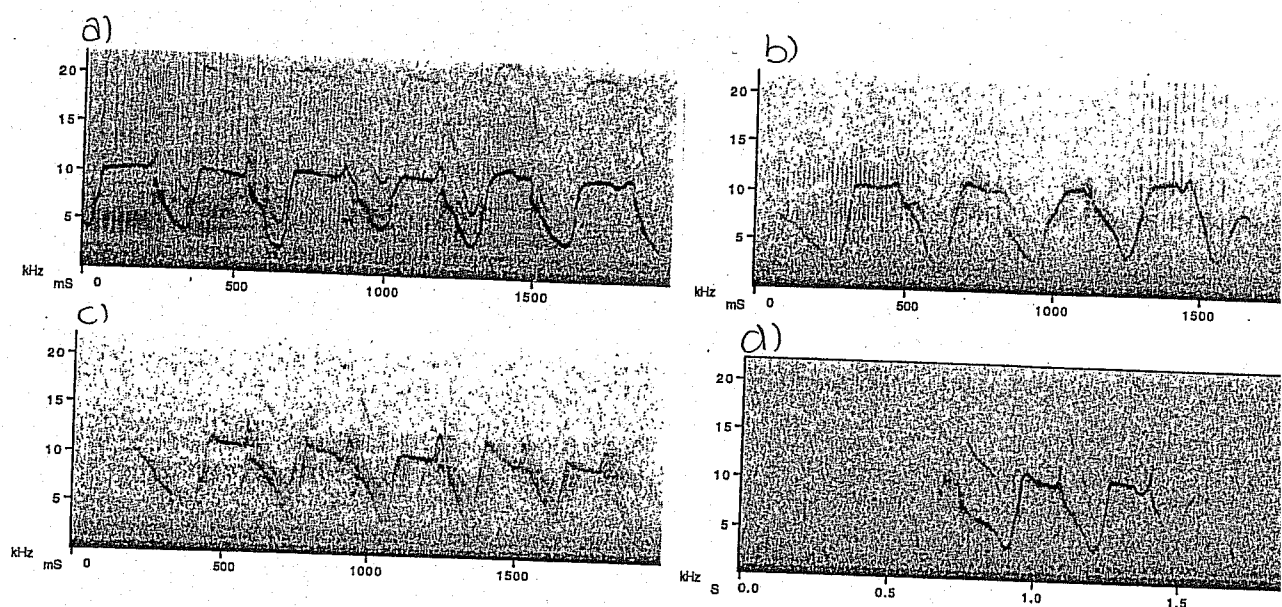


Figura 3.16 – Exemplos de sonogramas representativos da categoria nº2

a) Ass/2/97.10.05.14.26.51; b) Ass+Tr/7/97.10.09.17.10.57; c) Ass/7/97.10.09.17.05.51, d) Ass/5/97.10.07.15.50.10

Um outro conjunto de assobios com um perfil semelhante foi agrupado na categoria nº 3, no qual a um período de frequência contínua se segue uma modulação em forma de U e novamente frequência contínua, com 3 pontos de inflexão (Figura 3.17). Esta categoria apresenta um elevado grau de estereotipia relativamente às frequências final e máxima, enquanto os valores de coeficiente de variação para as frequências inicial e mínima são mais elevados, mas semelhantes entre si (Tabela 3.11).

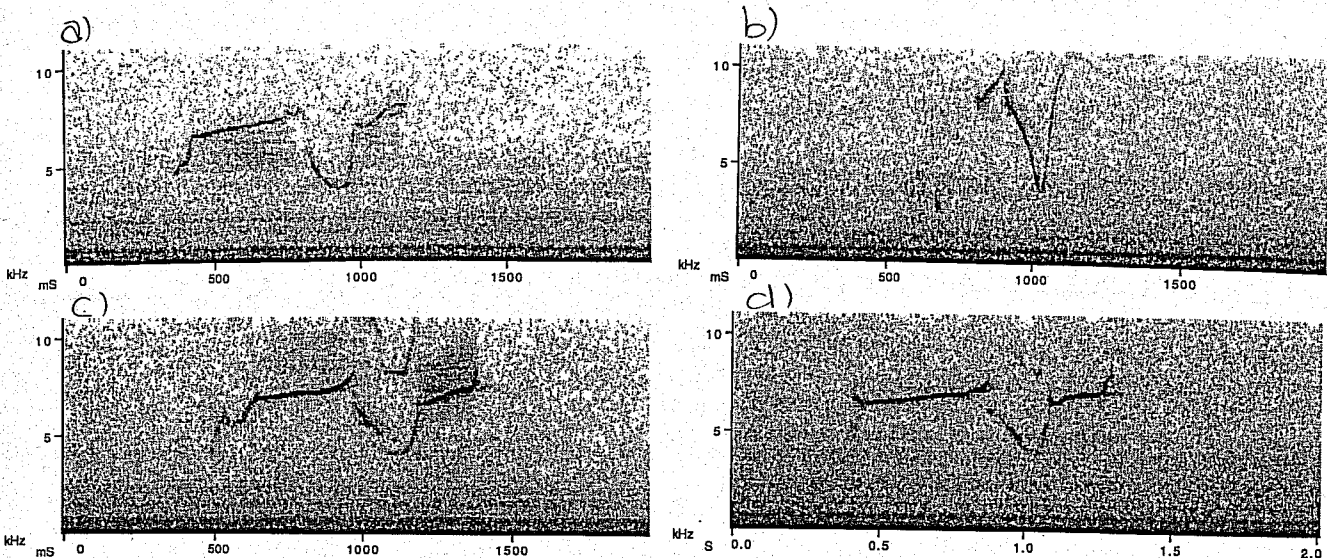


Figura 3.17 – Exemplos de sonogramas representativos da categoria nº3

a) Ass/9/97.10.11.13.32.55; b) Ass/5/97.10.07.15.50.10; c) Ass/6/97.10.09.14.06.38; d)
Ass/4/97.10.06.15.14.13

A categoria nº 4, em forma de U invertido (Figura 3.18), apresenta apenas 1 ponto de inflexão. Esta categoria apresenta um elevado grau de estereotipia relativamente à frequência máxima, enquanto os restantes valores de coeficiente de variação são mais elevados, mas semelhantes entre a frequência inicial e a mínima (Tabela 3.11).

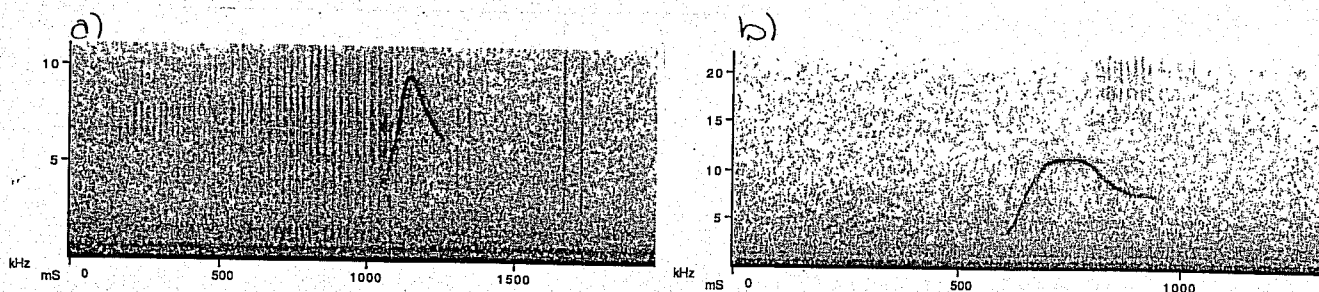


Figura 3.18 – Exemplos de sonogramas representativos da categoria nº4

a) Ass+Tr/5/97.10.07.16.41.50; b) Ass/8/97.10.09.19.40.44

A 5ª categoria pode ser definida como um perfil de modulação em forma de escada, o qual possui 2 pontos de inflexão (Figura 3.19). Esta categoria apresenta um elevado grau de estereotipia

relativamente às frequências final e máxima (coeficiente de variação=0.18), enquanto os valores de coeficiente de variação para as frequências inicial e mínima são ligeiramente mais elevados mas semelhantes (Tabela 3.11).

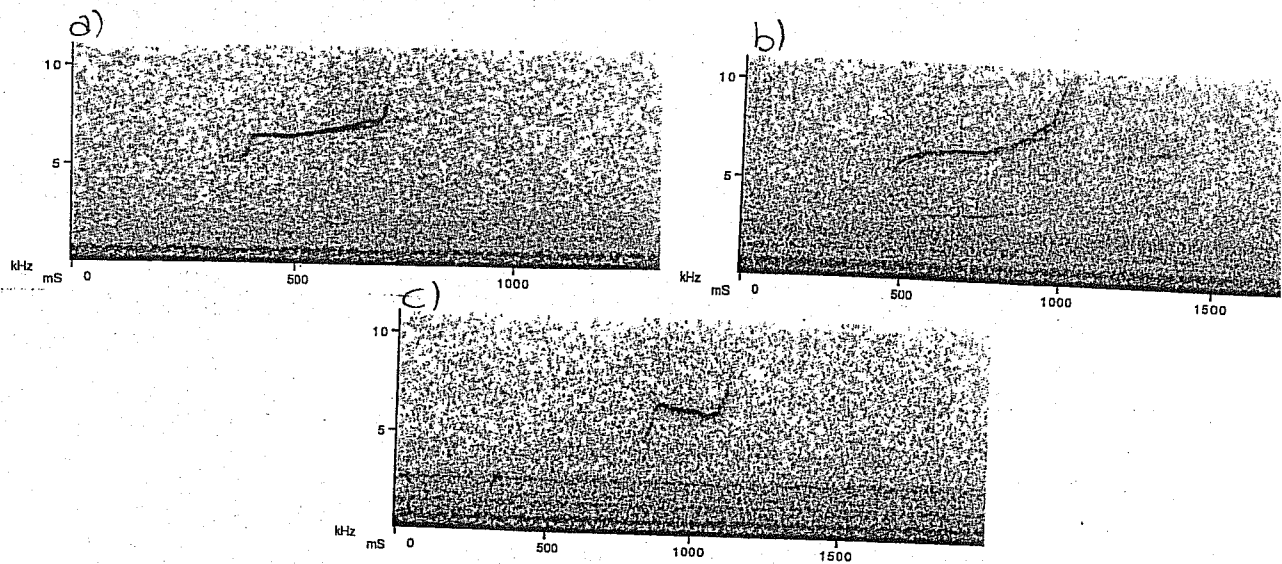


Figura 3.19 – Exemplos de sonogramas representativos da categoria nº5
 a) Ass/6/97.10.09.13.58.22; b) Ass/9/97.10.09.12.04.27; c) Ass/5/97.10.07.15.41.08

Um outro conjunto de assobios com um perfil semelhante foi agrupado na categoria nº 6, caracterizado por uma subida de frequência seguida de outra subida monotónica, possuindo apenas um ponto de inflexão (Figura 3.20). Esta categoria apresenta um grau de estereotipia mais elevado para a frequência mínima, mas relativamente às frequências final e máxima os valores do coeficiente de variação são mais altos (0.38 e 0.37, respectivamente) (Tabela 3.11).

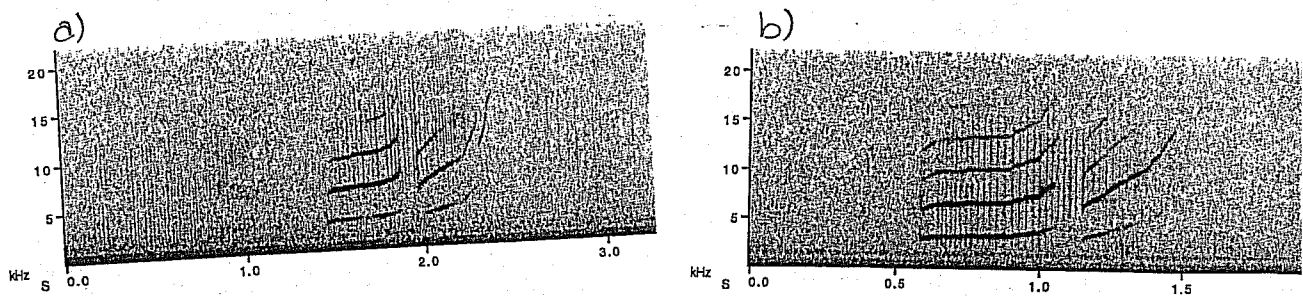


Figura 3.20 – Exemplos de sonogramas representativos da categoria nº6
 a) Ass+Tr/3/97.10.05.16.33.01; b) Ass+Tr/3/97.10.05.16.33.06



A categoria nº 7 é caracterizada por um perfil ascendente sem pontos de inflexão (Figura 3.21). Esta categoria apresenta um grau de estereotipia de ≈ 0.3 para todos os parâmetros de frequências, sendo o da duração bastante elevado. O que demonstra que este parâmetro não é estereotipado (Tabela 3.11).

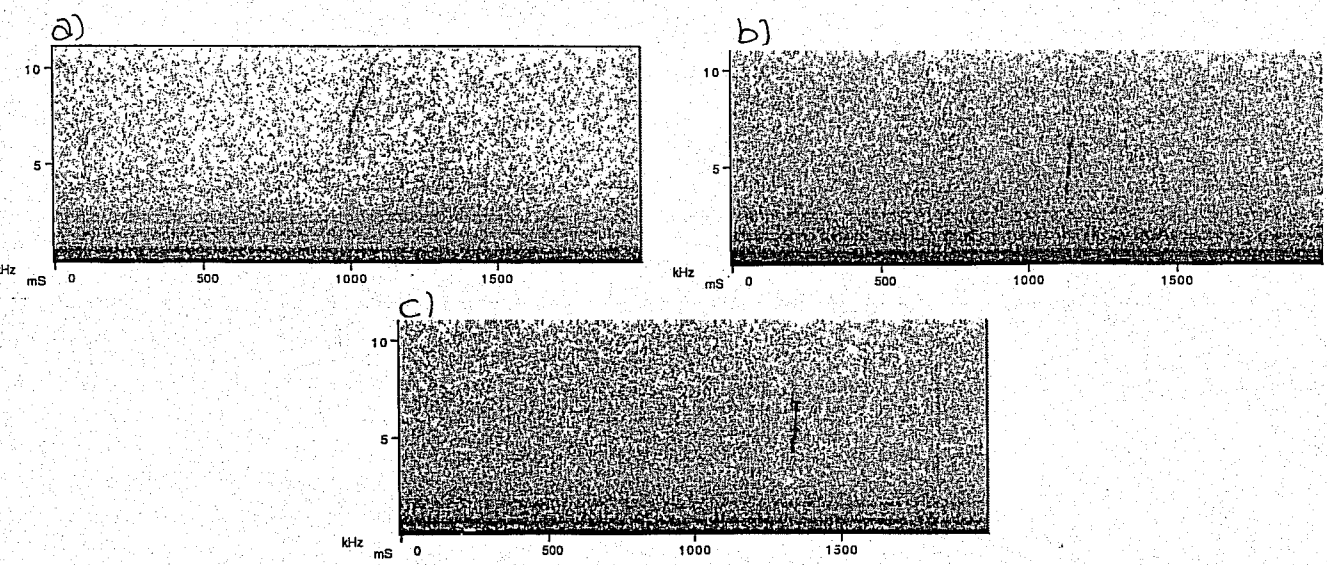


Figura 3.21 – Exemplos de sonogramas representativos da categoria nº7

a) Ass/7/97.10.09.16.14.59, b) Ass+Tr/3/97.10.05.16.38.58; c) Ass/5/97.10.07.16.42.14

A categoria nº 8 é caracterizada por uma curva gaussiana, possuindo apenas um ponto de inflexão, e pode apresentar-se sob a forma de uma série de *loops* sem interrupção (Figura 3.22). O valor mais baixo de coeficiente de variação é o da frequência máxima, indicando a sua estereotipia (Tabela 3.11).

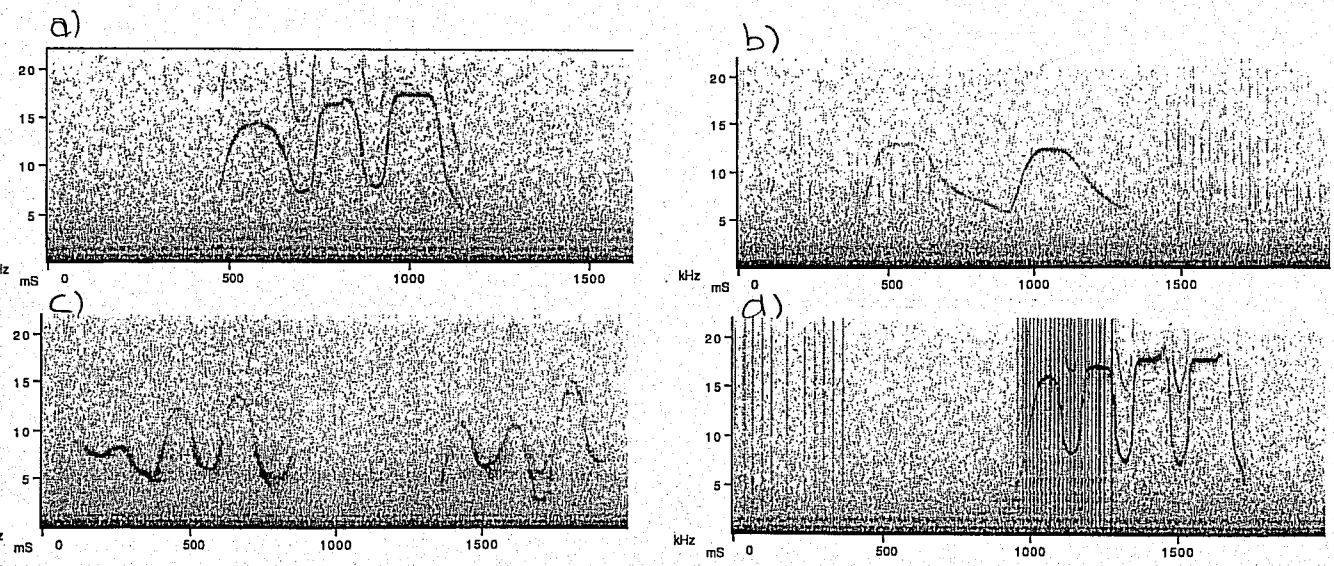


Figura 3.22 – Exemplos de sonogramas representativos da categoria nº8

a) Ass/1/97.10.04.16.07.49; b) Ass/7/97.10.09.17.04.21; c) Ass/2/97.10.05.15.33.01; d) Ass+Tr/1/97.10.04.16.09.18

Já o perfil de modulação da categoria nº 9, a mais abundante, tem a forma de um U (Figura 3.23). Esta categoria é aquela que apresenta um maior grau de estereotipia para todos os parâmetros da frequência, sendo os valores de coeficiente de variação semelhantes entre os seguintes pares de parâmetros: frequências inicial e mínima e frequências final e máxima (Tabela 3.11).

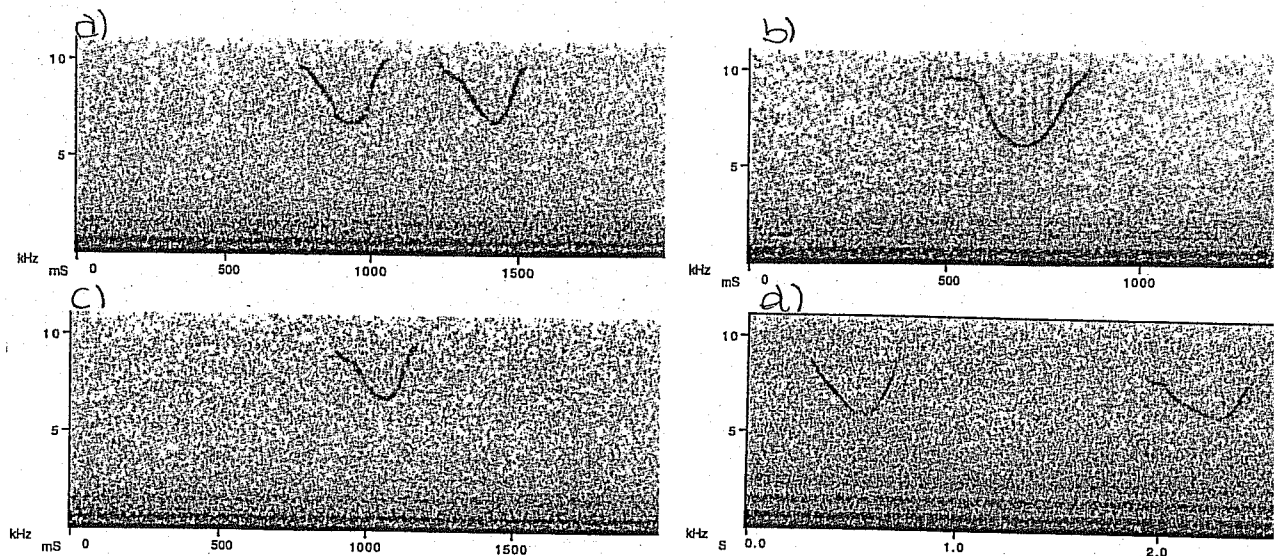


Figura 3.23 – Exemplos de sonogramas representativos da categoria nº9

a) Ass/5/97.10.07.16.34.05; b) Ass/8/97.10.10.12.12.23; c) Ass/5/97.10.07.16.33.55; d) Ass/1/97.10.04.15.06.12

A categoria nº 10, semelhante ao perfil anterior, possui três pontos de inflexão, sendo o primeiro entre uma descida de frequência e um contorno em forma de u; o terceiro ponto de inflexão dá-se entre este contorno e um período de frequência contínua (Figura 3.24). Este perfil pode ser emitido repetidamente em séries de *loops* (<2 *loops* em média). Esta categoria apresenta um grau de estereotipia mais elevado para as frequências mínima e máxima, enquanto para as frequências inicial e final os valores do coeficiente de variação são semelhantes (Tabela 3.11).

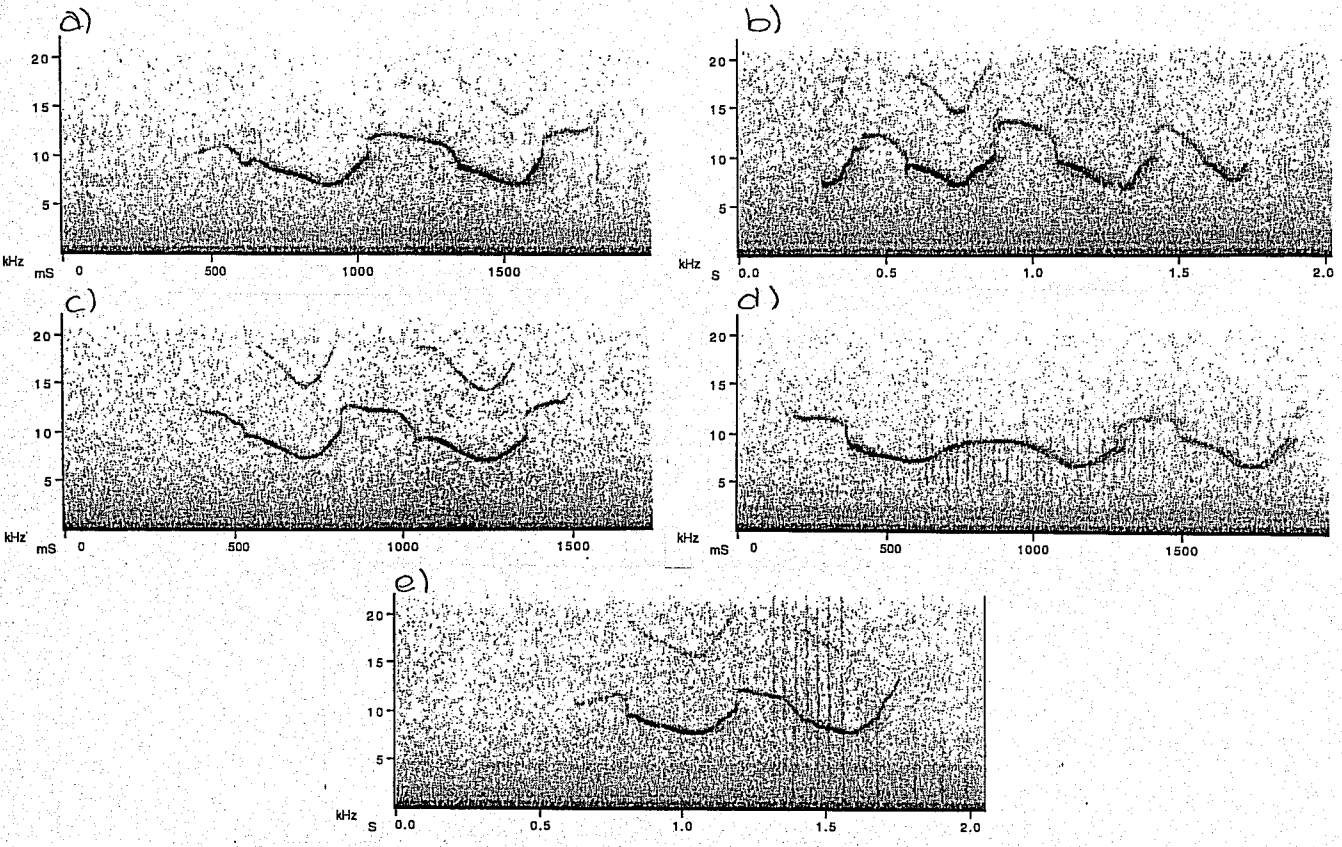


Figura 3.24 – Exemplos de sonogramas representativos da categoria nº10

- a) Ass/9/97.10.09.13.05.08; b) Ass/7/97.10.09.13.09.43; c) Ass/10/97.10.11.16.25.06; d) Ass/7/97.10.09.16.15.20; e) Ass/5/97.10.07.15.47.16

Na categoria nº 11, foram agrupados os assobios com um perfil de modulação horizontal sem qualquer ponto de inflexão (Figura 3.25). Esta categoria apresenta valores de coeficiente de variação mais elevados para todos os parâmetros de frequência, sendo os das frequências final, mínima e máxima semelhantes (Tabela 3.11).

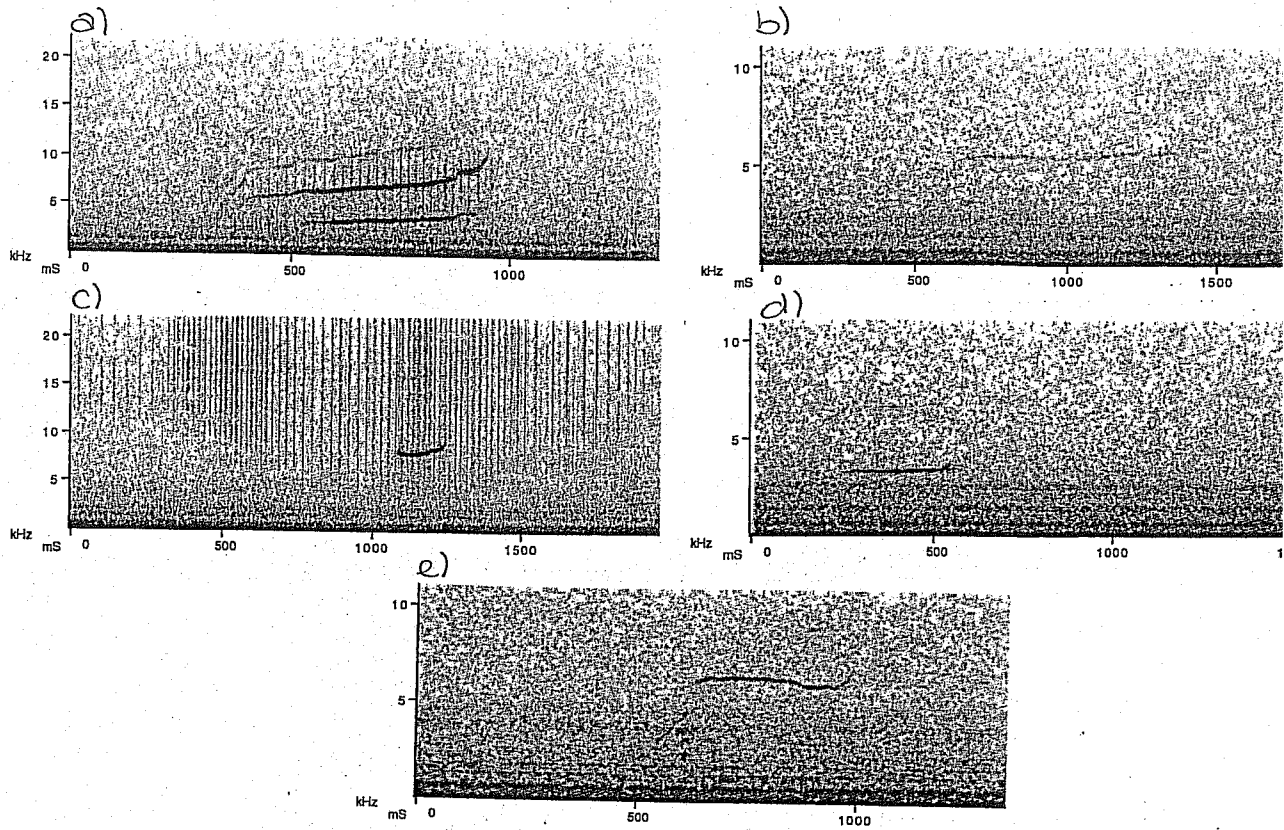


Figura 3.25 – Exemplos de sonogramas representativos da categoria n°11
 a) Ass/3/97.10.05.16.33.48; b) Ass/7/97.10.09.16.15.23; c) Ass+Tr/6/97.10.09.12.04.43; d)
 Ass/5/97.10.07.14.39.56; e) Ass/4/97.10.06.15.21.33

Os assobios com um perfil descendente foram agrupados na categoria n° 12, também sem pontos de inflexão (Figura 3.26). Nesta categoria, o grau de estereotipia é semelhante para todos os parâmetros de frequência analisados, mas o das frequências inicial e máxima são iguais (Tabela 3.11).

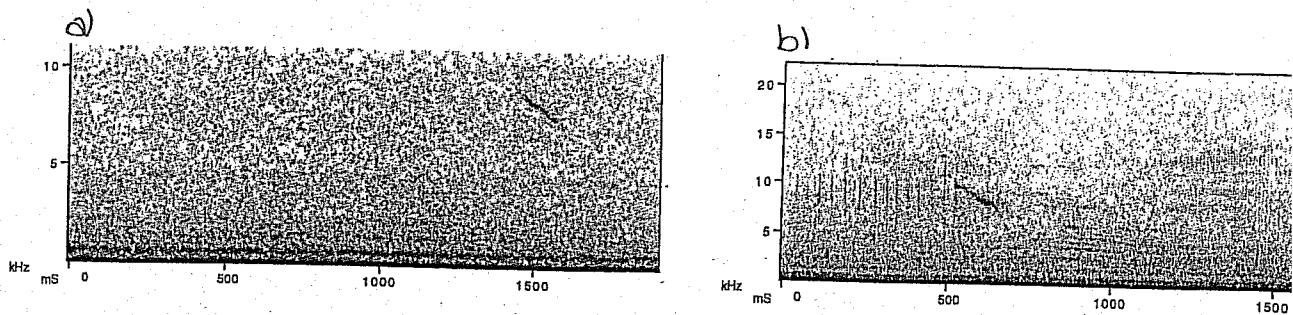


Figura 3.26 – Exemplos de sonogramas representativos da categoria n°12
 a) Ass/5/97.10.07.15.47.34; b) Ass/7/97.10.09.13.04.47

A categoria nº 13 é semelhante à categoria nº 8, mas bastante mais longo, possuindo três pontos de inflexão (Figura 3.27). Esta categoria apresenta um grau de estereotipia mais elevado para as frequências final e máxima, mas relativamente às frequências final e máxima os valores do coeficiente de variação são mais altos (0.37 e 0.31, respectivamente) (Tabela 3.11)

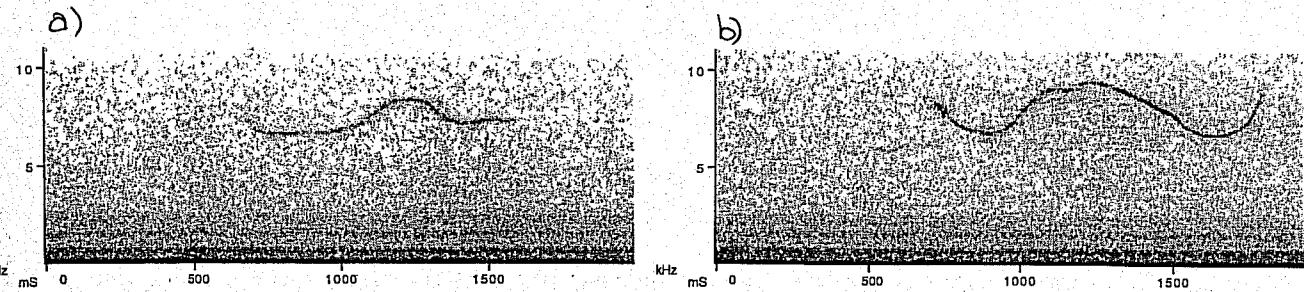


Figura 3.27 – Exemplos de sonogramas representativos da categoria nº13

a) Ass/7/97.10.09.17.07.54; b) Ass/7/97.10.09.17.05.03.

Na categoria nº 14, os assobios iniciam-se com um período de frequência contínua, seguido de uma descida e depois de uma ligeira subida de frequência, possuindo dois pontos de inflexão. Nesta categoria, o grau de estereotipia é mais elevado para a frequência mínima, enquanto para os outros três parâmetros (frequência inicial, máxima e duração), os valores do coeficiente de variação são ligeiramente mais altos (Tabela 3.11).

Um outro conjunto de assobios com um perfil semelhante foi agrupado na categoria nº 15, caracterizado por uma descida monotónica de frequência, seguida de um período de frequência contínua e depois de uma subida de frequência, possuindo por isso dois pontos de inflexão (Figura 3.28). Esta categoria apresenta um grau de estereotipia mais elevado para a frequência mínima (c.v.=0.15), mas relativamente às frequências inicial, final e máxima os valores do coeficiente de variação são ligeiramente mais altos (0.26, 0.28 e 0.26, respectivamente) (Tabela 3.11).

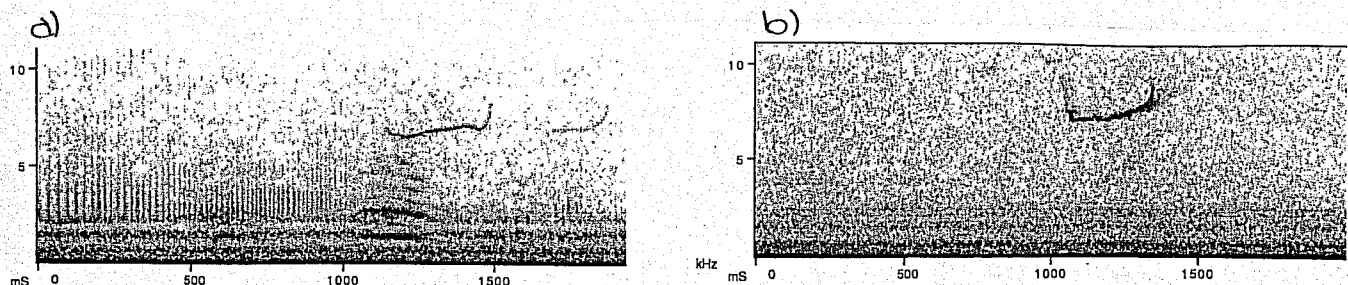


Figura 3.28 – Exemplos de sonogramas representativos da categoria nº15

a) Ass+Tr+Gem/1/97.10.04.13.08.15; b) Ass/7/97.10.09.13.09.35

Relativamente à duração, em todos os perfis, o coeficiente de variação é bastante mais elevado que o do restantes parâmetros, indicando que este parâmetro não apresenta uma estereotipia nas emissões dos assobios. Somente para as categorias 3, 13, 14 e 15 é que os valores do coeficiente de variação da duração se situava entre 0.3 e 0.4, o que por si só não é um valor elevado indicador da estereotipia.

7.1 Associação com outros sons

Apesar de muitos dos assobios gravados tenham sido emitidos na aparente ausência de qualquer outro sinal, outros aparecem sobrepostos a trens de impulsos (Figura 3.29), por vezes em grande abundância, ou a outros sinais pulsados (Figura 3.30), especialmente durante interações sociais. É durante estes contextos que se verifica também frequentemente a emissão simultânea de vários assobios distintos, indicando que provêm de emissores diferentes (Figura 3.31).

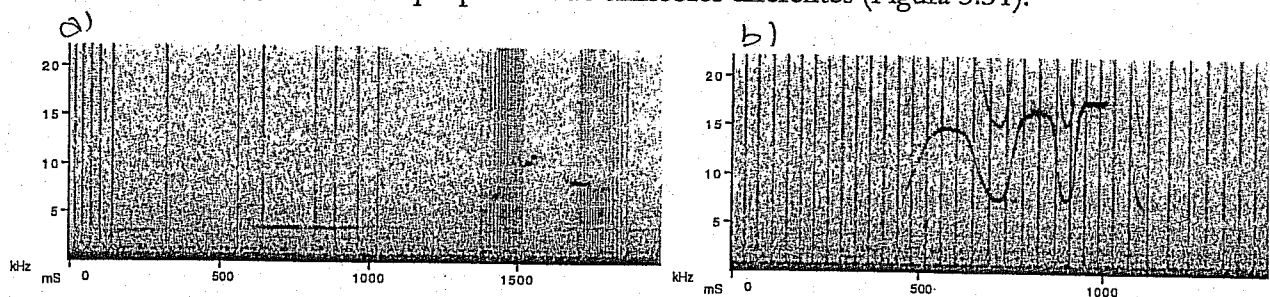


Figura 3.30 – Exemplos de sonogramas de assobios emitidos em simultâneo com trens de estalidos.

a) Ass+Tr/2/97.10.05.15.35.12; b) Ass/2/97.10.05.13.40.20

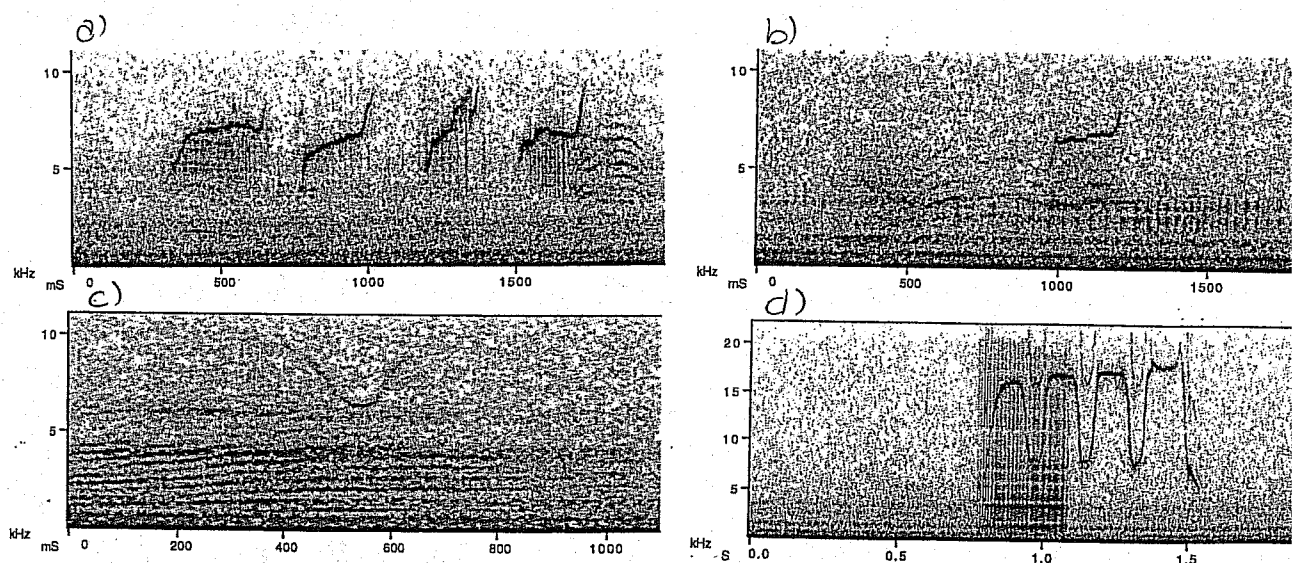
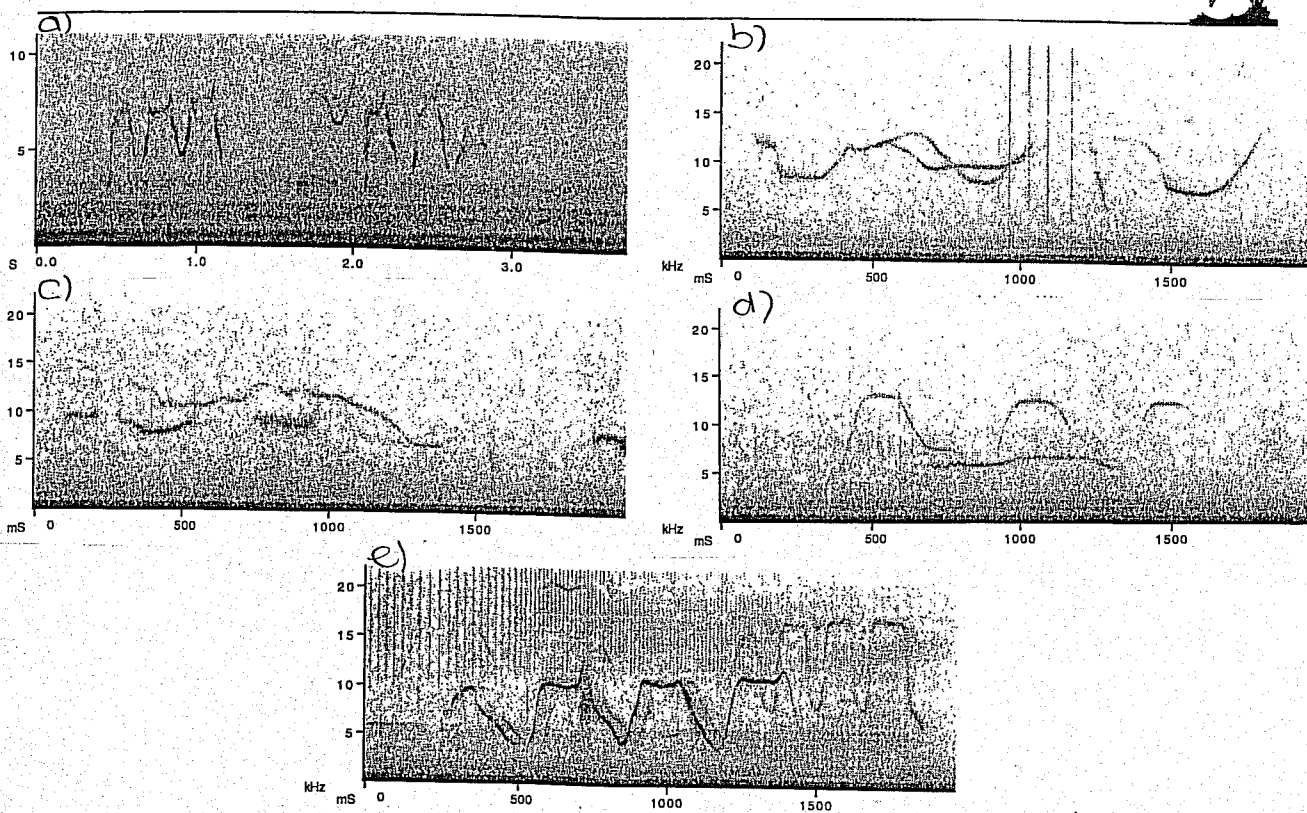


Figura 3.31 – Exemplos de sonogramas de assobios emitidos em simultâneo com outros sinais pulsados. a) Ass/9/97.10.11.13.29.17; b) Ass+Tr+Gem/1/97.10.04.16.03.17; c) Ass/2/97.10.04.17.04.54; d) Ass+Tr/1/97.10.04.16.08.00



a) Ass/3/97.10.06.13.15.50; b) Ass+Tr/7/97.10.09.17.09.41; c) Ass/7/97.10.09.13.10.45; d) Ass/7/97.10.09.17.04.35; e) Ass/10/97.10.11.16.37.35

7.2 Tentativa de identificação dos emissores dos assobios

De maneira, a tentar-se identificar quais os indivíduos que estavam a assobiar, teve-se em conta quais deles estavam mais perto do hidrofone e quais as actividades comportamentais que estavam a exibir.



Tabela 3.12 – Número de assobios, para cada categoria de perfil de modulação, atribuídos a cada animal

Perfil	Sam	Cher	Colby	Lua	Missy	Lucky	King	Happy	Indet.	Total
1	6	7	4	5	1	4	1	2	0	30
2	57	29	28	53	34	42	45	37	21	346
3	21	29	21	35	19	24	34	26	8	217
4	32	26	18	19	17	34	36	21	10	213
5	31	25	21	36	20	35	44	30	5	247
6	23	42	26	50	42	31	30	15	25	284
7	50	36	59	63	38	31	49	28	24	378
8	44	48	36	53	47	43	22	9	21	323
9	98	52	50	108	52	87	74	33	31	585
10	20	17	26	27	14	18	47	12	3	184
11	31	45	7	33	31	28	32	21	13	241
12	12	7	13	15	11	8	6	3	9	84
13	4	1	3	4	3	3	4	2	2	26
14	5	4	6	8	4	5	4	1	3	40
15	5	1	2	4	3	4	4	4	1	28
Total	439	369	320	513	336	397	432	244	176	3226

Assim, através do programa TESTMAT, verificou-se que as categorias de perfis de modulação de frequência estão relacionadas com os prováveis emissores desses assobios ($\chi^2 = 230.404$, g.l. = 112). No entanto, os perfis números 1, 13, 14 e 15 não apresentam qualquer relação com os indivíduos emissores.

Verificou-se que o Sam produz menos assobios com o perfil nº 6 do que o esperado. A Cher produz menos assobios dos perfis nº 2 e 9 e a Lua do perfil nº 4. O Lucky emite menos assobios com o perfil nº 7, enquanto o King e o Happy produzem menos assobios nº 8. O Happy também produz menos assobios do perfil nº 9. O assobio com o perfil nº 11 é menos produzido que o esperado pela Colby (Tabela 3.13).



Tabela 3.13 - Ocorrência das categorias dos perfis de modulação de frequência em função do indivíduo. Entre parêntesis encontram-se os níveis de significância encontrados pelo TESTMAT para as entradas com valores *INFERIORES* e *SUPERIORES* esperado se a distribuição fosse independente.

Perfil	Sam	Cher	Colby	Lua	Missy	Lucky	King	Happy	Indet.
1	6	7	4	5	1	4	1	2	0
2	57	29	28	53	34	42	45	37	21
		(p=0.051)						(p00.029)	
3	21	29	21	35	19	24	34	26	8
								(p=0.024)	
4	32	26	18	19	17	34	36	21	10
			(p=0.004)						
5	31	25	21	36	20	35	44	30	5
							(p=0.039)	(p=0.010)	(p=0.011)
6	23	42	26	50	42	31	30	15	25
	(p=0.006)				(p=0.025)				(p=0.010)
7	50	36	59	63	38	31	49	28	24
			(p=0.001)			(p=0.008)			
8	44	48	36	53	47	43	22	9	21
		(p=0.041)			(p=0.020)		(p=0.001)	(p=0.000)	
9	98	52	50	108	52	87	74	33	31
	(p=0.030)					(p=0.045)		(p=0.051)	
10	20	17	26	27	14	18	47	12	3
							(p=0.000)		(p=0.009)
11	31	45	7	33	31	28	32	21	13
		(p=0.005)							
12	12	7	13	15	11	8	6	3	9
									(p=0.039)
13	4	1	3	4	3	3	4	2	2
14	5	4	6	8	4	5	4	1	3
15	5	1	2	4	3	4	4	4	1

Por outro lado, o Happy produz mais assobios do perfil nº 2 que o esperado, bem como dos perfis nº 3 e 5. Também o King emite mais assobios com o perfil nº 5 que o esperado, mas também do perfil nº 10. Tanto o Sam como o Lucky emitem mais assobios, que o esperado, pertencentes ao perfil nº 9. Os perfis nº 8 e 10 são emitidos em maior abundância pela Cher. Já a Colby parece emitir mais assobios dos perfis 7 e 10. Por último, a Missy emite mais assobios pertencentes aos perfis nº 6 e 8 (Tabela 3.13).



Tabela 3.14 – Pares de indivíduos com uma abundância significativa do mesmo perfil de modulação.

Pares de indivíduos	Comentários sobre o estado e comportamento dos animais
Sam ($p < 0.030$) - Lucky ($p < 0.045$)	Sam é o macho mais velho, muitas vezes isolado; Lucky é um macho jovem, filho de outro macho
Cher ($p < 0.041$) – Missy ($p < 0.020$)	Duas fêmeas adultas não particularmente associadas. Cher em avançada gravidez
King ($p < 0.039$) – Happy ($p < 0.010$)	Dois machos jovens, muitas vezes observados a interagirem e a brincarem juntos

De todos os indivíduos, verificou-se que três pares (Tabela 3.14) partilhavam a emissão de determinado perfil de modulação de frequência. Somente entre o par King/Lucky é que se verifica uma interação, enquanto que, entre os outros dois pares, as ligações entre os indivíduos não é evidente.



7.3 – Ocorrência dos diferentes comportamentos nas várias actividades

Relativamente aos comportamentos, também se utilizou o mesmo programa para analisar as relações de associação entre os perfis e as actividades comportamentais (Tabela 3.15).

Tabela 3.15 – Ocorrência das actividades comportamentais para cada categoria de perfil de modelação.

Perfil	Inter.Golf.	Repouso	Natação	Jogo	Inter. Trein.	Treino	Indet.	Total
1	3	10	5	0	0	0	0	18
2	18	40	57	5	10	0	9	139
3	32	33	39	11	1	0	8	124
4	37	22	37	2	5	0	5	108
5	48	25	42	12	3	0	2	132
6	42	48	56	5	3	0	7	161
7	49	57	70	8	10	0	3	197
8	30	60	62	9	15	0	8	184
9	92	48	120	9	9	8	13	299
10	43	7	41	7	0	0	2	100
11	24	35	42	7	3	3	11	125
12	10	12	19	3	3	1	2	50
13	3	3	8	0	0	0	2	16
14	8	6	4	0	0	1	3	22
15	9	3	3	0	0	0	0	15
Total	448	409	605	78	62	13	75	1690

Assim, verificou-se que estas duas variáveis não são independentes ($\chi^2 = 204.827$; g.l. = 84). Os perfis nº 4, 6, 7, 12, 13 e 14 não apresentam qualquer relação significativa com os contextos comportamentais. Os perfis nº 2 e 8 foram produzidos em menor quantidade do que o esperado em situações de interacção entre os golfinhos. Verificou-se também que os golfinhos produziam menos assobios com os perfis nº 8 e 9 quando a repousar (Tabela 3.16).



Tabela 3.16 - Ocorrência das categorias dos perfis de modulação de frequência em função das actividades comportamentais. Entre parêntesis encontram-se os níveis de significância encontrados pelo TESTMAT para as entradas com valores *INFERIORES* e *SUPERIORES* esperado se a distribuição fosse independente.

Perfil	Inter.Golf.	Repouso	Natação	Jogo	Inter. Trein.	Treino	Indet.
1	3	10 (p=0.029)	5	0	0	0	0
2	18 (p=0.001)	40	57	5	10 (p=0.033)	0	9
3	32	33	39	11 (p=0.026)	1	0	8
4	37	22	37	2	5	0	5
5	48 (p=0.017)	25	42	12 (p=0.025)	3	0	2
6	42	48	56	5	3	0	7
7	49	57	70	8	10	0	3
8	30 (p=0.002)	60 (p=0.009)	62	9	15 (p=0.005)	0	8
9	92	48 (p=0.001)	120	9	9	8 (p=0.006)	13
10	43 (p=0.005)	7 (p=0.000)	41	7	0 (p=0.020)	0	2
11	24	35	42	7	3	3	11 (p=0.027)
12	10	12	19	3	3	1	2
13	3	3	8	0	0	0	2
14	8	6	4	0	0	1	3
15	9 (p=0.018)	3	3	0	0	0	0

O perfil n° 1 foi emitido em maior abundância quando os animais estavam em repouso, ao contrário dos perfis n° 9 e 10 que foram emitidos em situações de treino e interacção entre os golfinhos, respectivamente. Tanto o perfil n° 3, como o n° 5, são emitidos em maior abundância em contextos de jogo, mas o perfil n° 5 é também emitido durante situações de interacção entre os golfinhos, bem como o perfil n° 15. O perfil n° 8 é emitido principalmente quando os golfinhos estão a interagir com os treinadores e menos quando estão a interagir entre si ou mesmo quando estão em repouso (Tabela 3.16).



Analisando em detalhe os assobios com os perfis n° 2, 8 e 10 (assobios com mais de um *loop*) verifica-se que todos são emitidos durante situações de grande excitação para os golfinhos, tal como durante a interacção com os treinadores ou entre os indivíduos (Tabela 3.16). No entanto, o outro perfil com *loops*, não apresentou uma relação significativa com nenhum dos contextos comportamentais.

Relacionando as tabelas anteriores, verifica-se que o Happy poderá ser o emissor de dois perfis quando interage com os treinadores ou com conspecíficos ou quando está a brincar com algum objecto na piscina. Também o King poderá emitir dois dos perfis de modulação em situações de interacção com outros golfinhos ou quando em jogo não social. Os restantes golfinhos (excepto a Lua) poderão emitir um dos perfis também quando interagem com os treinadores ou quando em treino.

Tabela 3.17 – Relação entre as categorias de perfis de modelação, os possíveis emissores e as actividades exibidas pelos golfinhos, (+) - valores superiores ao esperado.

Categorias de perfis de modelação	Comportamentos	Possíveis emissores
Perfil 2	(+) Interação com Treinadores	(+) Happy
Perfil 3	(+) Jogo não Social	(+) Happy
Perfil 5	(+) Interação entre Golfinhos (+) Jogo não Social	(+) King (+) Happy
Perfil 8	(+) Interação com Treinadores	(+) Cher (+) Missy
Perfil 9	(+) Treino	(+) Sam (+) Lucky
Perfil 10	(+) Interação entre Golfinhos	(+) Colby (+) King
Perfil 11	(+) Indeterminado	(+) Cher



4. DISCUSSÃO

As associações entre assobios e comportamento incluem um aumento da taxa de emissão durante períodos de excitação e *stress* em *Stenella longirostri* (Norris *et al.* 1994), durante natação à proa e alimentação em *Delphinus delphis* (Busnel & Dziedzic 1966), durante alimentação em baleia-piloto (Dreher & Evans 1964), durante fuga e comportamento cooperativo (Evans 1966) e durante reuniões entre mães e crias em golfinhos-roazes (Smolker *et al.* 1993). No entanto, em cativeiro, devido às características peculiares duma piscina e o seu efeito nos golfinhos, devemos ter em conta alguns factores quando se interpretam os resultados obtidos, pois impõe constrangimentos físicos, ecológicos e comportamentais aos animais. O cativeiro pode alterar a frequência de comportamentos naturais - como por exemplo, a procura cooperativa de alimento -, excluir alguns, amplificar a ocorrência de outros comportamentos - vocalizações acima da superfície, complexidade de certos saltos -, e poderá ainda modificar a estrutura social (Defran & Pryor 1980). Factores, como a falta de estímulos habitualmente presentes no meio natural e a não necessidade de levar a cabo muitas das actividades com as quais os animais selvagens ocupam a maior parte do tempo, afectam os padrões de comportamento e de comunicação dos animais em cativeiro. Assim, as relações sociais existentes entre os indivíduos presentes numa piscina não são exactamente as dos grupos selvagens, pois o número de indivíduos do grupo é pequeno e a sua proveniência é, muitas vezes, distinta e as situações que enfrentam, no seu quotidiano, são muito diferentes, podendo tornar-se difícil avaliar quais os efeitos nos padrões de comunicação acústica. Apesar disto, os estudos encontraram muito dos padrões básicos de comportamento e de sinais acústicos (e as suas interrelações) descritos para os animais em cativeiro (Caldwell *et al.* 1990; dos Santos 1993).

4.1 – Actividades comportamentais

Os animais mantidos em cativeiro têm necessidades comportamentais, definidas como comportamentos motivados por estímulos internos que, se o animal não as puder realizar durante períodos prolongados, estas limitações comprometerão o seu bem-estar e, especialmente para os mamíferos marinhos mantidos em cativeiro, a necessidade de receber estímulos e de controlar o seu ambiente são provavelmente os aspectos mais importantes. A adição desta estimulação e/ou de um controlo sobre o meio envolvente melhora o seu bem-estar (Goldblat 1993). No entanto, apesar de uma elevada taxa de mortalidade e de incidência de doenças serem consideradas como indicadores de bem-estar dos animais em cativeiro, a sua ausência não significa necessariamente uma situação mais favorável, pois um fraco bem-estar pode não provocar um estado imediato de



doença (Galhardo *et al.* 1996).

Uma diminuição do bem-estar dos animais tem como resultado, entre outros, uma elevada frequência de estereotípias comportamentais, ou seja padrões repetitivos e não variáveis, sem nenhum objectivo ou função óbvia, desenvolvidos quando os animais estão confinados a ambientes monótonos. Estes padrões podem tomar a forma de tentativas de escape modificadas ou de auto-estimulação, como uma reacção à ausência de estimulação sensorial. Greenwood (1977) apresenta o caso de um golfinho com a estereotípia de bater com o melão contra a parede da piscina. Esta desapareceu com a mudança do golfinho para uma piscina maior, pois as dimensões horizontais de uma piscina parecem ser um elemento importante para o bem-estar dos animais (Greenwood 1977; Bassos & Wells 1996).

Todos os comportamentos mencionados durante este trabalho foram já referidos para golfinhos na natureza (e.g. Weaver 1987) e em delfinários (e.g. Tavalga & Essapian 1957; Galhardo 1993). Estes comportamentos estereotipados são os que podemos mais facilmente compreender em termos adaptativos, podendo apresentar uma maior estabilidade ontogenética, sendo menos influenciáveis pela experiência individual (interacção entre o indivíduo e o meio) e também os que variam menos de indivíduo para indivíduo ou de ocorrência para ocorrência.

Neste trabalho, a natação contínua dos golfinhos, registado com bastante frequência neste grupo, poderia ser interpretado como uma estereotípia. No entanto, como tende a cobrir toda a área disponível, poderá representar a distância máxima disponível para animais naturalmente activos (Greenwood 1977). Muitos dos comportamentos de jogo não social, apresentados pelos golfinhos deste estudo, são estimulados pela presença de brinquedos na piscina. Estes têm um papel fundamental no comportamento e no bem-estar dos golfinhos em cativeiro, permitindo-lhes a exploração do meio que os rodeia (Galhardo *et al.* 1996). Verifica-se mesmo que, nalguns casos, uma frequência elevada de comportamentos de jogo parece ser uma resposta positiva à ausência da necessidade de procurar alimento e manter a vigilância contra perigos naturais (dos Santos 1993).

Bräger (1993) verificou, para animais selvagens, que eles se alimentavam de manhã e ao fim da tarde, enquanto a socialização se dava de tarde. O mesmo se verificou neste estudo no que diz respeito à socialização que, aqui, descrevemos como interacção entre os golfinhos.

O repouso foi uma categoria relativamente abundante, talvez não só devido à não existência das actividades do seu meio natural, mas também devido ao facto do número total de sessões diárias e a duração dos espectáculos eventualmente constituem uma actividade cansativa para os golfinhos (Galhardo 1993).



4.2 Sinais acústicos

Os sons registados neste trabalho fazem parte do repertório acústico dos golfinhos-roazes, já descritos em vários trabalhos, tanto em cativeiro (e.g. Simões 1993) como na natureza; (dos Santos 1998). Os assobios foram os sinais acústicos emitidos com maior abundância e variaram consistentemente, ao longo dos dias de amostragem, o que pode estar relacionado com uma certa ciclicidade nas actividades destes animais, que têm uma rotina diária imposta pelos treinadores e pelos horários do delfinário.

Os trens de estalidos não ocorrem com a frequência que seria de esperar. Uma vez que a sua principal função está associada à ecolocalização que permite aos golfinhos o reconhecimento do seu meio ambiente e à detecção de presas e predadores, é provável que em condições de cativeiro, onde não há necessidade de procurar alimento e manter vigilância contra os perigos naturais, esta característica sensorial não seja tão utilizada. Por outro lado, o facto de os animais viverem numa piscina em que a água é límpida pode levar ao uso mais frequente da visão do que da ecolocalização (Mayer 1998). Por outro lado, as paredes, normalmente lisas e verticais, criam condições acústicas artificiais, aumentando a reverberação, o que poderá alterar algumas características das vocalizações dos animais, às quais os golfinhos podem ser sensíveis

É de referir que a quebra na produção de todos os tipos de sinais acústicos no período de amostragem das 19:00 - 19:15 poderá estar relacionada com a diminuição da actividade dos golfinhos, pois, na altura do ano em que as observações foram conduzidas, esta hora coincidia com o anoitecer e com o encerramento das instalações. No entanto, não foram realizadas gravações posteriores a esta hora, o que não permite fazer o encadeamento destes registos com as horas seguintes.

Os elevados coeficientes de variação para a duração dos assobios foram encontrados em estudos anteriores (Steiner 1981; Ding *et al.* 1995). Steiner propôs que estes parâmetros talvez sejam importantes para a identificação individual e tendo, por isso, uma elevada variabilidade intrapopulacional e intraespecífica. No entanto, neste trabalho tal facto não se verificou, o que poderá indicar que, em cativeiro, a duração dos assobios não é um parâmetro tão importante ou então será utilizado para outras funções ainda por esclarecer. A frequência final nos estudos referidos foi sempre maior ou menor que a frequência inicial, mas nunca a mesma, podendo ajudar a distinguir populações locais. Também neste estudo se verificou que a frequência final é diferente da frequência inicial.



4.2 – Os sons e os comportamentos

Os assobios são os sinais acústicos emitidos com maior abundância e a sua produção, no grupo de golfinhos, é frequentemente mais elevada durante os períodos de alimentação e interacção com os treinadores, e menos elevada em situações de jogo e interacção entre os golfinhos. As sessões de alimentação são, várias vezes, acompanhadas por períodos de treino ou de cuidados médicos, o que poderá exigir uma certa coordenação entre os golfinhos, sendo os assobios emitidos como uma forma de manter o contacto e a coesão entre os elementos do grupo (Weilgart & Whitehead 1990; Janik & Slater 1998). Nas situações em que apenas ocorrem interacções espontâneas com os treinadores, os assobios poderão ser emitidos como expressões de estados emocionais (Caldwell *et al.* 1990; Janik *et al.* 1994). Também Whitehead e Weilgart (1991), em cachalotes, verificaram que, em períodos de agregação dos indivíduos do grupo à superfície, estes produzem um maior número de “codas” com uma função comunicativa e identificativa.

Não foram observadas diferenças na produção dos vários tipos de sons entre os contextos em que os golfinhos estavam em comportamento espontâneo e quando estavam em comportamento condicionado. Isto deve-se ao facto de estes últimos terem tido uma ocorrência pontual durante o período de observações, com valores de abundância irrelevantes comparativamente à abundância dos comportamentos espontâneos, o que não permitiu estabelecer uma distinção entre os dois tipos de comportamentos.

A produção de outros sons pulsados no grupo de golfinhos é frequentemente mais elevada durante comportamentos de jogo não social e interacção entre os golfinhos, também ocorrendo em situações de repouso e natação, e é menos elevada durante os períodos de alimentação e interacção com os treinadores. Estes sinais ocorrem em situações comportamentais variadas, pelo que existem explicações alternativas para as suas possíveis funções. Assim, os outros sons pulsados podem ser utilizados pelos golfinhos com uma função sensorial, como a inspecção detalhada de objectos (em natação ou parados) e de brinquedos colocados na piscina (jogo não social), em que uma taxa de repetição elevada (tipicamente superior a 200Hz nos gemidos) permitirão definir detalhes mais finos quando estão a investigar alvos bastante próximos (Dawson 1991). No entanto, durante a emissão de trens com uma taxa de repetição tão elevada, os golfinhos não teriam tempo de receber e processar o eco de cada estalido antes da emissão do estalido seguinte (Au 1993), pelo que não estariam a ser usados como uma função de sonar. Assim, a estes trens é atribuído um carácter comunicativo, quando inseridos em contextos como



a interação entre conspecíficos. Dawson (1991) notou que a incidência de choros (ou gemidos), em golfinhos-de-Hector, foi significativamente maior em situações de comportamentos aéreos e agressivos do que em contextos de alimentação, tal como se observou no grupo de golfinhos estudado. Portanto, estas emissões acústicas podem ser indicadoras de excitação, que pode ter uma conotação negativa ou positiva dependendo do contexto em que ocorrem (Dawson 1991). Outros trabalhos (Herzing 1996) referem ainda que este tipo de vocalizações, quando emitidas a curta distância durante interações entre conspecíficos, poderão ter o efeito de um contacto acústico-táctil no animal que a recebe.

Durante o espectáculo verificou-se que os golfinhos produzem significativamente menos assobios, quando comparado com os períodos anterior e posterior, e que ocorre um aumento significativo na produção de trens de estalidos e de outros sons pulsados.. Neste período, os golfinhos desempenham uma série de exercícios condicionados, o que lhes exige uma maior atenção aos comandos dos treinadores. Portanto, os animais estão a executar tarefas, em que predomina a concentração e não a expressão de emoções, nas quais os assobios não terão uma função relevante. Os resultados, relativamente aos trens de estalidos, podem ser justificados pela existência de tarefas condicionadas que lhes exige a utilização do sistema de ecolocalização, como por exemplo o exercício em que um golfinho vendado tem que encontrar duas argolas. Quanto aos outros sons pulsados, o seu número é bastante mais baixo do que os trens de estalidos, apesar de a sua emissão aumentar significativamente durante o espectáculo. Pode-se especular sobre as razões deste facto considerando que há uma alteração do estado motivacional dos indivíduos no decorrer do espectáculo.

4.4 – Perfis dos assobios

A categorização dos assobios pelos seus perfis nos sonogramas depende inteiramente dos critérios de semelhança adoptados, o que tem tornado questionáveis algumas categorizações (Herman & Tavolga 1980).

Alguns autores (Buck & Tyack 1993; McCowan 1995) têm utilizado a categorização quantitativa para a classificação dos perfis de modulação. Os resultados de ambas as categorizações (visual e quantitativa) deverão ser iguais porque a base para a categorização quantitativa é a similaridade do perfil do assobio, a mesma característica usada para classificar visualmente. No entanto, existem três vantagens para a categorização quantitativa. Primeiro, esta técnica remove o erro do experimentador na escolha dos sinais, pois a classificação visual depende da frequência e do tempo que o experimentador escolhe para os espectrogramas. Esta ambiguidade é removida pelo



uso da análise correlacional para determinar se os assobios são similares. Segundo, a técnica quantitativa detecta variações subtis na estrutura acústica do perfil, as quais não podem ser avaliadas através de inspecção visual. Se as variações são funcionalmente pouco importantes, podem colapsar-se os tipos de assobios, com base apenas nas suas funções ou nos resultados das experiências de percepção e categorização. Assim, é mais eficiente classificar os assobios inicialmente por similaridade matemática do que por interpretação subjectiva, particularmente quando os sistemas perceptivos dos animais são desconhecidos. Terceiro, a categorização quantitativa fornece frequências actuais que poderão ser utilizadas para determinar os parâmetros acústicos ou as características que diferem entre tipos de assobios e testar em experiências de percepção e categorização (McCowan 1995).

A análise quantitativa dos assobios tem sido feita com base em parâmetros acústicos como a duração, frequência inicial, final, máxima e mínima e o nº de *loops* (e.g. Tyack 1991). Estes parâmetros sofrem variações dentro dum mesmo perfil, sem que, no entanto, o contorno se modifique relativamente à sua forma distinta. Segundo alguns investigadores, estas variações podem conter informação sobre os estados comportamentais dos animais ou os respectivos contextos sociais. Lilly & Miller (1961) referem que a maioria dos golfinhos têm os seus próprios intervalos de frequência característicos bem como as suas taxas de modulação de frequência e que estes parâmetros podem sofrer variações sob certas condições, particularmente quando os animais estão sujeitos a condições provocadoras de *stress*.

Das 15 categorias de perfis de modulação de frequência do assobios, apenas quatro apresentavam assobios com mais de um *loop*. Alguns investigadores têm questionado se o número de *loops* dum assobio poderá conter outras informações para além da assinatura. Alguns exemplos relativamente à duração dos assobios são óbvios. É provável que um assobio *multiloop* seja escutado com mais atenção do que uma vocalização curta. Caldwell *et al.* (1971b, in Caldwell *et al* 1990) notaram que um golfinho é melhor a localizar um som puro de 5 segundos do que de 1 segundo. Assim, um assobio longo *multiloops*, emitido por golfinhos, pode dar uma informação contínua da sua localização a outros golfinhos. Por outro lado, para golfinhos em cativeiro, confinados durante anos num ambiente relativamente limitado, a necessidade de um sinal mais complexo pode não se ter desenvolvido, especialmente nos casos em que só têm um companheiro conspécífico (Hickman & Grigsby 1978).

No entanto, os assobios com mais de um *loop* foram emitidos durante situações de excitação, tal como interacção entre os golfinhos e com os treinadores e durante jogo não social. Driscoll (1995) indica que o número de assobios é que se altera com diferentes padrões comportamentais,



em vez das suas características acústicas. Esta autora não encontrou quaisquer relações entre os perfis e os diferentes comportamentos, mas sim que os assobios *multi-looped* aumentavam com o aumento da actividade, tal como neste estudo.

Quanto à possibilidade de alguns destes perfis constituírem assinaturas acústicas individuais é forçoso notar que as suas percentagens de ocorrência dos diferentes perfis, na sua globalidade, não apresentam uma distribuição comparável à de outros estudos. Para além disso, encontraram-se poucas relações significativas entre as diversas categorias e os indivíduos do grupo. Segundo alguns autores, os golfinhos em cativeiro produzem espontaneamente imitações precisas dos assobios-assinatura dos seus companheiros (Caldwell *et al.* 1990). Se cada golfinho dentro dum grupo aprender a associar o assobio-assinatura apropriado a cada membro do grupo e o souber imitar, então é possível iniciar interacções sociais com qualquer parceiro mesmo que ambos estejam visualmente afastados um do outro (Tyack 1986).

Num outro estudo realizado com golfinhos em cativeiro (Simões 1993), sabemos que um dos indivíduos encontra-se agora no presente estudo (Missy). Quando inserida no primeiro grupo, este golfinho produziu mais assobios com o perfil ascendente, mas um número reduzido, o que parecia indicar que este é um indivíduo pouco vocal. Este golfinho não emitiu assobios, que tenham sido identificados como pertencentes a este indivíduo, com o perfil ondulado, ao contrário do presente trabalho, onde foram encontradas relações significativas entre o indivíduo e a categoria de perfil. Segundo Caldwell *et al.* (1990), os dados até hoje obtidos do assobio-assinatura e da imitação apontam para um sistema de comunicação altamente dependente de aprendizagem e de um sistema social baseado nas relações sociais específicas individuais. Neste trabalho, obtiveram-se bastantes categorias de perfis, quando comparado por exemplo com outros trabalhos (e.g. Simões 1993), talvez devido ao maior número de indivíduos, neste grupo, e de várias idades, o que permite a existência de um leque maior de interacções.

Quanto ao facto de não haver relações significativas entre a Lua e qualquer dos perfis de modulação pode ser talvez explicado pela ontogenia da formação do assobio, pois na altura do trabalho a Lua tinha apenas um ano de idade e estaria na fase de formação do assobio-assinatura e do seu repertório de assobios.

Os dados obtidos em estudos realizados com golfinhos em cativeiro podem nos dar alguma informação sobre as funções dos assobios, mas o padrão de ocorrência dos assobios-assinatura e a imitação de assobios podem ser muito diferentes no meio natural (Janik & Slater 1998).



4.5 – Considerações finais

Os golfinhos em cativeiro podem ser muito sensíveis a alterações na sua vida diária (Janik & Slater 1998), sabendo-se até que os golfinhos-roazes produzem taxas mais elevadas de assobios em resposta a situações novas (McBride & Heb 1948; Defran & Pryor 1980). Por outro lado, como determinados contextos não surgem em cativeiro, é natural que os padrões de ocorrência dos sons sejam diferentes na natureza, apesar de ser possível obter informações sobre as funções das emissões acústicas (Janik & Slater 1998). Assim, tal como todos os cetáceos, os golfinhos-roazes mostram uma relação geral entre os sons e os comportamentos, mas pode acontecer que os sinais não sejam usados unicamente num contexto comportamental específico, mas sim contribuírem para a riqueza global da natureza das actividades exploratórias e comunicativas (Weilgart & Whitehead 1990; Dawson 1991; dos Santos 1998).

Em termos de perspectivas futuras e na continuação deste trabalho, e de modo a diminuir constrangimentos técnicos enfrentados, seria interessante utilizar os meios necessários para identificar o indivíduo emissor de cada som, assim como usar uma cadeia de instrumentação com uma gama de frequências na região ultrasónica. Em cativeiro, podem também ser realizadas experiências de *playback*, fundamentais para a elucidação da função de determinadas emissões através da análise das reacções dos animais que as ouvem (dos Santos 1993). Dada a existência de estudos anteriores sobre este grupo de golfinhos, poderia também estudar-se a evolução das relações sociais, pois a composição do grupo já se alterou, devido ao nascimento e/ou morte de elementos do grupo (Galhardo 1993; Vicente 1997). Outros estudos que poderiam ser realizados seria a comparação sazonal de ciclos diurnos, também como seguimento deste trabalho. Também seria interessante estudar como os golfinhos utilizam as diferentes piscinas de vários tamanhos e profundidades, pois as suas dimensões parecem ter influência no tipo de comportamento exibido nelas. Para os golfinhos em cativeiro, é muito importante conhecer os factores que poderão influenciar a diversidade comportamental dos golfinhos, a qual poderá ser um índice de monotonia.



5. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Almada, V. C. & Oliveira, R. F. (1997). Sobre o uso de estatística de simulação em estudos de comportamento. *Análise Psicológica*, N° 1, Série XV, 97-103.
- Altmann, J. (1974). Observational study of behavior: sampling methods. *Behaviour*, 49: 227-267.
- Amundin, M. (1991). Helium effects on the click frequency spectrum of the harbour porpoise. *Phocoena phocoena*. *Journal of the Acoustical Society of America*, 90: 53-59.
- Au, W.W.L. (1980). Echolocation signals of the Atlantic bottlenose dolphin (*Tursiops truncatus*) in open waters. In: *Animal Sonar Systems*, (R.-G. Busnel & J.F. Fish, eds.), New York, Plenum Press, NATO ASI Series, 251-282.
- Au, W.W.L. (1988). Sonar target detection and recognition by odontocetes. In: *Animal Sonar: Processes and Performance*, (P. Nachtigall & P.W.B. Moore, eds.), New York, Plenum Press, NATO ASI Series, 451-465.
- Au, W.W.L. (1993). *The sonar of dolphins*. New York, Springer-Verlag.
- Au, W.W.L. (1997a). Echolocation in dolphins with a dolphin-bat comparison. *Bioacoustics*, 8: 137-162.
- Au, W.W.L. (1997b). Some hot topics in animal bioacoustics. *Journal of the Acoustical Society of America*, 101 (5), pt. 1: 2433-2441.
- Au, W.W.L., Floyd, R.W. & Haun, J.E. (1978). Propagation of Atlantic bottlenose dolphin echolocation signals. *Journal of the Acoustical Society of America*, 64 (2): 411-422.
- Au, W.W.L. & Snyder, K.J. (1980). Long-range target detection in open waters by an echolocating Atlantic bottlenose dolphin (*Tursiops truncatus*). *Journal of the Acoustical Society of America*, 68 (4): 1077-1084.
- Barrett-Lennard, L., Ford, J.K. & Heise, K.A. (1996). The mixed blessing of echolocation: differences in sonar use by fish-eating and mammal-eating killer whales. *Animal Behaviour*, 51: 553-565.
- Barros, N.B. & Odell, M D.K. (1990). Food habits of bottlenose dolphins in the southeastern United States. In: *The Bottlenose Dolphin*, (S. Leatherwood & R.R. Reeves, eds.), Academic Press, 309-328.
- Bassos, M.K. & Wells, R.S. (1996). Effect of pool features on the behavior of two bottlenose dolphins. *Marine Mammal Science*, 12(2): 321-324.
- Bel'kovich, V.M., Krushinskaya, N.L. & Gurevich, V.S. (1970). *The behaviour of dolphins in captivity*. Washington D.C., Joint Publication Research Service, 50701, 1-22.
- Bräger, S. (1993). Diurnal and seasonal behavior patterns of bottlenose dolphins (*Tursiops truncatus*). *Marine Mammal Science*, 9(4): 434-438.
- Brill, R.L., Sevenich, M.L., Sullivan, T.J., Sustman, J.D. & Witt, R.E. (1988). Behavioral evidence for hearing through the lower jaw by an echolocating dolphin (*Tursiops truncatus*). *Marine Mammal Science*, 4 (3): 223-230.
- Bryden, M.M. (1989). *Baleins, dauphins et marsouins*. Paris, Intercontinental Publishing Corporation, 134-141.
- Buck, J.R. & Tyack, P.L. (1993). A quantitative measure of similarity for *Tursiops truncatus* signature whistles. *Journal of the Acoustical Society of America*, 94 (5): 2497-2506.
- Busnel, R. -G. (1973). Symbiotic relationship between man and dolphins. *Transactions of the New York Academy of Sciences*, Series 2, 35: 112-131.
- Busnel, R. -G. & Dzedzic, A. (1966). Acoustic signals of the Pilot whale *Globicephala melaena* and of the porpoises *Delphinus delphis* and *Phocoena phocoena*. In: *Whales, Dolphins and Porpoises*, (K.S. Norris, ed.), University of California Press, Berkeley, 607-648.
- Caldwell, D.K. & Caldwell, M.C. (1972a). Senses and Communication. In: *Mammals of the Sea: Biology and Medicine*, (S. H. Ridgway, ed.), Springfield, Illinois: Thomas, 466-502.
- Caldwell, D.K. & Caldwell, M.C. (1972b). Behavior of Marine Mammals. In: *Mammals of the Sea: Biology and Medicine*, (S. H. Ridgway, ed.), Springfield, Illinois: Thomas, 419-465.



- Caldwell, D.K. & Caldwell, M.C. (1972c). Vocal mimicry in the whistle mode in the Atlantic bottlenose dolphin. *Cetology*, **9**: 1-8.
- Caldwell, D.K. & Caldwell, M.C. (1977). Cetaceans. In: *How Animals Communicate*, (T.A. Sebeok, ed.), Bloomington, Indiana University Press, 419-459.
- Caldwell, M.C. & Caldwell, D.K. (1965). Individualized whistle contours in bottlenose dolphins, *Tursiops truncatus*. *Nature*, **207**: 434-435.
- Caldwell, M.C. & Caldwell, D.K. (1966). Epimeletic (care-giving) behavior in Cetacea. In: *Whales, Dolphins and Porpoises*, (K.S. Norris, ed.), Berkeley, University of California Press, 755-789.
- Caldwell, M.C. & Caldwell, D.K. (1967). Intraspecific transfer of information via the pulsed sound in captive odontocete cetaceans. In: *Animal Sonar Systems*, Vol. II, (R. -G. Busnel, ed.), Jouy-en-Josas, France: Laboratoire de Physiologie Acoustique, 879-936.
- Caldwell, M.C. & Caldwell, D.K. (1968). Vocalizations of naive captive dolphins in small groups. *Science*, **159**: 1121-1123.
- Caldwell, M.C. & Caldwell, D.K. (1971). Statistical evidence for individual signature whistles in pacific whitesided dolphins, *Lagenorhynchus obliquidens*. *Cetology*, **3**: 1-9.
- Caldwell, M.C. & Caldwell, D.K. (1979). The whistle of the Atlantic bottlenose dolphin (*Tursiops truncatus*) - ontogeny. In: *Behavior of Marine Animals*, (H.E. Winn & B.L.Olla, eds.), vol.3, Plenum Press, 369-401.
- Caldwell, M.C., Caldwell, D.K. & Hall, N.R. (1973a). Ability of an Atlantic bottlenose dolphin (*Tursiops truncatus*) to discriminate between, and potentially identify, the whistles of another species, the common dolphin (*Delphinus delphis*). *Cetology*, **14**: 1-7.
- Caldwell, M.C., Caldwell, D.K. & Miller (1973b). Statistical evidence for individual signature whistles in the spotted dolphin, *Stenella plagiodon*. *Cetology*, **16**: 1-21.
- Caldwell, M.C., Caldwell, D.K. & Tyack, P.L. (1990). Review of the signature-whistle hypothesis for the Atlantic bottlenose dolphin. In: *The Bottlenose Dolphin*, (S. Leatherwood & R.R. Reeves, eds.), San Diego: Academic Press, 199-234.
- Caldwell, M.C., Hall, N.R. & Caldwell, D.K. (1971). Ability of an Atlantic bottlenose dolphin to discriminate between, and potentially identify, the whistles of another species, the spotted dolphin. *Cetology*, **6**: 1-6.
- Caldwell, M.C., Haugen, R.M. & Caldwell, D.K. (1962). High-energy sound associate with fright in the dolphin. *Science*, **138**: 907-908.
- Chirighin, L. (1987). Mother-calf relationships and calf development in the captive bottlenose dolphin (*Tursiops truncatus*). *Aquatic Mammals*, **13** (1): 5-15.
- Cockcroft, V.G. & Ross, G.J.B. (1990). Food and feeding of the Indian Ocean bottlenose dolphin off Southern Natal, South Africa. In: *The Bottlenose Dolphin*, (S. Leatherwood & R.R. Reeves, eds.), Orlando: Academic Press, 295-308.
- Connor, R.C., Richard, A.F., Smolker, R.A. & Mann, J. (1996a). Patterns of female attractiveness in Indian Ocean bottlenose dolphins. *Behaviour*, **133**: 37-69.
- Connor, R.C. & Smolker, R.A. (1996). "Pop" goes the dolphin: a vocalization male bottlenose dolphins produce during consortships. *Behaviour*, **133**: 643-662.
- Connor, R.C., Smolker, R.A. & Richards, A.F. (1992a). Two levels of alliance formation among male bottlenose dolphins (*Tursiops sp.*). *Proceedings of the National Academy of Sciences of the U.S.A.*, **89**: 987-990.
- Connor, R.C., Smolker, R.A. & Richards, A.F. (1992b). Dolphin alliances and coalitions. In: *Coalitions And Alliances In Humans And Other Animals*, (Harcourt & de Waal, eds.), Oxford University Press, Oxford, 415-439.
- Cranford, T.W., Amundin, M. & Norris, K.S. (1996). Functional morphology and homology in the odontocete nasal complex: implications for sound generation. *Journal of Morphology*, **228**: 223-285.



- Dawson, S.M. (1991). Clicks and communication: the behavioural and social contexts of Hector's dolphin vocalisations. *Ethology*, **8**: 265-276.
- Defran, R.H. & Pryor, K. (1980). The behavior and training of cetaceans in captivity. In: *Cetacean Behavior: Mechanisms and Functions*, (L.M. Herman, ed.), New York, John Wiley & Sons, 319-362.
- Dormer, K.J. (1979). Mechanisms of sound production and air recycling in delphinids: cineradiography evidence. *Journal of the Acoustical Society of America*, **65**: 229-239.
- dos Santos, M.E. (1985). Estudo preliminar da população sedentária de roazes, *Tursiops truncatus* (Montagu, 1821) (Cetacea, Delphinidae) no estuário do rio Sado. *Relatório de Estágio de Licenciatura*, Faculdade de Ciências da Universidade de Lisboa.
- dos Santos, M.E. (1989). Aspectos acústicos do comportamento dos golfinhos. *Análise Psicológica*, **1-2-3 (VII)**: 133-147.
- dos Santos, M.E. (1993). Estudo bio-acústico preliminar do golfinho-roaz (*Tursiops truncatus*) na região do Sado. *Dissertação no âmbito das provas de aptidão pedagógica e capacidade científica*, Instituto Superior de Psicologia Aplicada, 101pp.
- dos Santos, M.E. (1998). *Golfinhos-roazes do Sado: Estudo de Sons e Comportamento*, Lisboa, ISPA, Coleção Teses, 279pp.
- dos Santos, M.E., Caporin, G., Moreira, H.O., Ferreira, A.J. & Coelho, J.L.B. (1990). Acoustic behaviour in a local population of bottlenose dolphins. In: *Sensory Abilities of Cetaceans*, (J. Thomas & R. Kastelein, eds.), New York, Plenum Press, NATO ASI Series, 585-598.
- dos Santos, M.E., Ferreira, A.J. & Harzen, S. (1995). Rhythmic sound sequences emitted by aroused bottlenose dolphins in the Sado estuary, Portugal. In: *Sensory Systems of Aquatic Mammals*, (R.A. Kastelein, J.A. Thomas & P.E. Nachtigall, eds.), Woerden, The Netherlands, De Spil Publishers, 325-334.
- dos Santos, M.E. & Lacerda, M. (1983). Preliminary observations of the bottlenose dolphin (*Tursiops truncatus*) in the Sado estuary (Portugal). *Aquatic Mammals*, **13**: 65-80.
- Dreher, J.J. (1961). Linguistic considerations of porpoise sounds. *Journal of the Acoustical Society of America*, **33**: 1799-1800.
- Dreher, J.J. & Evans, W.E. (1964). Cetacean communication. In: *Marine Bioacoustics*, (W.N. Tavolga, ed.), 378-399.
- Driscoll, A.D. (1995). *The whistles of the Hawaiian spinner dolphin, Stenella longirostris*. Master's Thesis. University of California. Santa Cruz.
- Dudok van Heel, W.H. (1962). Sound and Cetacea, Netherlands. *Journal of Sea Research*, **1**: 407-507.
- Dzieddzc, A. & Buffrenil, V. de (1989). Acoustic signals of the Commerson's dolphin, *Cephalorhynchus commersonii*, in the Kerguelen Islands. *Journal of Mammalogy*, **70 (2)**: 449-452.
- Eastcott, A. & Dickinson, T. (1987). Underwater observations of the suckling and social behaviour of a new-born bottlenose dolphin (*Tursiops truncatus*). *Aquatic Mammals*, **13 (2)**: 51-56.
- Estabrook, C.B. & Estabrook, G.F. (1989). ACTUS: a solution to the problem of small samples in the analysis of two-way contingency tables. *Historical Methods*, **22**: 5-8.
- Evans, P.G.H. (1987). *The Natural History of Whales and Dolphins*. London, Christopher Helm, 343pp.
- Evans, W.E. (1966). Vocalizations among marine mammals. *Marine Bioacoustics*, **2**: 159-185.
- Evans, W.E. (1973). Echolocation by marine delphinids and one species of fresh-water dolphin. *Journal of the Acoustical Society of America*, **54**: 493-503.
- Fertl, D. & Schiro, A. (1994). Carrying of dead calves by free-ranging Texas bottlenose dolphins (*Tursiops truncatus*). *Aquatic Mammals*, **20**: 53-56.
- Fraser & Purves (1954). Hearing in Cetaceans. *Bulletin of the British Museum of Natural History*, **2**: 103-116.
- Galhardo, M.L.S. (1993). Behaviour of bottlenose dolphins in two dolphinaria, *Dissertação no âmbito do mestrado de comportamento animal aplicado e bem-estar*, Univ. de Edimburgo, 91pp.



- Galhardo, L., Appleby, M.C., Waran, N.K. & dos Santos, M.E. (1996). Spontaneous activities of captive performing bottlenose dolphins (*Tursiops truncatus*). *Animal Welfare*, **5**: 373-389.
- Gaspar, R. (1994). Estudo dos movimentos, da sociabilidade e dos padrões de frequência dos roazes *Tursiops truncatus* na região do estuário do Sado, utilizando fotoidentificação. *Relatório de Estágio de Licenciatura*, Faculdade de Ciências da Universidade de Lisboa.
- Gaspar, R. (1996). Observations on the occurrence of skin lesions in the resident group of bottlenose dolphins from the Sado estuary region, followed through photographic data. *European Research on Cetaceans*, Proceedings of the 9th Annual Conference of the European Cetacean Society, Lugano, Switzerland, 9-11 February 1995, Kiel, Germany, ECS, **9**: 224-226.
- Greenwood, A.G. (1977). A stereotyped behaviour pattern in dolphins. *Aquatic Mammals*, **5** (1): 15-17.
- Hawkins, A.D. & Myrberg, A.A.Jr. (1983). Hearing and sound communication under water. In: *Sensory Abilities of Cetaceans: Laboratory and Field Evidence* (J. A. Thomas & R. Kastelein, eds.), New York, Plenum Press, NATO ASI Series, 269-281.
- Herman, L.M., Pack, A.A. & Hoffmann-Kuhnt, M. (1998). Seeing through sound: dolphins (*Tursiops truncatus*) perceive the spatial structure of objects through echolocation. *Journal of Comparative Psychology*, **112** (3): 292-305.
- Herman, L.M. & Tavolga, W.N. (1980). The communication system of cetaceans. In: *Cetacean Behavior: Mechanisms and Functions*, (L.M. Herman, ed.). New York, John Wiley & Sons, 363-429.
- Herzing, D.L. (1996). Vocalisations and associated underwater behaviour of free-ranging Atlantic spotted dolphins, *Stenella frontalis* and bottlenose dolphins, *Tursiops truncatus*. *Aquatic Mammals*, **22** (2): 61-79.
- Hickman, D.L. & Grigsby, E.M. (1978). Comparison of signature whistles in *Tursiops truncatus*. *Cetology*, **31**: 1-10.
- Hollien, H., Hollien, P., Caldwell, D.K. & Caldwell, M. (1976). Sound production by the bottlenose dolphin, *Tursiops truncatus*. *Cetology*, **26**: 1-8.
- Hult, R.W. (1982). Another function of echolocation for bottlenosed dolphins, *Tursiops truncatus*. *Cetology*, **47**: 1-7.
- Irvine, A.B., Scott, M.D., Wells, R.S. & Kaufmann, J.H. (1981). Movements and activities of the Atlantic bottlenose dolphin, *Tursiops truncatus*, near Sarasota, Florida. *Fishery Bulletin*, **79** (4): 671-688.
- Jacobs, M.; Nowacek, D.P.; Gerhart, D.J.; Cannon, G.; Nowicki, S. & Forward, R.B.Jr. (1993). Seasonal changes in vocalizations during behavior of the Atlantic bottlenose dolphin. *Estuaries*, **16**(2): 241-246.
- Janik, V.M., Denhardt, G. & Todt, D. (1994). Signature whistle variations in a bottlenosed dolphin, *Tursiops truncatus*. *Behavioral Ecology and Sociobiology*, **35**: 243-248.
- Janik, V.M. & Slater, P.J.B. (1998). Context-specific use suggests that bottlenose dolphin signature whistles are cohesion calls. *Animal Behaviour*, **56**: 829-838.
- Jefferson, T.A., Leatherwood, S. & Webber, M.A. (1993). *Marine Mammals of the World*. Roma: Food and Agriculture Organization of the United Nations.
- Johnson, S.C. (1967). Sound detection thresholds in marine mammals. In: *Marine Bioacoustics*, Vol. II, (W. Tavolga, ed.), New York, Pergamon Press, 247-260.
- Jordão, P. (1992). Descrição dos padrões de comportamento estereotipados de um grupo de golfinhos *Tursiops truncatus* no Jardim Zoológico de Lisboa. *Relatório de Estágio do Curso de Licenciatura em Biologia Marinha e Pescas*, Universidade do Algarve, Portugal.
- Kamminga, C. (1982). Temporal difference perception by *Tursiops truncatus*. *Aquatic Mammals*, **9** (2): 41-45.
- Kellog, W.N., Kohler, R. & Morris, H.N. (1953). Porpoise sounds as sonar signals. *Science*, **117**: 239-243.
- Kirby, V.L. & Ridgway, S.H. (1984). Hormonal evidence of spontaneous ovulation in captive dolphins, *Tursiops truncatus* and *Delphinus delphis*. In: *Reproduction of Whales, Dolphins and Porpoises*, (W.F. Perrin, R.L. Brownell, Jr. & D.P. DeMaster, eds.), Reports of the International Whaling Commission, Special Issue 6, 459-464.



- Klinowska, M. (1991). *Dolphins, Porpoises and Whales of the World*. The IUCN Red Data Book. Gland & Cambridge, IUCN.
- Kuznetsov, V.B. (1990). Chemical sense of dolphins: quasi-olfaction. In: *Sensory Abilities of Cetaceans: Laboratory and Field Evidence*, (J. Thomas & R. Kastelein, eds.), New York, Plenum Press, NATO ASI Series, 481-503.
- Leatherwood, S.L. (1975). Some observations of feeding behavior of bottlenose dolphins (*Tursiops truncatus*) in the Northern Gulf of Mexico and *Tursiops* cf. *T. gilli* off Southern California, Baja California and Nayarit, Mexico. *Marine Fisheries Review*, **37**: 10-16.
- Leatherwood, S.L. (1977). Some preliminary impressions on the numbers and social behavior of the free-swimming bottlenosed dolphin calves (*Tursiops truncatus*) in the Northern Gulf of Mexico. In: *Breeding Dolphins: Present Status, Suggestions for the Future*, (S.H. Ridgway & K.W. Benirschke, eds.), Washington, D.C., U.S. Marine Mammal Commission, Report MMC-76/07 (NTIS PB-273 673), 143-167.
- Leatherwood, S.L. & Reeves, R.R. (1983). *The Sierra Club Handbook of Whales and Dolphins*. San Francisco, Sierra Club Books.
- Lilly, J.C. & Miller, A.M. (1961). Sounds emitted by the bottlenose dolphin. *Science*, **133**: 1689-1693.
- Lilly, J.C. (1961). *Man and Dolphin*. New York, Doubleday.
- Lilly, J.C., (1963). Distress call of the bottlenose dolphin: stimuli and evoked behavioral responses. *Science*, **139**: 116-118.
- Mackay, R.S. & Liaw, H.M. (1981). Dolphin vocalization mechanisms. *Science*, **212**: 676-677.
- Mackay, R.S. & Pegg, J. (1988). Debilitation of prey by intense sounds. *Marine Mammal Science*, **4**: 356-359.
- Madsen, C.J. & Herman, L.M. (1980). Social and ecological correlates of cetacean vision and visual appearance. In: *Cetacean Behavior: Mechanisms and Functions*, (L.M. Herman, ed.), New York, John Wiley & Sons, 101-147.
- Mallins, D.C. & Varanasi, U. (1975). Cetacean biosonar, part 2: the biochemistry of lipids in acoustic tissues. In: *Biochemical and Biophysical Perspectives in Marine Biology*, Vol. 2, (D.C. Mallins & J.R. Sargeant, eds.), London, Academic Press, 237-290.
- Marten, K., Norris, K.S., Moore, P.W.B. & Englund, K.A. (1988). Loud impulse sounds in odontocete predation and social behavior. In: *Animal Sonar: Processes and Performance*, (P. Nachtigall & P.W.B. Moore, eds.), New York, Plenum Press, NATO ASI Series, 567-579.
- Marten, K., Shariff, K., Psarakos, S. & White, D.J. (1996). Ring bubbles of dolphins. *Scientific American*, 64-69.
- Martinez, D.R. & Klinghammer, E. (1978). A partial ethogram of the killer whale (*Orcinus orca* L.). *Carnivore*, **1** (3): 13-27.
- McBride, A.F. & Kritzler, H. (1951). Observations on pregnancy, parturition and post-natal behavior in bottlenosed dolphin. *Journal of Mammalogy*, **32**: 251-266.
- McCormick, J.G., Wever, E.G., Palin, J. & Ridgway, S. (1970). Sound conduction in the dolphin ear. *Journal of the Acoustical Society of America*, **48** (6), pt. 2: 1418-1428.
- McCowan, B. (1995). A new quantitative technique for categorising whistles using simulated signals and whistles from captive bottlenose dolphins (Delphinidae. *Tursiops truncatus*). *Ethology*, **100**: 177-193.
- McCowan, B. & Reiss, D. (1995a). Quantitative comparison of whistle repertoires from captive adult bottlenose dolphins (Delphinidae. *Tursiops truncatus*): a re-evaluation of the signature whistle hypothesis. *Ethology*, **100**: 194-209.
- McCowan, B. & Reiss, D. (1995b). Maternal aggressive contact vocalizations in captive bottlenose dolphins (*Tursiops truncatus*): wide-band, low-frequency signals during mother/aunt-infant interactions. *Zoo Biology*, **14**: 293-309.
- Mobley, J.R. Jr. & Helweg, D.A. (1990). Visual ecology and cognition in cetaceans. In: *Sensory Abilities of Cetaceans: Laboratory and Field Evidence*, (J.A. Thomas & R. Kastelein, eds.), New York, Plenum Press,



- NATO ASI Series, 519-536.
- Moore, S. E. & Ridgway, S.H. (1995). Whistles produced by common dolphins from the Southern California Bight. *Aquatic Mammals*, **21** (1): 55-63.
- Morris, R.J. (1986). The acoustic faculty of dolphins. In: *Research on Dolphins* (M.M. Bryden & R. Harrison, eds.), Oxford, Clarendon Press, 369-399.
- Murray, S.O., Mercado, E. & Roitblat, H.L. (1998). Characterizing the graded structure of false killer whale (*Pseudorca crassidens*) vocalizations. *Journal of the Acoustical Society of America*, **104** (3): 1679-1688.
- Nachtigall, P.E. (1980). Odontocete echolocation performance on object size, shape and material. In: *Animal Sonar Systems*, (R.-G. Busnel & J.F. Fsih, eds.), New York, Plenum Press, NATO ASI Series, 71-95.
- Nachtigall, P.E. (1986). Vision, audition and chemoreception in dolphins and other marine mammals. In: *Dolphin Cognition and Behavior: A Comparative Approach*, (R.J. Schusterman, J.A. Thomas & F.G. Wood, eds.), Hillsdale, New jersey, Lawrence Erlbaum Associates, 79-113.
- Nachtigall, P.E. & Hall, R.W. (1974). Taste reception in the bottlenosed dolphin. *Acta Zoologica Fennica*, **172**: 147-148.
- Navarro, T. (1990). Behavioural traits of a female dolphin (*Tursiops truncatus*) with her calf. *Aquatic Mammals*, **16** (2): 65-69
- Norris, K.S. (1968). The evolution of acoustic mechanisms in odontocete cetaceans. In: *Evolution and Environment*, (E.T. Drake, ed.), New Haven, Connecticut, Yale University Press, 297-324.
- Norris, K.S. (1969). The echolocation of marine mammals. In: *The Biology of Marine Animals*, (H.T. Anderson, ed.), New York, Academic Press, 391-423.
- Norris, K.S. (1975). Cetacean biosonar, part 1: anatomical and behavioral studies. In: *Biochemical and Biophysical Perspectives in Marine Biology*, vol. 2, (D.C. Mallins & J.R. Sargeant, eds.), London, Academic Press, 215-236.
- Norris, K.S. & Dohl, T.P. (1980). Behavior of the Hawaiian spinner dolphin, *Stenella longirostris*. *Fishery Bulletin*, **77**: 821-849.
- Norris, K.S. & Prescott, J.H. (1961). Observations on pacific Cetaceans of California and Maexican waters. *University of California Publishers of Zoology*, **63**: 291-402.
- Norris, K.S., Würsig, B. & Wells, R.S. (1994). Aerial behavior. In: *The Hawaiian Spinner Dolphin*, (K.S. Norris et al.), Berkeley, University of California Press, 103-121.
- Odell, D. (1975). Status and aspects of the lifehistory of the bottlenose dolphin, *Tursiops truncatus*, in Florida. *Journal of the Fisheries Research Board of Canada*, **32** (7): 1055-1058.
- Östman, J. (1991). Changes in aggressive and sexual behavior between two male bottlenose dolphins (*Tursiops truncatus*) in a captive colony. In: *Dolphin Societies: Discoveries and Puzzles*, (K.Pryor & K.S. Norris, eds.), Berkeley, University of California Press, 305-317.
- Overstrom, N.A. (1983). Association between burst-pulse sounds and aggressive behavior in captive Atlantic bottlenose dolphins (*Tursiops truncatus*). *Zoo Biology*, **2**: 93-103.
- Pilleri, G. (1990). Adaptation to water and the evolution of eholocation in the Cetacea. *Ethology, Ecology and Evolution*, **2**: 135-163.
- Popper, A.N. (1980). Sound emission and detection by delphinids. In: *Cetacean Behavior: Mechanisms and Functions*, (J. Thomas & R. Kastelein, eds.), New York, John Wiley & Sons, 1-52.
- Pryor, K. (1990a). Non-acoustic communication in small cetaceans: glance, touch, position, gesture and bubbles. In: *Sensory Abilities of Cetaceans: Laboratory and Field Evidence*, (J. Thomas & R. Kastelein, eds.), New York, Plenum Press, NATO ASI Series, 537-544.
- Pryor, K.(1990b). Concluding comments on vision, tactition and chemoreception. In: *Sensory Abilities of Cetaceans: Laboratory and Field Evidence*, (J. Thomas & R. Kastelein, eds.), New York, Plenum Press, NATO ASI Series, 561-569.
- Pryor, K., J. Lindbergh, S. & Milano, R. (1990). A dolphin-human fishing cooperative in Brazil. *Marine*



- Mammal Science*, **6 (1)**: 77-82.
- Puente, A.E. & Dewsbury, D.A. (1976). Courtship and copulatory behavior of bottlenose dolphins (*Tursiops truncatus*). *Cetology*, **21**: 1-9.
- Purves, P.E. (1966). Anatomy and physiology of the outer and middle ear in cetaceans. In: *Whales, Dolphins and Porpoises*, (K.S. Norris, ed.), Berkeley, University of California Press, 320-380.
- Purves, P.E. (1967). Anatomical and experimental observations on the cetacean sonar system. In: *Animal Sonar Systems*, (R.-G. Busnel, ed.), Jouy-en-Josas, França, Laboratoire de Physiologie Acoustique, 197-270.
- Reid, K., Mann, J., Weiner, J.R. & Hecker, N. (1995). Infant development in two aquarium bottlenose dolphins. *Zoo Biology*, **14**: 135-147.
- Reiner, F. (1981), Guia de identificação de cetáceos e focas de Portugal Continental, Açores e Madeira. *Memórias de Museu do Mar*, Portugal, **1**: 1-60.
- Richards, D.G. (1986). Dolphin vocal mimicry and vocal object labeling. In: *Dolphin Cognition and Behavior: A Comparative Approach*, (R.J. Schusterman, J.A. Thomas & F.G. Wood, eds.), Hillsdale, New Jersey, Lawrence Erlbaum Associates, 273-288.
- Richards, D.G., Wolz, J.P. & Herman, L.M. (1984). Vocal mimicry of computer-generated sounds and vocal labeling of objects by a bottlenose dolphin (*Tursiops truncatus*). *Journal of Comparative Psychology*, **98**: 10-28.
- Ridgway, S.H. (1968). The bottlenose dolphin in biomedical research. In: *Methods of Animal Experimentation*, Vol.3, (W.I. Gay, ed.), New York, Academic Press, 387-447.
- Ridgway, S.H. (1986). Physiological observations on dolphin brains. In: *Dolphin Cognition and Behavior: A Comparative Approach*, (R.J. Schusterman, J.A. Thomas & F.G. Wood, eds.), Hillsdale, New Jersey, Lawrence Erlbaum Associates, 31-59.
- Saayman, G.S., Bower, D. & Tayler, C.K. (1972). Observations on inshore and pelagic dolphins off southeastern Cape coast of South Africa. *Koedoe*, **15**: 1-24.
- Saayman, G.S., Tayler, C.K. & Bower, D. (1993/73??). Diurnal activity cycles in captive and free-ranging Indian Ocean bottlenose dolphins (*Tursiops aduncus* Ehrenburg). *Behaviour*, **44**: 212-233.
- Samuels, A. & Gifford, T. (1997). A quantitative assessment of dominance relations among bottlenose dolphins. *Marine Mammal Science*, **13 (1)**: 70-99
- Sayigh, L.S. (1992). Development and functions of signature whistles of free-ranging bottlenose dolphins, *Tursiops truncatus*. *Tese de Doutorado*, Woods Hole Oceanographic Institute/Massachusetts Institute of Technology, Massachusetts, Estados Unidos da América
- Sayigh, L., Tyack, P.L., Wells, R.S. & Scott, M.D. (1990). Signature whistles of free-ranging bottlenose dolphins *Tursiops truncatus*: stability and mother-offspring comparisons. *Behavioural Ecology and Sociobiology*, **26**: 247-260.
- Schultz, K.W., Cato, D.H., Corkeron, P.J. & Bryden, M.M. (1995). Low frequency narrow-band sounds produced by bottlenose dolphins. *Marine Mammal Science*, **11 (4)**: 503-509
- Scott, M.D. & Chivers, S.J. (1990). Distribution and herd structure of bottlenose dolphins in the Eastern Tropical Pacific Ocean. In: *The Bottlenose Dolphin*, (S. Leatherwood & R.R. Reeves, eds.), Orlando, Academic Press, 387-402.
- Scott, M.D., Wells, R.S. & Irvine, A.B. (1990). A long-term study of bottlenose dolphins on the west coast of Florida. In: *The Bottlenose Dolphin*, (S. Leatherwood & R.R. Reeves, eds.), Orlando, Academic Press, 235-244.
- Sargent, D.E., Caldwell, D.K. & Caldwell, M.B. (1973). Age, growth and maturity of bottlenose dolphin (*Tursiops truncatus*) from Northeast Florida. *Journal of the Fisheries Research Board of Canada*, **30**: 1009-1011.
- Shane, S.H., Wells, R.S. & Würsig, B. (1986). Ecology, behaviour and social organization of the bottlenose dolphin: a review. *Marine Mammal Science*, **2 (1)**: 34-63



- Silva Lee, A. (1977). Observación sobre la conducta alimentaria del delfín, *Tursiops truncatus*. *Miscelanea Zoológica, La Habana*, n°6.
- Simões, A.C.L. (1993). Estudo de sons subaquáticos emitidos por golfinhos-roazes (*Tursiops truncatus*) em cativeiro. *Relatório de Estágio do Curso de Licenciatura em Biologia Marinha e Pescas*, Univ. do Algarve, U.C.T.R.A., 72pp.
- Smolker, R.A., Mann, J. & Smuts, B.B. (1993). Use of signature whistles during separations and reunions by wild bottlenose dolphins mothers and infants. *Behavioural Ecology and Sociobiology*, **33**: 393-402.
- Smolker, R.A., Richards, A.F., Connor, R.C. & Pepper, J.W. (1992). Sex differences in patterns of association among Indian Ocean bottlenose dolphins. *Behaviour*, **123 (1-2)**: 38-69.
- Steiner, W.W. (1981). Species-specific differences in pure tonal whistle vocalizations of five Western North Atlantic dolphin species. *Behavioral Ecology and Sociobiology*, **9**: 241-246.
- Tavolga, M.C. (1966). Behavior of the bottlenose dolphin (*Tursiops truncatus*): social interactions in a captive colony. In: *Whales, Dolphins and Porpoises*, (K.S. Norris, ed.), Berkeley, University of California Press, 718-730.
- Tavolga, M.C. & Essapian, F.S. (1957). The behavior of the bottlenose dolphin: pregnancy, parturition and mother-infant behavior. *Zoologica*, **42**: 11-31.
- Taylor, C.K. & Saayman, G.S. (1972). The social organization and behavior of dolphins (*Tursiops aduncus*) and baboons (*Papio ursinus*): some comparisons and assessments. *Annals of the Cape Provincial Museum (Natural History)*, **9**: 11-4.
- Thomas, J.A., Fisher, S.R. & Awbrey, F.A. (1986). Use of acoustic techniques in studying whale behavior. *Reports of the International Whaling Commission (Special Issue 8)*, 121-138.
- Thomas, J.A., Moore, P.W.B., Nachtigall, P.E. & Gilmartin, W.G. (1990). A new sound from a stranded pygmy whale. *Aquatic Mammals*, **16 (1)**: 28-30.
- Thomas, J.A.; Fisher, S.R. & Awbrey, F.A. (1986). Use of acoustic techniques in studying whale behavior. *Reports of the International Whaling Commission (Special Issue 8)*, 121-138.
- Thompson, R.K.R. & Herman, L.M. (1977). Memory for lists by the bottlenosed dolphin: convergence of memory processes with humans?. *Science*, **195**: 501-503.
- Tyack, P.L. (1985). An optical telemetry device to identify which dolphin produces a sound. *Journal of the Acoustical Society of America*, **78**: 1892-1895.
- Tyack, P.L. (1986). Whistle repertoires of two bottlenose dolphins, *Tursiops truncatus*: mimicry of signature whistles?. *Behavioural Ecology and Sociobiology*, **18**: 251-257.
- Tyack, P.L. (1991). Use of a telemetry device to identify which dolphin produces a sound. In: *Dolphin Societies: Discoveries and Puzzles*, (K. Pryor & K.S. Norris, eds.), Berkeley, University of California Press, 319-344.
- Tyack, P.L. (1997). Development and social functions of signature whistles in bottlenose dolphins *Tursiops truncatus*. *Bioacoustics*, **8**: 21-46.
- Tyack, P.L. & Recchia, C.A. (1991). A datalogger to identify vocalizing dolphins. *Journal of the Acoustical Society of America*, **90 (3)**: 1668-1671.
- Tyack, P.L. & Sayigh, L.S. (1989). Those dolphins aren't just whistling in the dark. *Oceanus*, **32 (1)**: 80-83.
- Vicente, É. (1997). *Estudo de amamentação no golfinho-roaz, Tursiops truncatus (Montagu, 1821)*. Relatório de Estágio do Curso de Licenciatura em Biologia Marinha e Pescas, Universidade do Algarve.
- Wang, D., Würsig, B. & Evans, W. (1995a). Comparisons of whistles among seven odontocete species. In: *Sensory Systems of Aquatic Mammals*, (R.A. Kastelein, J.A. Thomas & P.E. Nachtigall, eds.), De Spil Publishers, 299-323.
- Wang, D., Würsig, B. & Evans, W.E. (1995b). Whistles of bottlenose dolphins: comparison among populations. *Aquatic Mammals*, **21 (1)**: 65-77.
- Watkins, W.A. & Schevill, W.E. (1974). Listening to Hawaiian spinner porpoises, *Stenella cf. longirostris* with a 3-dimensional hydrophone array. *Journal of Mammalogy*, **55**: 319-328.



- Watkins, W.A. & Wartzok, D. (1985). Sensory biophysics of marine mammals. *Marine Mammal Science*, **1** (3): 219-260
- Watkins, W.A. (1980). Click sounds from animals at sea. In: *Animal Sonar Systems*, (R.-G. Busnel & J.F. Fish, eds.), New York, Plenum Press, NATO ASI Series, 291-297.
- Weaver, A.C. (1987). An ethogram of naturally occurring behavior of bottlenose dolphins, *Tursiops truncatus*, in Southern California waters. *Tese de Mestrado*, San Diego State University, California, Estados Unidos da América.
- Weilgart, L. & Whitehead, H. (1990). Vocalizations of the North Atlantic pilot whale (*Globicephala melas*) as related to behavioral contexts. *Behavioral Ecology and Sociobiology*, **26**: 399-402.
- Weilgart, L. & Whitehead, H. (1997). Group-specific dialects and geographical variation in coda repertoire in South Pacific sperm whales. *Behavioural Ecology and Sociobiology*, **40**: 277-285
- Wells, R.S. (1991). The role of a long-term study in understanding the social structure of a bottlenose dolphin community. In: *Dolphin Societies: Discoveries and Puzzles*, (K. Pryor & K.S. Norris, eds.), Berkeley, University of California Press, 199-225.
- Wells, R.S., Irvine, A.B. & Scott, M.D. (1980). The social ecology of inshore odontocetes. In: *Cetacean Behavior: Mechanisms and Functions*, (L.M. Herman, ed.), New York, Wiley, 263-317.
- Wells, R.S., Scott, M.D. & Irvine, A.B. (1987). The social structure of free-ranging bottlenose dolphins. In: *Current Mammalogy*, Vol. 1, (H. Genoways, ed.), New York, Plenum Press, 247-305.
- Whitehead, H. & Weilgart, L. (1991). Patterns of visually observable behaviour and vocalizations in groups of female sperm whales. *Behaviour*, **118(3-4)**: 275-296.
- Wood, F.G. (1953). Underwater sound production and concurrent behavior of captive porpoises, *Tursiops truncatus* and *Stenella plagiodon*. *Bulletin of Marine Science of the Gulf and Caribbean*, **3**: 120-133.
- Würsig, B. (1978). Occurrence and group organization of Atlantic bottlenose porpoises (*Tursiops truncatus*) in an Argentine bay. *Biological Bulletin*, **154**: 348-359.
- Würsig, B. (1979). Dolphins. *Scientific American*, **240** (3): 136-148.
- Würsig, B. (1989). Cetaceans. *Science*, **244**: 1550-1557.
- Würsig, B., Kieckhefer, T. & Jefferson, T.A. (1990). Visual displays for communication in cetaceans. In: *Sensory Abilities of Cetaceans: Laboratory and Field Evidence*, (J. Thomas & R. Kastelein, eds.), New York, Plenum Press, NAO ASI Series, 545-559.
- Würsig, B. & Würsig, M. (1979). Behavior and ecology of the bottlenose dolphin *Tursiops truncatus* in the South Atlantic. *Fishery Bulletin*, **77**: 399-412.
- Würsig, B. & Würsig, M. (1980). Behavior and ecology of the dusky dolphin *Lagenorhynchus obscurus* in the South Atlantic. *Fishery Bulletin*, **77**: 871-890.
- Zagaeski, M. (1987). Some observations on the prey stunning hypothesis. *Marine Mammal Science*, **3**: 275-279.