

UNIVERSIDADE DOS AÇORES

Departamento de Oceanografia e Pescas

Relatório de Estágio da Licenciatura em Biologia Marinha

**ANÁLISE DO PADRÃO DE MERGULHO E COMPORTAMENTO
ALIMENTAR DE CACHALOTE (*Physeter macrocephalus*) E
BALEIA-COMUM (*Balaenoptera physalus*) NO ARQUIPÉLAGO
DOS AÇORES**

TIAGO DUARTE ALMEIDA MOURA E SÁ

Orientadora: Doutora Mónica Almeida e Silva

Supervisor: Doutor João Gonçalves

Faial – Horta

2008

AGRADECIMENTOS

Gostaria de agradecer à minha orientadora, Doutora Mónica Almeida e Silva, por me ter proporcionado a excelente oportunidade de trabalhar neste projecto pioneiro a nível nacional e por toda a ajuda, disponibilidade e acompanhamento prestados durante a realização do trabalho.

Ao Doutor João Gonçalves, pela ajuda e atenção dispensadas a todos os meus pedidos.

Ao Rui Prieto, por me ter incentivado desde o primeiro minuto, pela incansável partilha de conhecimentos e principalmente pela sua amizade. Obrigado por tudo!

À Irma Cascão, por todo o apoio prestado, pela amizade e imprescindível ajuda no trabalho em ArcGIS, relativo aos trajectos dos cachalotes.

À Cláudia Oliveira, pela colaboração prestada ao nível das saídas de mar.

Aos projectos MARMAC II (INTERREG IIIB/05/MAC/4.2/A4) – Conhecimento, promoção e valorização para o uso sustentável dos ecossistemas e da biodiversidade marinha na Macaronésia; e MACETUS (INTERREG IIIB/MAC/4.2/M10) – Estudo da estrutura populacional, distribuição, movimentos e utilização do habitat de *Physeter macrocephalus*, *Tursiops truncatus*, *Globicephala macrorhynchus* e *Stenella frontalis* na região Macarronésica (Arquipélagos dos Açores, Canárias e Madeira).

À tripulação da L/I Águas Vivas, Paulo Martins e Vítor Rosa, aos skippers do “Arion” e “Zífió”, Renato Bettencourt e Norberto Serpa pela constante boa disposição, dedicação e ensinamentos.

A todos os investigadores e funcionários do DOP que de alguma forma contribuíram para a que a estadia no Faial fosse a melhor possível.

Aos meus amigos no Faial, Cátia, Clara, Guilherme, João, Margarida e Nuno pela amizade, apoio e constante presença.

Aos amigos do Continente, Chucky, David, Nuno e Tânia por estarem sempre comigo apesar da distância.

À minha família, em especial ao meus tios pela preciosa ajuda e aos meus pais, ao Reinaldo e aos meus manos Hugo e Pedro, pelo apoio incondicional e incentivo constante.

À Filipa, pelo seu amor, apoio e dedicação ao longo dos últimos três anos.

Um Muito Obrigado a todos.

RESUMO	1
ABSTRACT	2
1. INTRODUÇÃO	3
1.1. Espécies estudadas	3
1.1.1. Cachalote	3
Breve descrição	3
Ecologia	4
Comportamento de mergulho	5
1.1.2. Baleia–Comum	6
Breve descrição	6
Ecologia	7
Comportamento de mergulho	7
1.2. Surgimento e evolução dos “tags”	8
1.3. Objectivos	9
2. MATERIAL E MÉTODOS	11
2.1. Área de estudo	11
2.2. “Tag”	12
2.3. Saídas de mar e colocação dos “tags”	13
2.4. Análise dos mergulhos	14
2.5. Caracterização topográfica das áreas de alimentação	16
3. RESULTADOS	18
3.1. Esforço de amostragem	18
3.2. Cachalote	18
3.2.1. Caracterização dos tipos de mergulho	18
3.2.2. Caracterização das áreas de alimentação	22
3.3. Baleia–comum	24
3.3.1. Caracterização dos tipos de mergulho	24
4. DISCUSSÃO	28
5. CONCLUSÕES	35
6. REFERÊNCIAS	37

RESUMO

O comportamento de mergulho e alimentar de cachalote (*Physeter marocephalus*) e baleia-comum (*Balaenoptera physalus*), no Arquipélago dos Açores, foi estudado utilizando dados recolhidos em três períodos distintos entre 2005 e 2008. Para o efeito, foram colocados “tags” com Time-Depth Recorders (TDRs), em 7 cachalotes e 2 baleias-comuns.

Dos sete “tags” colocados em cachalotes, 6 foram recuperados, tendo permanecido nos animais entre 28 min e 4h26min, registando 20 mergulhos profundos e 22 mergulhos superficiais. Os mergulhos profundos atingiram uma profundidade máxima de 1091 m (média de 820 m) e uma duração máxima de 51 min (média de 44 min). O tempo máximo passado à superfície entre mergulhos profundos foi de 14 min (média de 10 min). Os mergulhos superficiais registaram uma profundidade máxima de 38 m (média de 15 m), uma duração máxima de 9 min (média de 4 min) e um intervalo de superfície máximo de 6 min (média de 3 min). Durante o tempo em que os cachalotes estiveram marcados, 80% desse tempo foi dedicado ao mergulho profundo. Foi analisada a possível interação dos cachalotes com o fundo oceânico, não se tendo verificado qualquer tipo de relação, sugerindo que estes animais alimentam-se de animais mesopelágicos.

No caso das baleias-comuns, os “tags” permaneceram 2h25min na primeira baleia marcada e 6h50min na segunda, registando nesse espaço de tempo 6 mergulhos de alimentação e 157 de não-alimentação. Os mergulhos de alimentação atingiram uma profundidade máxima de 141 m (média de 76 m) e uma duração máxima de 4 min (média de 3 min). Os mergulhos de não-alimentação registaram uma profundidade máxima de 121 m (média de 25 m) e uma duração máxima de 4 min (média de 2 min). Durante os mergulhos de alimentação, as baleias utilizaram o mecanismo de “lunge feeding” para capturar presas na coluna de água. Como este mecanismo requer um dispêndio energético muito grande, verificou-se o que o tempo despendido à superfície após este tipo de mergulho foi em média superior ao tempo entre mergulhos de não-alimentação.

ABSTRACT

The diving and feeding behavior of sperm whales (*Physeter macrocephalus*) and fin whales (*Balaenoptera physalus*) off the Azores Archipelago were studied using a suction-cup-attached TDR (Time–Depth Recorder) tag. Three dedicated field seasons were conducted from 2005 to 2008.

Concerning the sperm whales, 7 tags were attached but only 6 were retrieved, which remained in the animals between 28 min and 4h26min, recording 20 deep dives and 22 shallow dives. Deep dives reached a maximum depth of 1091 m (average of 820 m) with a maximum duration of 51 min (average of 44 min). The surface time was in average 10 min, with a maximum of 14 min. Shallow dives recorded a maximum depth of 38 m (average of 15 m) with a maximum duration of 9 min (average of 4 min) and a maximum surface time of 6 min (average of 3 min). During the time sperm whales were tagged 80% was spent in deep dives. A possible interaction between the whales and the ocean bottom was tested, but data showed no relation within, suggesting that sperm whales feed on mesopelagic animals.

As for the fin whales, 2 tags were attached, remaining 2h25min in the first whale, and 6h50min in the second whale. During those periods, 6 feeding dives and 157 non feeding dives were recorded. The feeding dives reached a maximum depth of 141 m (average of 76 m) and a maximum duration of 4 min (average of 3 min). The non feeding dives reached a maximum depth of 121 m (average of 25 m) and a maximum duration of 4 min (average of 2 min). The data suggested that during the feeding dives these whales used the lunge feeding mechanism to catch their preys. Since this mechanism is energetically expensive, time spent at surface after feeding dives was in average superior to non feeding dives.

1. INTRODUÇÃO

1.1. Espécies estudadas

1.1.1. Cachalote

Breve descrição

O cachalote (*Physeter macrocephalus*) (Figura 1) é o maior exemplar da sub-ordem Odontoceti, que engloba todos os cetáceos com dentes. É a espécie de cetáceo que exhibe os mergulhos mais longos e profundos, à excepção talvez de algumas espécies de baleias-de-bico. HOOKER & BAIRD (1999), relataram que a baleia bico-de-garrafa (*Hyperoodon ampullatus*) pode mergulhar a 1453 metros (m) de profundidade durante 70 minutos (min). Em 2006, uma baleia-de-bico de Blainville (*Mesoplodon densirostris*) efectuou mergulhos superiores a 54 min e a uma profundidade máxima de 1408 m (BAIRD et al. 2006). No mesmo ano, TYACK et al. (2006) descreveram mergulhos de baleia-de-bico de Cuvier (*Ziphius cavirostris*) que duraram 85 min e atingiram 1885 m de profundidade.

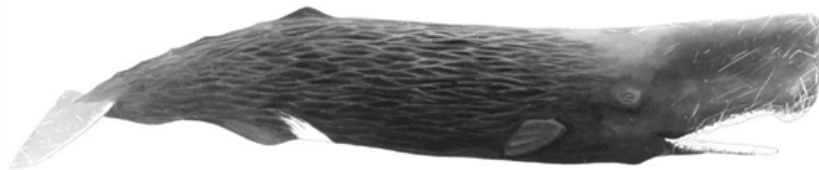


Figura 1 – Cachalote (*Physeter macrocephalus*) (JEFFERSON et al. 1994).

A característica mais evidente de um cachalote é a sua cabeça desproporcional, especialmente nos machos, podendo medir mais de um terço do comprimento total do animal. A cabeça aloja no seu interior o maior cérebro do reino animal (7.8 kg) e o órgão do espermacete que está envolvido em questões fisiológicas como controlo da flutuabilidade (CLARKE 1978) e produção de sons para eco-localização (MADSEN et al. 2002a). O dimorfismo sexual é acentuado, evidente tanto no tamanho como no peso, já que um macho adulto pode pesar cerca de 57 toneladas (t) e atingir 18 m de comprimento, enquanto que uma fêmea adulta não ultrapassa as 24 t e os 12.5 m (WHITEHEAD 2003).

Os machos atingem a maturidade sexual aproximadamente aos 18 anos e as fêmeas aos 9 anos. A gestação ocorre ao longo de 15 meses, após os

quais nasce uma cria com 1 t de peso e 4 m de comprimento. A cria é amamentada até aos 2 anos de idade e permanece no seio familiar, constituído por fêmeas e juvenis, até à idade adulta, podendo atingir os 70 anos de idade (WHITEHEAD 2003, FONTAINE, 2007).

Ecologia

O cachalote é uma espécie distribuída globalmente, ocorrendo desde o limite de ambos os pólos até ao equador. A sua distribuição é influenciada, regra geral, pela temperatura superficial da água e pela profundidade da área onde se encontra. As fêmeas têm uma distribuição mais restrita, demarcada claramente pela temperatura da água, permanecendo em zonas com temperatura superficial igual ou superior a 15°C. Os machos suportam temperaturas mais baixas e podem ser encontrados em zonas com temperatura superficial de 0°C (WHITEHEAD 2003). Em relação à profundidade, possivelmente o factor mais determinante na selecção do habitat dos cachalotes, as fêmeas tendem a concentrar-se em zonas de maior profundidade, sendo raramente avistadas em águas pouco profundas junto a plataformas continentais. Já para os machos, a profundidade não parece constituir um constrangimento, sendo avistados em zonas menos profundas junto à costa e efectuando mergulhos menos profundos (WHITEHEAD 2003; TELONI et al. 2008).

Nos Açores, a população de cachalotes é composta sobretudo por fêmeas e juvenis de ambos os sexos. Estes distribuem-se preferencialmente em zonas de elevada profundidade, em áreas adjacentes a vertentes acentuadas, estando a sua abundância relativa correlacionada com águas de temperaturas mais quentes (GORDON & STEINER 1992; SEABRA et al. 2005).

Os cachalotes são animais sociais que convivem em grupos, formados por fêmeas e juvenis imaturos, que podem atingir 20 indivíduos. As fêmeas permanecem juntas durante longos anos formando grupos coesos aos quais se juntam os recém-nascidos, juvenis imaturos e na época de reprodução, machos maturos. Quando atingem os 6–8 anos de idade, os machos separam-se do grupo familiar e rumam para latitudes mais elevadas juntando-se a outros machos sexualmente inactivos (WHITEHEAD 2003).

Relativamente à dieta, os cachalotes alimentam-se preferencialmente de cefalópodes, especialmente lulas, podendo ocasionalmente alimentar-se de peixes demersais (WHITEHEAD 2003, FONTAINE 2007). Um estudo efectuado por CLARKE et al. (1993) acerca dos conteúdos estomacais de cachalotes capturados nos Açores entre 1981 e 1984, revelou que foram identificados cerca de 52 espécies de cefalópodes, distribuídas por 16 famílias. Destas, as mais representativas foram Octopoteuthidae, Histioteuthidae e Architeuthidae.

Comportamento de mergulho

Os movimentos mais característicos dos cachalotes são os seus mergulhos profundos. Por esse motivo, nas últimas décadas tem havido um crescente interesse no estudo dos mergulhos de cachalote (AMANO & YOSHIOKA 2003). O cachalote pode mergulhar até profundidades extremas, tendo sido registados, através de sonares, mergulhos a 2250 m. Contudo especula-se que poderá mergulhar até profundidades de 3000 m, baseado em observações de conteúdos estomacais (FONTAINE 2007). Apesar disso, o registo de mergulho mais profundo, baseado em medições directas, foi de 1200 m, obtido através de um Time-Depth Recorder (TDR) (AMANO & YOSHIOKA 2003). O tempo médio de mergulho é de 30 a 45 min, podendo por vezes ultrapassar 1 hora (h) (WATKINS et al. 1993, WHITEHEAD 2003). Estes mergulhos profundos são geralmente efectuados na vertical com velocidades que podem variar entre 0.7 e 1.3 m/seg na descida e 0.6 e 1.5 m/seg na subida (AMANO & YOSHIOKA 2003; WATKINS et al. 1993).

Este tipo de mergulho é efectuado para procura de alimento e é geralmente constituído por duas fases com diferentes funções: o mergulho em si e um período à superfície para descansar e recuperar. Apesar de ainda não se saber exactamente qual o comportamento do cachalote durante o mergulho em profundidade, os períodos à superfície encontram-se bem estudados e detalhados. Usualmente, quando um cachalote vem à superfície após um longo mergulho, irrompe pela superfície, emitindo um sopro ou “bufo” bem visível e audível. Enquanto permanece à superfície, pode manter-se imóvel ou mover-se lentamente em linha recta com o corpo sempre na horizontal. Durante este tempo respira através do espiráculo, emitindo sopros a intervalos regulares (WHITEHEAD 2003).

Um estudo conduzido por GORDON & STEINER (1992), no arquipélago dos Açores, revelou que os cachalotes passam, na maior parte das vezes, entre 5 e 10 min à superfície e que durante esse período, o intervalo de tempo entre cada sopro foi de 12.7 seg no caso dos juvenis e fêmeas, enquanto que para os machos foi de 19.3 seg.

Além dos mergulhos profundos, os cachalotes efectuam ainda mergulhos superficiais que, regra geral, não ultrapassam os 300 m. Estes mergulhos são de curta duração com uma média de 15 min e ocorrem em momentos de socialização ou por perturbação da actividade normal (WATKINS et al. 2002; WHITEHEAD 2003).

1.1.2. Baleia-Comum

Breve descrição

A baleia-comum (*Balaenoptera physalus*) (Figura 2) pertence à sub-ordem Mysticeti e é o segundo maior animal vivo no planeta, apenas suplantado pela baleia-azul (*Balaenoptera musculus*). É um animal que apresenta um corpo longo e esguio, podendo os machos atingir 22 m de comprimento e as fêmeas 24 m no hemisfério norte. Possuem uma coloração cinzento-escuro no dorso e branca no ventre. Quando vista de perto, pode ser reconhecida pela pigmentação assimétrica que possui na maxila inferior, sendo escura no lado esquerdo e branca no lado direito. A maxila inferior possui ainda um conjunto de pregas longitudinais, que podem variar entre 50 e 100, as quais permitem que o volume da boca aumente consideravelmente durante a alimentação. Na maxila superior, a baleia-comum pode apresentar entre 260 e 480 barbas de cada lado, cuja função é filtrar a água e aprisionar o alimento na boca (JEFFERSON et al. 1994; REEVES et al. 2002; FONTAINE 2007).

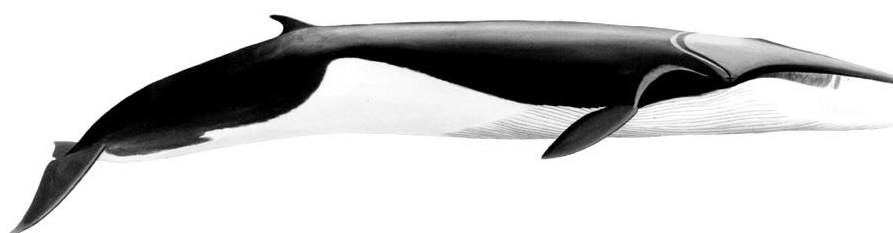


Figura 2 – Baleia-comum (*Balaenoptera physalus*) (JEFFERSON et al. 1994).

A maturidade sexual nestes indivíduos ocorre por volta dos 10 anos ou quando atingem 18 m no caso das fêmeas e 17 m no caso dos machos. A gestação dura cerca de 12 meses, após os quais nasce uma cria com 6 m de comprimento e 1.9 t de peso. Esta espécie tem uma longevidade média de 80 anos, contudo já foram registados casos de animais com mais de 100 anos (REEVES et al. 2002; FONTAINE 2007).

Ecologia

A baleia-comum é uma espécie cosmopolita, habitando em todos os oceanos e, regra geral, em maior abundância entre as latitudes temperadas até às polares. Embora tenham tendência em concentrar-se em águas costeiras e pouco profundas, podem também ser encontradas em oceano aberto e mais profundo. É uma espécie migratória, que se alimenta em águas frias a maiores latitudes, regressando posteriormente a águas mais temperadas para acasalar ou dar à luz (EVANS & RAGA 2001; REEVES et al. 2002). No arquipélago dos Açores, passam em rota migratória, sobretudo no início do ano, altura em que a água está mais fria e permanecem por alguns dias aproveitando para se alimentarem (GORDON et al. 1995).

O sistema social das baleias-comuns, é semelhante ao da generalidade dos mysticetos, em que os grupos estáveis parecem ser raros. São geralmente encontradas a viajar sozinhas ou em pequenos grupos, podendo agregar-se em grupos maiores nas zonas de alimentação (REEVES et al. 2002; FONTAINE 2007).

A baleia-comum alimenta-se principalmente de “krill” (*Thysanoessa* sp. ou *Meganyctiphanes norvegica*) mas pode alimentar-se ocasionalmente de lulas e pequenos peixes como o arenque (*Clupea harengus*), galeotas (*Ammodytes personatus*) e capelins (*Mallotus villosus*) (FLINN et al. 2002; FONTAINE 2007).

Comportamento de mergulho

A baleia-comum, enquanto se desloca, apresenta uma sequência de 6 ou 7 ventilações à superfície, com intervalos de cerca de 15 seg, mergulhando de seguida normalmente entre 10 a 20 min e a aproximadamente 250 m de profundidade. Contudo estes indivíduos, quando em alimentação, variam as

profundidades a que mergulham consoante a migração vertical do “krill”, podendo atingir os 470 m de profundidade (PANIGADA et al. 1999; FONTAINE 2007).

Os mergulhos podem ser de dois tipos: de alimentação e de não-alimentação. Os mergulhos de alimentação ocorrem quando existe uma actividade denominada “lunge feeding”. Esta actividade é executada, regra geral, na vertical e permite ao animal abocanhar grandes quantidades de água e alimento e que resulta de uma série de eventos coordenados: i) aceleração de corpo em direcção ao cardume de presas; ii) abrir as maxilas e permitir que o fluxo de água contra-corrente expanda a cavidade bucal; iii) fechar a boca ao redor das presas e da água; iv) expelir todo o volume de água através das barbas e assim reter as presas na cavidade bucal (CROLL et al. 2001; GOLDBOGEN et al. 2007). Os mergulhos de não-alimentação são definidos como aqueles em que não se verifica nenhuma actividade relacionada com “lunge feeding” (CROLL et al. 2001).

1.2. Surgimento e evolução dos “tags”

Desde que surgiram, os equipamentos de registo de dados denominados “tags”, sofreram várias alterações, tanto a nível estrutural, como a nível dos componentes que permitem recolher dados físicos e biológicos. Como tal, não é de estranhar que tenham assumido um papel preponderante em quase todos os estudos de comportamento, fisiologia e ecologia de vertebrados aquáticos. Em 1964, foi introduzido pela primeira vez um Time-Depth Recorder (TDR) num “tag”, o qual tem como objectivo recolher dados de tempo e profundidade de mergulho em intervalos periódicos. Nesse ano foram recolhidas pela primeira vez, informações detalhadas da actividade subaquática de um animal marinho, no caso uma foca-de-Weddel (*Leptonychotes weddellii*) (KOOYMAN 2004).

GENTRY & KOOYMAN (1986) *vide* HAYS et al. (2007), descrevem no seu estudo que o TDR utilizado pesava cerca de 1.5 kg e media cerca de 20 centímetros (cm) de comprimento. Com o passar dos anos e com os constantes avanços da tecnologia, nomeadamente o aparecimento de microprocessadores nos anos 90, foi possível miniaturizar e incorporar vários

sensores nos “tags”, sendo que, hoje em dia, um TDR pesa apenas alguns gramas (KOOYMAN 2004).

A marcação de baleias, quer com transmissores de rádio, quer com “tags” com TDRs incorporados, permitem recolher dados acerca de ecologia, padrões de movimento ou comportamento de mergulho. Os “tags” podem ser colocados remotamente ou implicar a captura do indivíduo alvo. Desde que o tamanho do animal o permita, é sempre mais fácil colocar o dispositivo após a captura do mesmo, podendo no entanto este método causar níveis elevados de stress nos animais. Através da colocação remota, usando bestas, varões telescópicos ou armas de caça submarina, o “tag” é fixo ao animal através de setas que penetram na pele e se fixam geralmente na gordura. Pode, contudo, ser usado um método menos invasivo, que consiste na fixação do “tag” através de uma ventosa (BAIRD 1998).

Este método não-invasivo foi desenvolvido por Jeff Goodyear no ano de 1981, usando com sucesso as ventosas para fixar transmissores de rádio VHF em diversas espécies de baleias. Este método apresenta como desvantagem o elevado número de tentativas que são necessárias efectuar para que o “tag” se fixe no animal. Contudo, está comprovado que causa menos stress e perturbação nos animais contribuindo para uma recolha de dados mais fiáveis (BAIRD 1998).

Torna-se nítido que ao longo da evolução dos “tags”, a importância dos estudos comportamentais independentes das observações directas no mar tenha aumentado bastante. Os dados recolhidos permitem-nos desenvolver hipóteses tão diversas como tácticas de caça e procura de alimento, limite aeróbico de mergulho e associações oceanográficas. Porventura, ao permitirem a obtenção de informações vitais sobre, por exemplo, habitats preferenciais ou fisiologia de mergulho e reacções ao stress, estes instrumentos podem no futuro, desempenhar um papel crítico na conservação das espécies (KOOYMAN 2004).

1.3. Objectivos

Este trabalho tem como objectivo estudar o padrão de mergulho e comportamento alimentar de 2 espécies pertencentes às duas sub-ordens de

cetáceos, o cachalote e a baleia – comum, utilizando dados recolhidos por Time–Depth Recorders (TDR) colocados previamente nos animais. Dentro deste objectivo geral, pretende-se caracterizar os dois tipos de mergulhos – alimentar e não–alimentar – em cada uma das espécies, através da análise quantitativa de um conjunto de parâmetros obtidos em cada mergulho. Pretende-se ainda relacionar os dados de mergulho com variáveis físicas do habitat (batimetria e declive de fundo), com o intuito de caracterizar a topografia das áreas de alimentação e compreender a relação entre o comportamento de mergulho e as características do fundo oceânico.

2. MATERIAL E MÉTODOS

2.1. Área de estudo

O Arquipélago dos Açores está situado entre os 37° e 40°N de latitude e os 25° e 31°W de longitude, estendendo-se por mais de 480 quilómetros (km) num sentido noroeste – sudeste, atravessando a Crista Média Atlântica na intersecção de três grandes placas litosféricas, Europeia, Americana e Africana (Figura 3). É composto por nove ilhas de origem vulcânica divididas em três grupos: Ocidental (Flores e Corvo), Central (Faial, Pico, Graciosa, São Jorge e Terceira) e Oriental (São Miguel e Santa Maria) (MORTON et al. 1998; SILVA & PINHO 2007). A singularidade dos Açores está bem patente na topografia irregular do fundo oceânico que rodeia o arquipélago. Esta caracteriza-se, essencialmente, pela ausência de plataforma continental bem como pela existência de montes submarinos dispersos, fendas e baixios que conferem grandes variações na profundidade, podendo atingir mais de 1000m (SILVA & PINHO 2007).

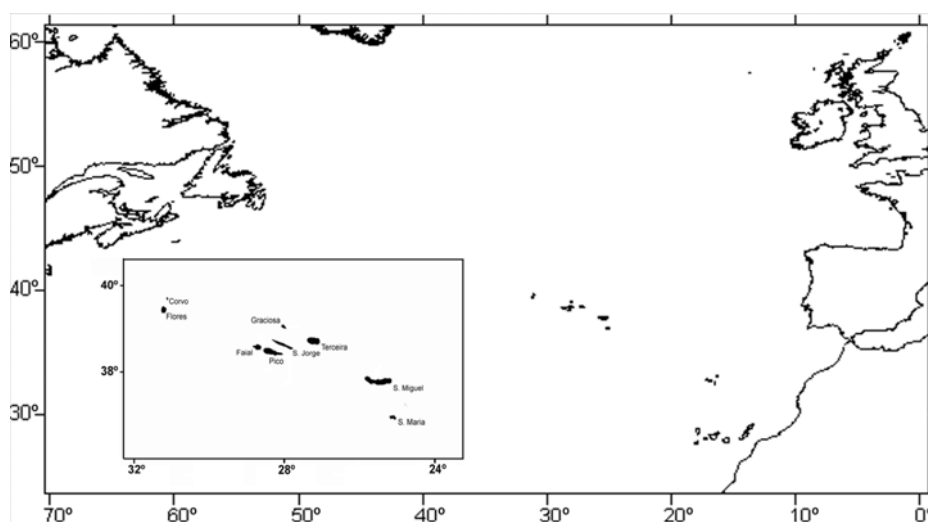


Figura 3 – Mapa do Arquipélago dos Açores (*ImagDOP*).

O trabalho prático foi realizado no grupo central, ao redor das ilhas do Pico, Faial e São Jorge, tendo sido efectuadas as partidas do porto da Horta, sempre que as condições climatéricas assim o permitiam.

2.2. “Tag”

A recolha de dados referentes ao perfil de mergulho foi obtida através de “tags” presos aos animais por intermédio de uma ventosa. Este método foi utilizado pela primeira vez em 1981 tal como descreve BAIRD (1998).

O corpo do “tag” é constituído por espuma sintática não compressível, preenchida com microesferas de vidro que lhe conferem flutuabilidade positiva, suportando pressões até 300 atmosferas (atm) sem deformação e sem afectar a flutuabilidade. O corpo do “tag” tem 24 cm de comprimento, 6 cm de largura e 3,5 cm de altura, pesando cerca de 400 g. Possui ainda uma antena semi-rígida de 36 cm, perfazendo um total de 60 cm de comprimento.

No corpo do “tag” encontra-se incorporado um “Time-Depth Recorder” (TDR) (Wildlife Computers Mk9[®]) e um transmissor de sinal rádio VHF (Telonics[®] Mod. 125). O TDR regista profundidade, nível de luminosidade e temperatura, podendo ser programado para recolher dados em intervalos de 1 a 255 seg. Entre os 0 e 1000 m de profundidade regista dados com uma resolução de 0.5 m e precisão de $\pm 1\%$, podendo a precisão diminuir a maiores profundidades. Neste trabalho o TDR foi previamente programado para registar dados de todos os parâmetros em intervalos de 1 seg. O transmissor VHF emite um sinal periódico de valor único que varia entre 164,000 e 164,999 KiloHertz (kHz).

Para a fixação do “tag” ao corpo do animal, utilizou-se uma ventosa com 8 cm de diâmetro que se encontrava ligada ao corpo do “tag” por elos galvânicos. Estes, em contacto com água salgada a uma temperatura de 19°–21°C, corroeram-se ao fim de 4 horas, permitindo que o “tag” se libertasse do corpo do animal e flutuasse até à superfície. (Figura 4).

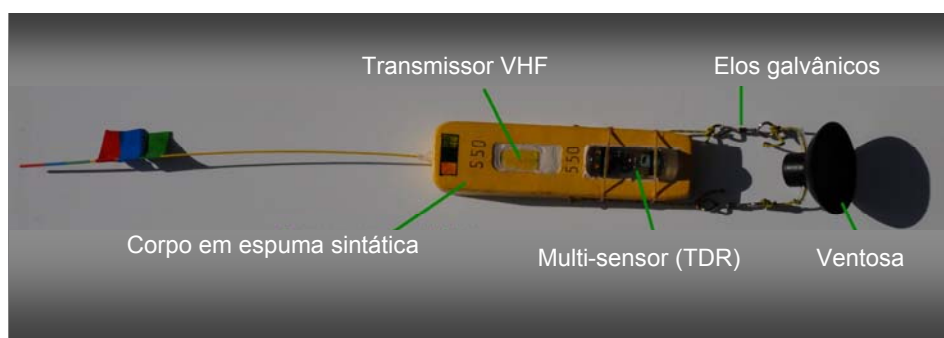


Figura 4 – “Tag” utilizado para a marcação de cachalotes e baleias-comuns (fotografia: Rui Prieto).

2.3. Saídas de mar e colocação dos “tags”

Todas as observações e detecções de animais foram obtidas por observações directas, realizadas tanto por vigias em terra recorrendo a binóculos, como pelos ocupantes das embarcações.

Os dados apresentados neste trabalho foram recolhidos em três períodos distintos: i) Maio a Setembro de 2005; ii) Setembro de 2007; e iii) Março a Agosto de 2008.

Em 2005 o esforço foi dirigido à marcação de cachalotes, tendo sido usada para o efeito a embarcação “Horta Cetáceos” de fibra de vidro com 11 m de comprimento. Após os animais serem localizados e estarem a uma distância segura da embarcação, a aproximação era feita com recurso a um caiaque insuflável, que transportava dois remadores e uma terceira pessoa responsável pela colocação do “tag” no animal. A colocação foi efectuada com auxílio de uma arma de caça submarina adaptada ou com um varão telescópico de comprimento variável entre 2.5 e 7 m (Figura 5).

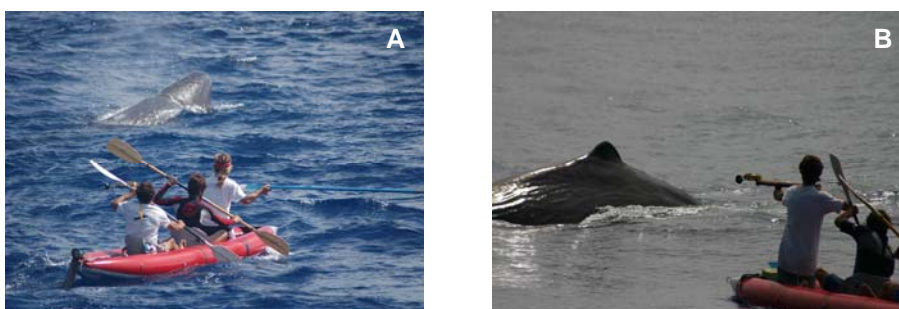


Figura 5 – Diferentes métodos de colocação usados: A – Varão telescópico; B – Arma de caça submarina adaptada.

No ano de 2007 apenas se efectuou uma saída, neste caso a título experimental, com o intuito de marcar um mysticeto. Para tal, foi usada a embarcação semi-rígida “Arion” com 5.7 m de comprimento, tendo sido feita a marcação com recurso ao varão telescópico.

Devido à sazonalidade na ocorrência das espécies na região, em 2008, o esforço de marcação foi repartido entre mysticetos (Primavera) e cachalotes (Verão). Para a marcação foram utilizadas duas embarcações, a L/I “Águas Vivas”, de fibra de vidro com 11 m de comprimento e o semi-rígido “Arion”. As tentativas de colocação do “tag” foram efectuadas com o varão telescópico.

Em todas as saídas eram registadas, periodicamente, as condições climatéricas e de mar (reflexo do sol na superfície do mar, nebulosidade, direcção do vento, ondulação e estado do mar medido na escala de Beaufort). As saídas foram efectuadas com um Beaufort ≤ 4 .

Para cada avistamento foram recolhidos os seguintes dados: posição geográfica (indicada por GPS (Global Positioning System) portátil), hora, espécie, tamanho e composição do grupo (classe etária, presença ou não de crias), comportamento e direcção do movimento.

Após a colocação do “tag” nos animais, preferencialmente no dorso, entre a cabeça e a barbatana dorsal, registou-se a hora, posição geográfica através de GPS e reacção à colocação. Sempre que possível, os animais eram seguidos, através da recepção do sinal rádio proveniente do “tag”. Para tal, utilizou-se um receptor de sinal rádio VHF ATS (Advanced Telemetry Systems[®], Inc.) ao qual se ligou uma antena direccional Yagi[®] de 3 elementos para melhor captação do sinal.

Durante as saídas de mar, eram ainda recolhidas biópsias dos animais, recorrendo para tal a uma besta com dardos de ponta de aço inoxidável, bem como fotografias para posterior identificação dos indivíduos. Estes dados não serão apresentados neste trabalho.

2.4. Análise dos mergulhos

Após a recuperação do “tag”, os dados registados no TDR foram descarregados directamente para um computador. Procedeu-se de seguida à sua análise utilizando os “softwares” Excel[®] 2007 (Microsoft[®]) e Instrument Helper, fornecido pela Wildlife Computers. Toda a análise estatística foi efectuada utilizando o software Statistica[®] 6.0.

Ao comparar as leituras do sensor de profundidade com o valor pretendido para a superfície (zero), verificou-se que existiam algumas oscilações. Estas foram corrigidas com a função “Zero – Offset Correction” (ZOC) do software Instrument Helper. Esta função permite corrigir os erros de leitura de profundidade do sensor (por defeito ou excesso) ao longo de todo o registo do mergulho.

Os mergulhos foram analisados recorrendo à função “Dive – Analysis” (Instrument Helper), a qual resume numa análise sumária os parâmetros para cada mergulho. Neste trabalho definiram-se e analisaram-se os seguintes parâmetros:

- tempo total de mergulho – tempo que decorre entre o início da descida e o final da subida de cada mergulho (Figura 6);
- tempo de superfície – tempo que decorre entre dois mergulhos profundos ou superficiais consecutivos;
- “bottom time” – tempo decorrido entre o fim de descida e o início da subida (Figura 6);
- “wiggles” – movimentos oscilatórios ocorridos quando os animais se encontram mergulhados, na maioria das vezes à procura de alimento;
- velocidades de subida e descida – obtidas através da razão entre tempo e distância percorrida, durante as fases ascendente e descendente de cada mergulho, respectivamente (Figura 6).

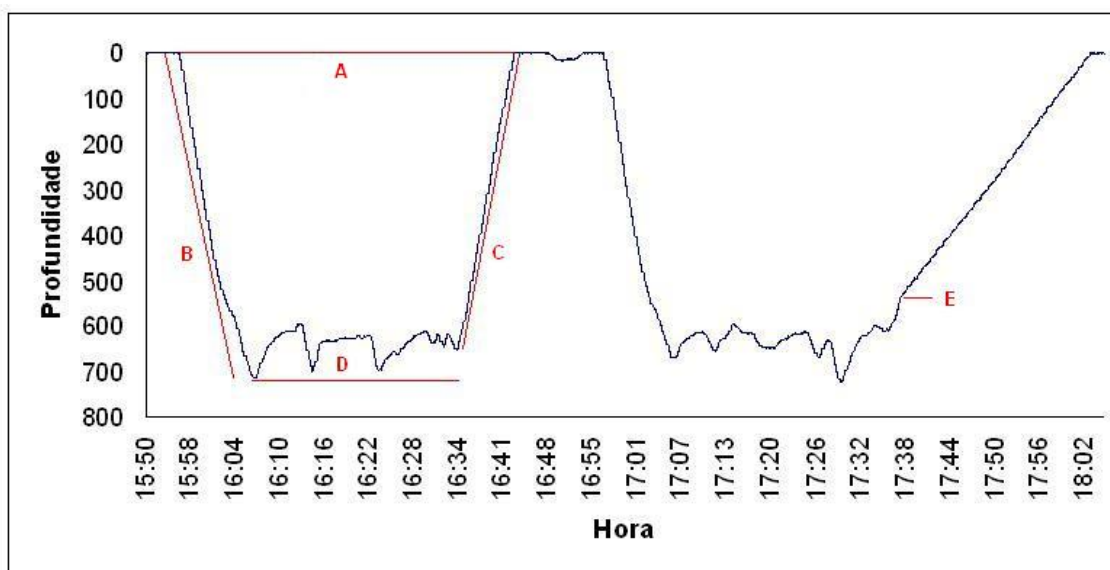


Figura 6 – Diferentes parâmetros de um mergulho de cachalote. A – Tempo total de mergulho; B – Tempo de descida; C – Tempo de subida; D – “Bottom time”; E – Momento de libertação do “tag”.

A análise do parâmetro “wiggles” limitou-se às baleias-comuns, uma vez que está relacionado com o mecanismo de “lunge feeding”, não se aplicando deste modo ao cachalotes.

Nos casos em que o “tag” se soltou durante um mergulho, diferentes análises foram feitas consoante o momento da libertação. Se esta ocorresse durante o momento da descida, todo o mergulho era descartado. Se, por outro lado, se soltasse durante o “bottom time”, apenas a velocidade de descida era considerada. Finalmente se se soltasse durante o momento da subida (Figura 6), apenas a velocidade de subida era descartada. Em qualquer dos casos o tempo total de mergulho não foi considerado.

Para verificar a existência de correlação entre os diferentes parâmetros de mergulho, tanto de cachalote como de baleia-comum, recorreu-se à correlação de Pearson.

Foi também testada a normalidade da distribuição dos dados referentes aos mergulhos usando o teste de Kolmogorov-Smirnov. Como os dados não apresentavam uma distribuição normal ($p < 0.05$ para todos os parâmetros analisados), foi utilizado o teste não-paramétrico de Mann-Whitney, para comparar os mergulhos de alimentação e não-alimentação em relação aos diversos parâmetros em análise. Perante um valor de $p < 0.05$ rejeitou-se a hipótese nula de que os parâmetros não diferiam significativamente (ZAR 1998).

No caso dos cachalotes, definiram-se dois tipos de mergulhos para análise: profundos (alimentação) e superficiais (repouso e socialização) (WHITEHEAD 2003).

No que diz respeito às baleias-comuns, a análise foi também efectuada tendo em conta dois tipos de mergulhos, mergulhos de alimentação (“lunge feeding”) e mergulhos de não-alimentação (CROLL et al. 2001).

2.5. Caracterização topográfica das áreas de alimentação

O trajecto percorrido por cada indivíduo marcado foi introduzido como uma “layer” vectorial num Sistema de Informação Geográfica (SIG), usando o software ArcGIS™ 9.2. Os dados posicionais foram sobrepostos ao mapa batimétrico dos Açores, com o objectivo de extrair os valores de batimetria e declive de fundo ao longo do trajecto de cada animal. O mapa batimétrico foi criado a partir de uma base de dados de batimetria local (produzida por Nuno Lourenço, Faculdade de Ciências de Lisboa, no âmbito do projecto MOMAR)

disponível com a resolução de 1 milha náutica quadrada (mn^2). O Declive de Fundo foi derivado a partir do mapa de batimetrias e corresponde ao gradiente máximo de profundidade para cada célula de $1mn^2$, em graus, 0° - 90° .

Uma vez que não foi possível obter as posições exactas das emersões entre mergulhos em alguns animais, os trajectos apresentados são aproximações dos trajectos reais, e foram reconstruídos com base na posição de colocação e recolha do “tag”. Dada a incerteza dos trajectos, foi criado um “buffer” de 2 milhas náuticas ao redor dos mesmos, e os valores de batimetria e declive de fundo foram calculados para a área do “buffer”.

3. RESULTADOS

3.1. Esforço de amostragem

Durante o tempo de estudo foram realizadas 35 saídas de mar com intuito de marcação, correspondendo a um total de 248 horas e 1419 milhas náuticas percorridas. Foram efectuadas 48 tentativas de colocação de “tags” em cachalotes e 12 tentativas em mysticetos, resultando em 7 colocações com sucesso em cachalotes (5 em 2005 e 2 em 2008) e 2 colocações em baleias-comuns (ambas em 2007). Dos “tags” colocados, 1 perdeu-se e 8 foram recuperados, tendo os seus dados sido descarregados com sucesso para um computador.

3.2. Cachalote

3.2.1. Caracterização dos tipos de mergulho

Todos os dados relativos às colocações do “tag” (data, hora, modo de colocação e tempo de permanência no animal), bem como a classe etária dos cachalotes marcados, estão descritos na Tabela 1.

Tabela 1 – Dados relativos às colocações do “tag” nos cachalotes.

Código do indivíduo	Data de colocação do "tag"	Hora de colocação do "tag"	Modo de colocação do "tag"	Tempo de permanência no animal	Classe etária
Pma1	30/06/2005	13h41min	Arma de caça submarina	4h26min	Adulto
Pma2	21/09/2005	09h58min	Arma de caça submarina	0h28min	Adulto
Pma3	23/09/2005	16h15min	Varão telescópico	2h30min	Adulto (fêmea com cria)
Pma4	28/09/2005	12h12min	Varão telescópico	4h23min	Adulto
Pma5	22/07/2008	09h20min	Varão telescópico	4h14min	Adulto
Pma6	14/08/2008	14h20min	Varão telescópico	2h11min	Adulto

De uma maneira geral, todos os cachalotes reagiram temporariamente à colocação, submergindo e permanecendo mergulhados por períodos inferiores a 10 min.

Pela análise dos dados de mergulho recolhidos, de todos os indivíduos, foi possível contabilizar 20 mergulhos profundos e 22 mergulhos superficiais. O

mergulho profundo realizado pelo Pma2 foi descartado, visto que o “tag” se soltou no momento da descida. A análise de 3 mergulhos profundos efectuados pelo indivíduo Pma3 foi feita em separado. Tal explica-se pelo facto de este se encontrar acompanhado por uma cria, a qual influenciou o seu comportamento.

Relativamente aos mergulhos profundos, variaram entre os 696 e os 1091 m, com uma média de 819.8 m ($n = 16$). A duração média dos mergulhos profundos foi de aproximadamente 44 minutos, variando entre os 35 e os 51 min (Tabela 2). A média de profundidade dos mergulhos superficiais foi de 15.4 m, variando entre os 8 e os 38 m ($n = 9$), apresentando um tempo médio de 4 minutos (Tabela 3). A percentagem de tempo passada em mergulho profundo variou entre 75 e 84% com uma média de 80%.

Tabela 2 – Valores dos diferentes parâmetros de mergulhos profundos de cachalote (o desvio padrão é apresentado em valores decimais).

	Mergulhos profundos					
	Mínimo	Máximo	Média	Desvio Padrão	Indivíduos	n
Profundidade (m)	696	1091	819.8	104.3	4	16
Duração (min)	35:11	51:30	43:44	4.5	4	16
“Bottom Time” (min)	19:28	32:58	26:12	3.9	4	16
Tempo de superfície (min)	06:39	14:29	10:29	2.4	4	13
Velocidade descida (m/seg)	0.9	1.7	1.2	0.2	4	17
Velocidade subida (m/seg)	1	1.9	1.5	0.3	4	15

Tabela 3 – Valores dos diferentes parâmetros de mergulhos superficiais de cachalote (o desvio padrão é apresentado em valores decimais).

	Mergulhos superficiais					
	Mínimo	Máximo	Média	Desvio Padrão	Indivíduos	n
Profundidade (m)	8	38	15.4	9.0	5	22
Duração (min)	00:30	09:37	03:51	2.8	5	22
“Bottom Time” (min)	00:05	08:21	02:23	2.4	6	22
Tempo de superfície (min)	00:07	06:28	03:06	1.9	2	13
Velocidade descida (m/seg)	0.1	2.7	0.5	0.6	6	22
Velocidade subida (m/seg)	0.1	3.7	0.5	0.8	6	22

Recorrendo à análise estatística dos mergulhos profundos é possível verificar que não existiu correlação entre a profundidade e o tempo de mergulho (Correlação de Pearson: $r = 0.220$, $p = 0.414$, $n = 16$). A profundidade e a duração do mergulho também não estavam correlacionados com o tempo

despendido posteriormente à superfície (profundidade: $r = -0.093$, $p = 0.780$, $n = 12$; duração: $r = 0.207$, $p = 0.519$, $n = 12$). De salientar que também não existiu correlação entre “bottom time” e tempo passado à superfície ($r = 0.117$, $p = 0.717$, $n = 12$). De resto, apenas o “bottom time” estava correlacionado, tanto com o tempo de mergulho ($r = 0.780$, $p = 0.000$, $n = 16$) (Figura 7), como com a velocidade de subida ($r = -0.510$, $p = 0.044$, $n = 16$) (Figura 8). Verifica-se que à medida que o “bottom time” aumentou, também o tempo de mergulho aumentou. Por outro lado, a velocidade de subida tendeu a diminuir à medida que o “bottom time” aumentou.

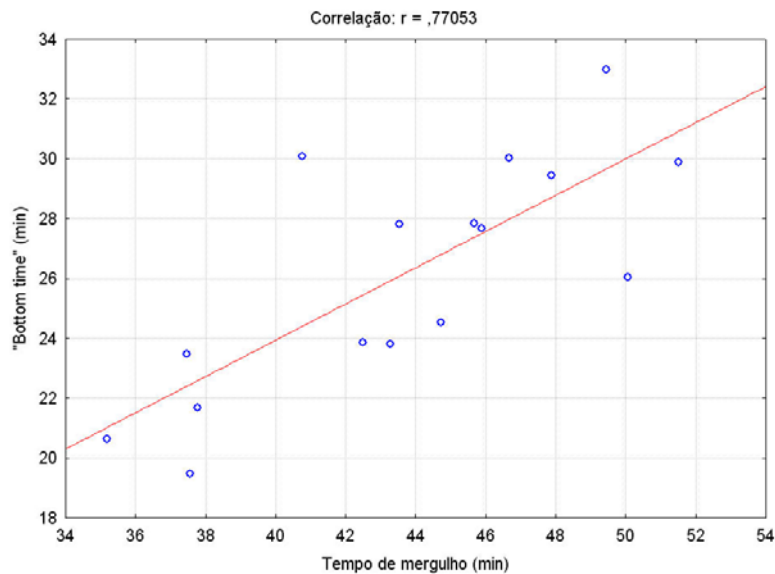


Figura 7 – Correlação entre “bottom time” e tempo de mergulho.

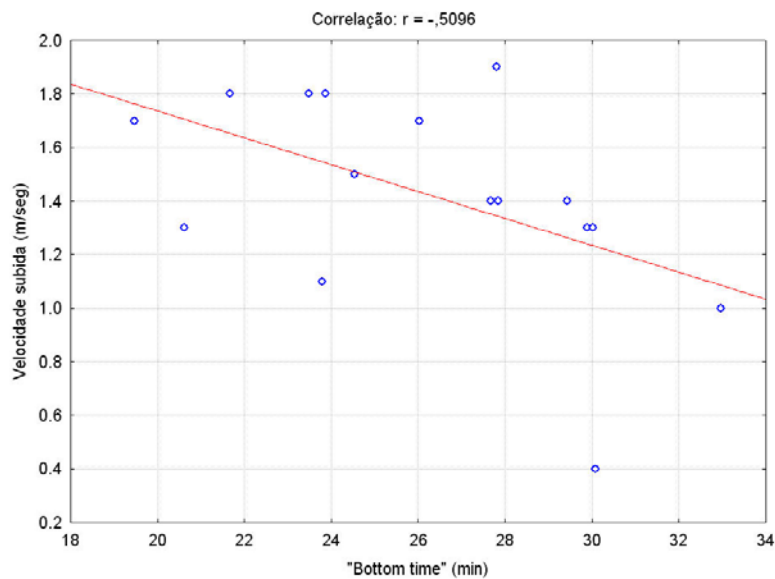


Figura 8 – Correlação entre velocidade de subida e “bottom time”.

Em relação às diferenças dos parâmetros analisados entre os dois tipos de mergulho, profundo e superficial, foi utilizado o teste de Mann–Whitney para testá-las (Figura 9). É possível afirmar que existiram diferenças significativas entre os dois tipos de mergulho em todos os parâmetros analisados, pois em todos os casos verificou-se um valor de $p < 0.05$.

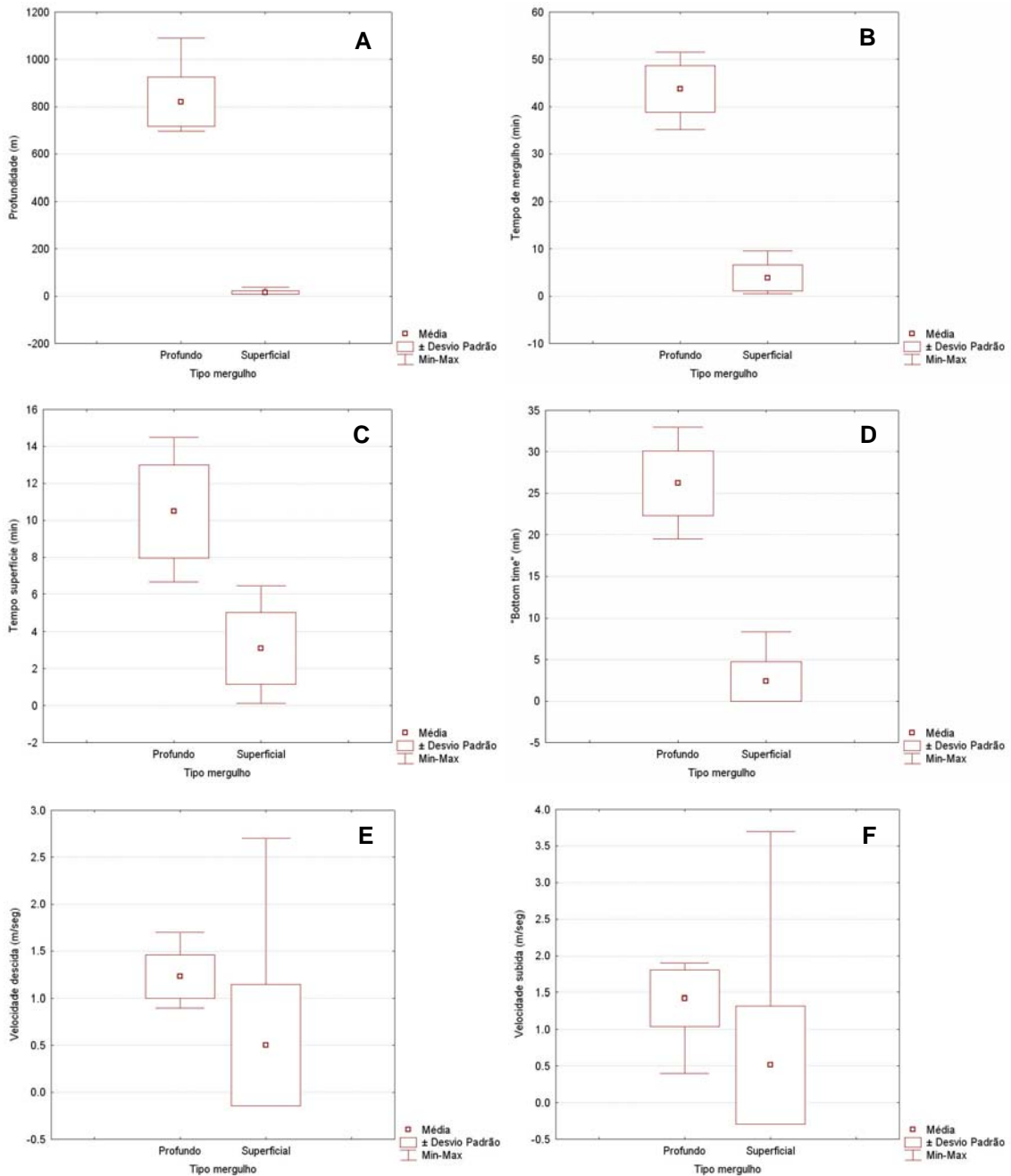


Figura 9 – Diferenças entre as médias dos diferentes parâmetros de mergulhos de cachalote: A – Profundidade (m); B – Tempo de mergulho (min); C – Tempo de superfície (min); D – “Bottom time” (min); E – Velocidade de descida (m/seg); F – Velocidade de subida (m/seg).

No caso do Pma3, é possível verificar na tabela 4 que os valores dos parâmetros de mergulho profundo foram diferentes dos restantes animais. O valor médio de profundidade foi de 281.7 m, variando entre os 206 e os 356 m ($n = 3$), e o tempo médio de apenas 18 minutos ($n = 2$). Este indivíduo passou cerca de 25% do tempo a efectuar mergulhos profundos e 32% do tempo a realizar mergulhos superficiais, passando o resto do tempo à superfície.

Tabela 4 – Valores dos diferentes parâmetros de mergulho profundo do cachalote Pma3 (o desvio padrão é apresentado em valores decimais).

	Mergulho profundo				
	Mínimo	Máximo	Média	Desvio Padrão	n
Profundidade (m)	206	356	281.7	75.0	3
Duração (min)	18:38	19:12	18:55	0.4	2
“Bottom Time” (min)	03:55	08:26	06:11	3.2	2
Tempo de superfície (min)	04:35	04:35	-	-	1
Velocidade de descida (m/seg)	1.1	1.4	1.2	0.2	3
Velocidade de subida (m/seg)	0.6	0.9	0.8	0.2	2

3.2.2. Caracterização das áreas de alimentação

Os locais onde os cachalotes foram marcados e posteriormente se movimentaram, apresentam algumas diferenças em termos de batimetria. Pela análise da figura 10, verifica-se que os indivíduos Pma1, Pma3, Pma4 e Pma6 utilizaram zonas de grande profundidade nunca inferior a 1250 m. Neste caso destaca-se o Pma4 por se encontrar numa zona com um intervalo de profundidade entre 1750 e 2000 m e com um declive de fundo médio de 1° . Já o Pma1 utilizou uma zona com maior declive médio (8°) e com profundidades entre os 1250 e 1750 m. Os indivíduos Pma2 e o Pma5 ocuparam zonas menos profundas, entre os 500 e os 1000m.

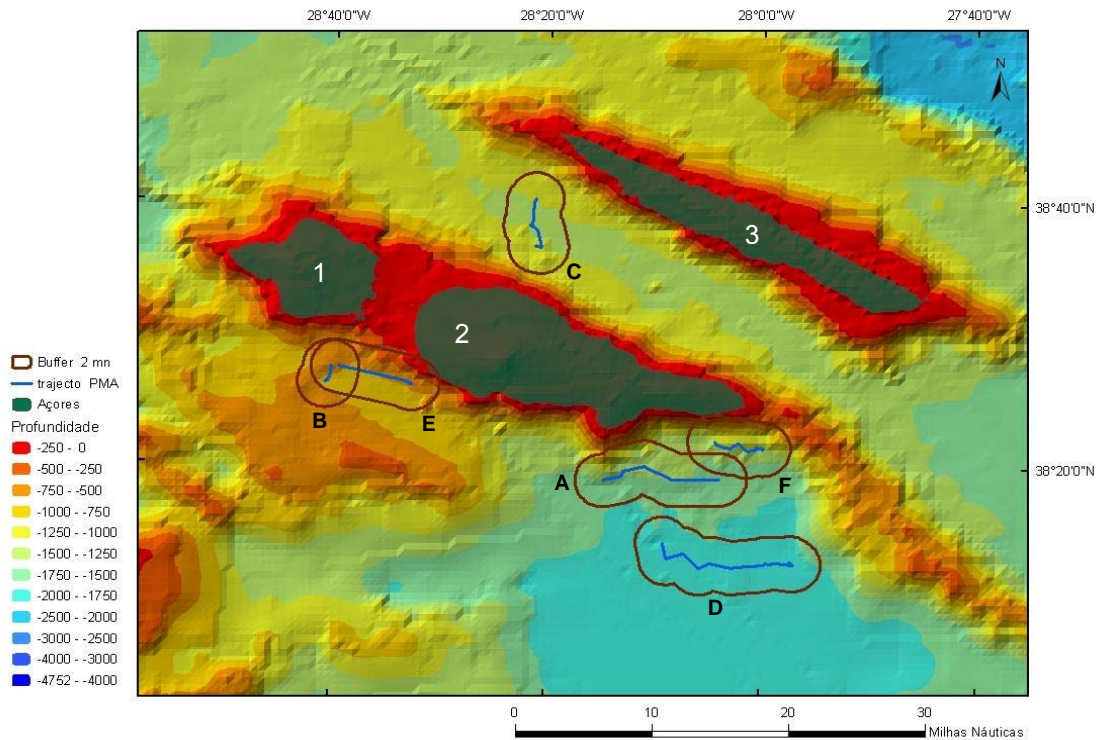


Figura 10 – Mapa com batimetria e trajecto dos cachalotes marcados ao redor das ilhas do Faial (1), Pico (2) e São Jorge(3). A: Pma1 em 30/06/05; B: Pma2 em 21/09/05; C: Pma 3 em 23/09/05; D: Pma4 em 28/09/05, E: Pma5 em 22/07/08; F: Pma6 em 14/08/08.

Através da determinação da batimetria das zonas onde os cachalotes foram marcados, foi possível avaliar acerca da interacção ou não dos animais com o fundo oceânico. Recorrendo à correlação de Pearson, verifica-se que não existiu nenhuma correlação entre as profundidades máximas e médias das áreas percorridas, tanto com as profundidades máximas e médias dos mergulhos dos cachalotes, bem como com o “bottom time” máximo e médio ($p>0.05$ para todas as correlações) (Figura 11).

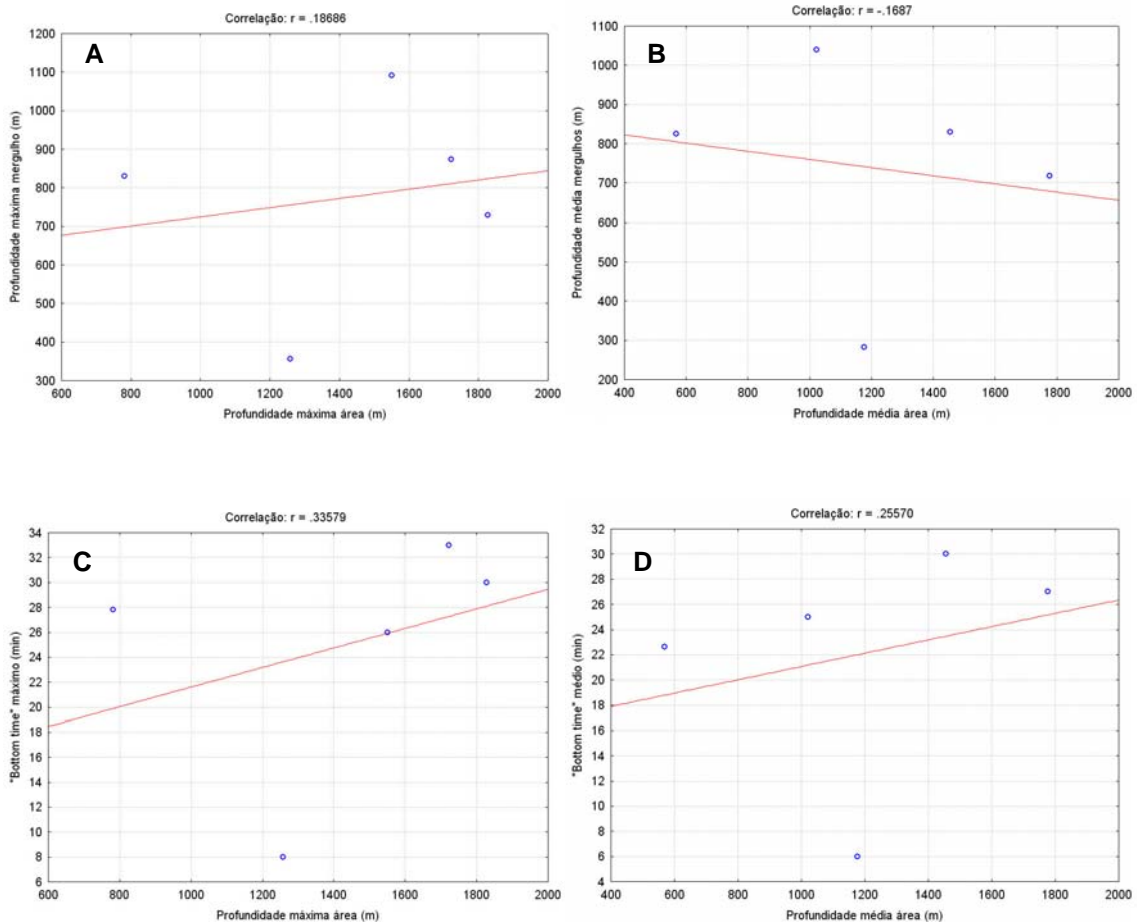


Figura 11 – Correlações entre: A – Profundidade máxima de mergulho e profundidade máxima da área; B – Profundidade média mergulho e profundidade média da área; C – “Bottom time” máximo e profundidade máxima da área; D – “Bottom time” médio e profundidade média área.

3.3. Baleia-comum

O processo de caracterização das áreas de alimentação não foi efectuado para as baleias-comuns em virtude de nem o número de animais marcados ($n=2$), nem o número de mergulhos de alimentação ($n=6$) registados, constituírem uma amostra significativa para se inferir acerca dos seus comportamentos alimentares e zonas preferenciais de alimentação.

3.3.1. Caracterização dos tipos de mergulho

No caso das baleias-comuns, ambas as colocações dos “tags” foram efectuadas no dia 07/09/07, às 11h07 e às 11h39, com recurso ao varão, em indivíduos adultos, tendo a primeira colocação permanecido 2h25min no animal e a segunda 6h50min. A primeira baleia, mais pequena, não apresentou nenhuma reacção à colocação, ao passo que a segunda apresentou uma

pequena reacção, acelerando e mergulhando mais rapidamente. Por motivo de conveniência as baleias-comuns foram designadas de Bph1 e Bph2, consoante a ordem de colocação.

Foi possível contabilizar 6 mergulhos de alimentação e 157 de não-alimentação. Nos mergulhos de alimentação, a média de profundidade foi de 76 m, variando entre os 30 e os 141 m ($n = 6$), com uma duração média de aproximadamente 3 min (Tabela 5). Os mergulhos de não-alimentação apresentaram uma profundidade média de 24.7 m, variando entre os 10 e os 121 m ($n = 157$), sendo que o tempo médio despendido foi de cerca de 2 min (Tabela 6).

Tabela 5 – Valores dos diferentes parâmetros de mergulhos de alimentação das baleias Bph1 e Bph2 (o desvio padrão é apresentado em valores decimais).

	Mergulho de alimentação (Lunge feeding)					
	Mínimo	Máximo	Média	Desvio Padrão	Indivíduos	<i>n</i>
Profundidade (m)	30	141	76	41.6	2	6
Duração (min)	01:11	04:18	02:46	1.1	2	6
“Bottom Time” (min)	00:34	02:16	01:19	0.6	2	6
Tempo de superfície (min)	00:51	04:45	01:55	1.6	2	5
Velocidade descida (m/seg)	0.6	1.8	1.2	0.5	2	6
Velocidade subida (m/seg)	1.5	2.3	1.9	0.3	2	6

Tabela 6 – Valores dos diferentes parâmetros de mergulhos de não-alimentação das baleias Bph1 e Bph2 (o desvio padrão é apresentado em valores decimais).

	Mergulho de não-alimentação					
	Mínimo	Máximo	Média	Desvio Padrão	Indivíduos	<i>n</i>
Profundidade (m)	10	121	24.7	16.5	2	157
Duração (min)	00:19	04:22	02:15	0.9	2	157
“Bottom Time” (min)	00:02	03:03	01:12	0.8	2	157
Tempo de superfície (min)	00:01	09:08	00:51	1.0	2	155
Velocidade descida (m/seg)	0.2	2	0.9	0.3	2	157
Velocidade subida (m/seg)	0.2	2.6	0.7	0.3	2	157

Após analisar estatisticamente todos os mergulhos das baleias-comuns, verificou-se que existiram correlações significativas entre o tempo de mergulho e o “bottom time” (Correlação de Pearson: $r = 0.790$, $p = 0.000$, $n = 163$), entre a profundidade e a velocidade de subida ($r = 0.652$, $p = 0.000$, $n = 163$), entre o tempo de mergulho e os “wiggles” ($r = 0.587$, $p = 0.000$, $n = 163$) e finalmente

entre o “bottom time” e os “wiggles” ($r = 0.565$, $p = 0.000$, $n = 163$) (Figura 12). É possível verificar que todas estas correlações são positivas, ou seja, à medida que o valor de um parâmetro aumenta, o outro também aumenta.

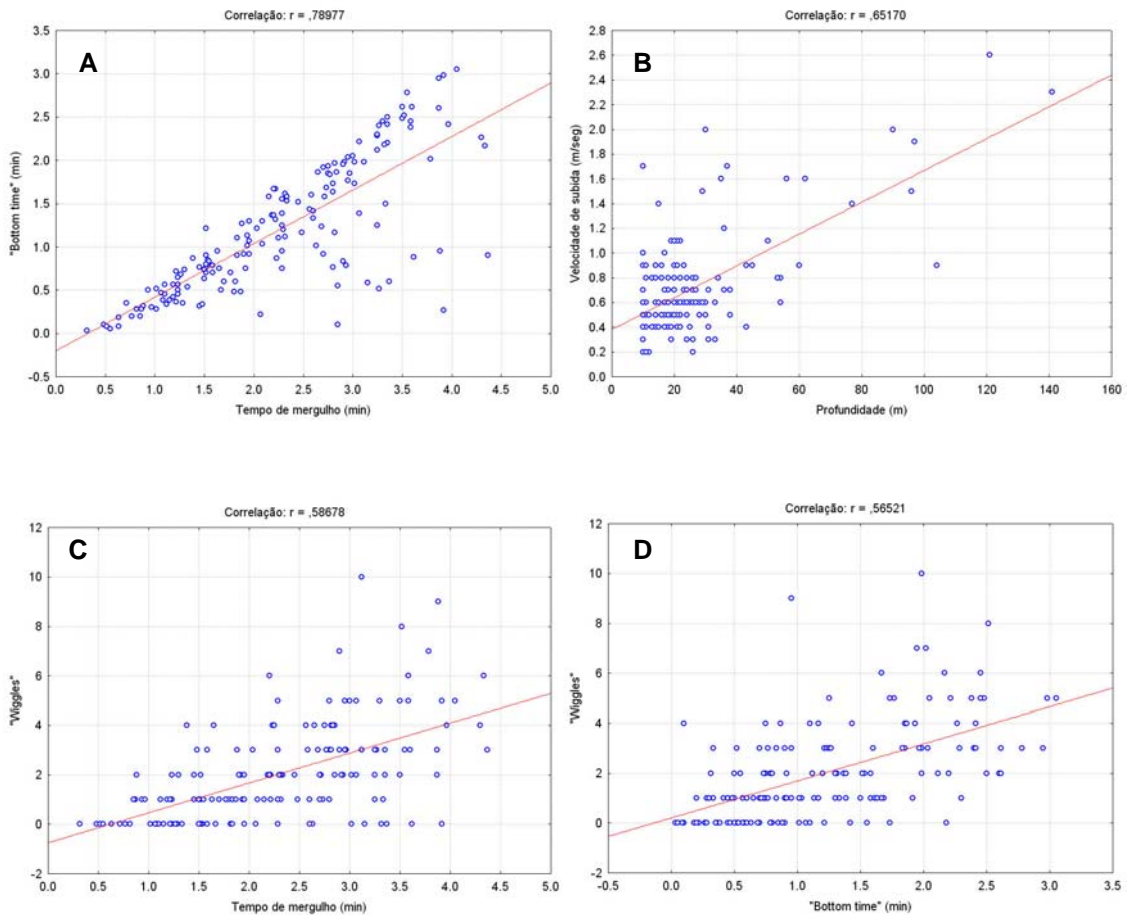


Figura 12 – Correlações entre “bottom time” e tempo de mergulho (A), profundidade e velocidade de subida (B), tempo de mergulho e “wiggles” (C), “bottom time” e “wiggles” (D) das baleias Bph1 e Bph2.

Relativamente às diferenças dos parâmetros entre cada tipo de mergulho, o teste de Mann–Whitney mostrou que existiram diferenças significativas entre a profundidade ($p < 0.01$), tempo de superfície ($p = 0.01$) e velocidade de subida ($p < 0.01$). Para os restantes parâmetros não se registaram diferenças significativas (Figura 13).

Verificou-se, no caso da profundidade, que apesar de existirem diferenças significativas entre os dois tipos de mergulho, existiu uma grande dispersão dos valores relativos ao mergulho de alimentação. No caso dos “wiggles”, não se verificou nenhuma diferença entre os dois tipos de mergulho.

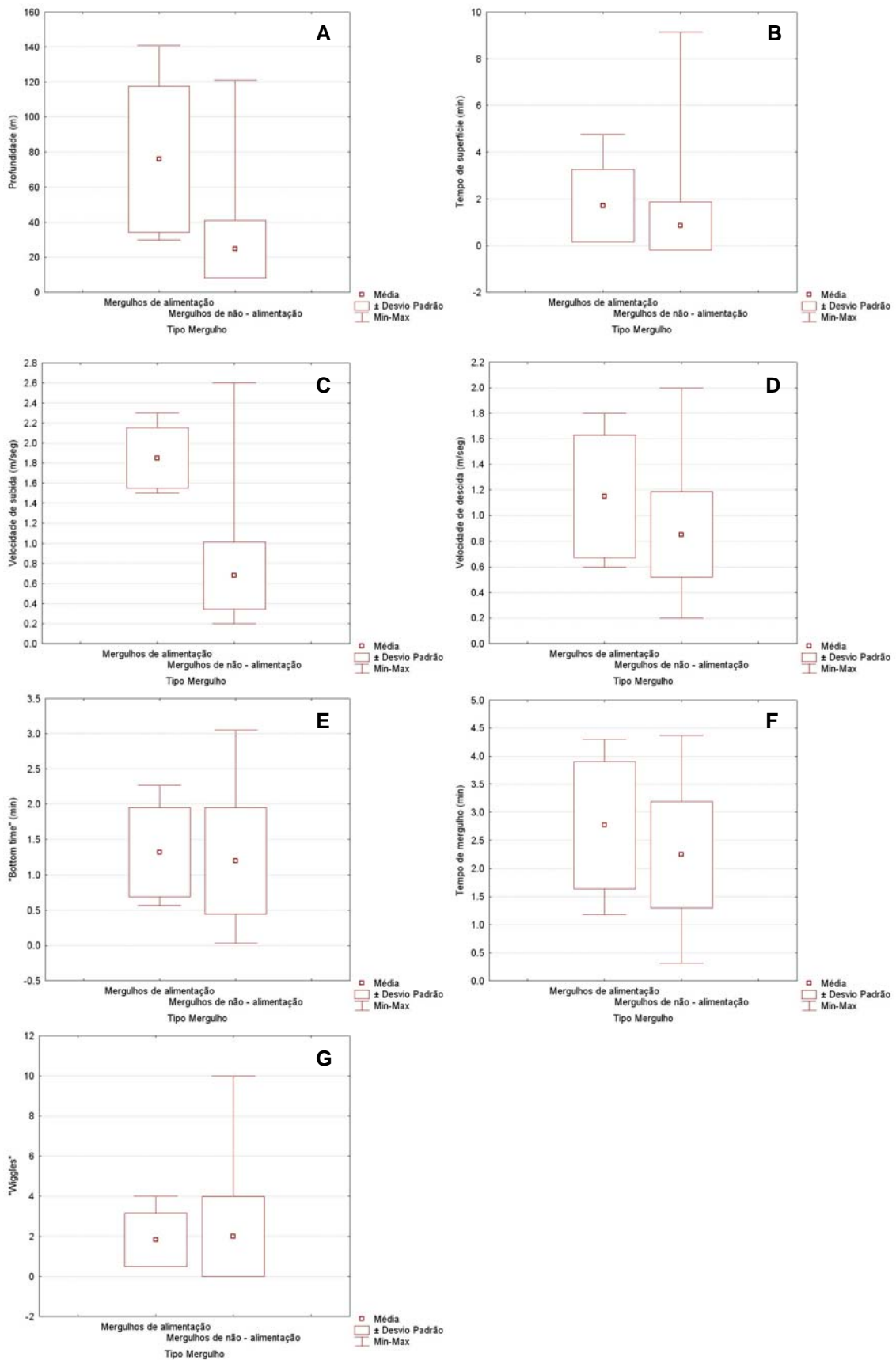


Figura 13 – Diferenças entre as médias dos diferentes parâmetros de mergulhos de baleia-comum: A – Profundidade (m); B – Tempo de superfície (min); C – Velocidade de subida (m/seg); D – Velocidade de descida (m/seg) ($p=0.14$); E – “Bottom time” (min) ($p=0.60$); F – Tempo de mergulho (min) ($p=0.24$); G – “Wiggles” ($p=0.87$).

4. DISCUSSÃO

Os dados recolhidos neste trabalho permitem-nos ter uma percepção do comportamento subaquático de cachalotes e baleias-comuns. O comportamento varia entre as espécies, evidenciado principalmente pelo tipo de mergulho.

No caso dos cachalotes, à excepção do indivíduo Pma3, a média de tempo passado em mergulho profundo foi de 80%. Estes dados estão de acordo com alguns estudos previamente efectuados nos Açores (75%, GORDON & STEINER 1992), nas Caraíbas (77 – 80%, WATKINS et al. 1999) e no Japão (80%, AMANO & YOSHIOKA 2003). Também os tempos médios de mergulho e de superfície (43 min e 10 min, respectivamente) estão de acordo com os dados publicados por GORDON & STEINER (1992), WATKINS et al. (2002), AMANO & YOSHIOKA (2003), DROUOT et al. (2004). Estes resultados confirmam que os mergulhos profundos de alimentação são uma característica muito importante no comportamento dos cachalotes, ocupando cerca de 2/3 do seu ciclo de vida (WHITEHEAD 2003).

A profundidade média (844 m) e máxima (1091 m), a velocidade de subida média (1.5 m/seg) e máxima (1.9 m/seg) e a velocidade de descida média (1.2 m/seg) e máxima (1.7 m/seg), exibidas pelos cachalotes nos mergulhos profundos são bastante semelhante ao obtido por WATKINS et al. (1993) e AMANO & YOSHIOKA (2003). Já o “bottom time” médio (26 min) e máximo (32 min) registado neste trabalho apresenta uma maior duração em relação ao obtido por AMANO & YOSHIOKA (2003) (médio – 18 min e máximo – 27 min). Assumindo que os cachalotes se alimentam durante o “bottom time” dos mergulhos profundos, que os animais permanecem em profundidade mais tempo com maiores densidades de alimento e que o regresso à superfície implica abandonar a agregação de alimento (THOMPSON & FEDAK 2001; MILLER et al. 2004a), provavelmente um maior “bottom time” nos Açores pode indicar uma maior densidade de alimento e uma maior taxa de sucesso na captura desse mesmo alimento.

Os mergulhos superficiais foram significativamente diferentes dos mergulhos profundos, tendo sido registada uma duração média de 4 min e uma profundidade média de 15 m, estando este valor de profundidade em

conformidade com o resultado obtido por MILLER et al. (2004b). Já a duração média foi mais baixa relativamente ao estudo indicado. O propósito destes mergulhos superficiais não se encontra ainda bem definido. WHITEHEAD (2003) afirma que este tipo de mergulho pode ocorrer quando os animais são perturbados tanto por embarcações como por outros cetáceos. Porém, o mais provável é que estes mergulhos ocorram em períodos de socialização e repouso à superfície ou mesmo entre mergulhos profundos (WATKINS et al. 2002).

Embora se pudesse pensar que, quanto maior a profundidade ou o tempo passado em mergulho, maior seria o tempo despendido à superfície posteriormente, em descanso, os resultados indicam que não existe nenhuma relação significativa entre os três eventos. Este resultado está de acordo com o obtido por WATKINS et al. (2002) e DROUOT et al. (2004). Sabe-se que os limites dos mergulhos aeróbios são determinados pela quantidade de armazenamento de oxigénio no sangue e nos músculos, bem como pela taxa a que este é consumido (NOREN & WILLIAMS 2000). Talvez a falta de correlação existente entre o tempo passado à superfície com o tempo de mergulho e com o “bottom time” se explique pelo facto dos cachalotes não atingirem o seu limite aeróbio durante os mergulhos profundos efectuados.

Os efeitos da pressão nos mamíferos são mais perigosos durante a fase ascensional, quando a redução de pressão pode causar acidentes de descompressão ou “blackout”, o qual consiste numa redução da concentração de oxigénio nas artérias resultando no decréscimo da quantidade de oxigénio no cérebro (KOOYMAN & PONGANIS 1997 *fide* HOOKER & BAIRD 1999). FAHLMAN et al. (2006), demonstraram que uma redução da velocidade de subida, provoca um retorno eficaz de moléculas de azoto presentes no sangue aos pulmões. Consequentemente, a super-saturação de azoto no sangue e nos tecidos é reduzida evitando assim acidentes de descompressão. Os resultados deste trabalho mostram que quanto maior é a duração do “bottom time”, menor é a velocidade de subida. Tal resultado pode sugerir que os cachalotes adoptam esta estratégia afim de evitar acidentes de descompressão ou “blackouts”. Para além dos cachalotes, esta estratégia parece ser adoptada por outros cetáceos como é o caso das baleias bico-de-garrafa (*Hyperoodon*

ampullatus) (HOOKER & BAIRD 1999) e das belugas (*Delphinapterus leucas*) (MARTIN et al. 1998).

No caso do indivíduo Pma3, verificou-se nos resultados que, pela presença da cria, o seu comportamento foi alterado, principalmente em termos de mergulho profundo. Neste caso registou-se que a profundidade média (281 m), o tempo de mergulho médio (18 min) e o “bottom time” médio (6 min) foram substancialmente mais curtos relativamente aos outros indivíduos estudados. Os dados recolhidos não permitem concluir se o indivíduo Pma3 era progenitora da cria observada. No entanto, um estudo desenvolvido por WHITEHEAD (1996), mostra que os cachalotes, nomeadamente as fêmeas, exibem cuidados alopARENTAIS, ou seja, outro indivíduo que não a progenitora permanece à superfície acompanhando e protegendo a cria, permitindo à progenitora uma maior liberdade enquanto procura alimento. Existem ainda indicações que os cachalotes não são os únicos a efectuar este tipo de comportamento. Embora de forma menos evidente, as baleias bico-de-garrafa também cuidam e tomam conta das crias à superfície (GOWANS et al. 2001).

Apesar das crias poderem ser observadas sozinhas à superfície, passam significativamente menos tempo sozinhas do que indivíduos adultos. Durante o tempo em que esteve marcado, o indivíduo Pma3 despendeu cerca de 43% do tempo à superfície, reduzindo em cerca de 50% tanto o tempo de mergulho profundo, como a profundidade máxima registada. Também as baleias-de-bossa parecem reduzir o tempo e a profundidade de mergulho por forma a passarem mais tempo à superfície junto das crias (BAIRD et al. 2000). Pode-se portanto especular acerca de um cuidado especial que os cetáceos, nomeadamente os cachalotes, aparentam ter em relação às suas crias e sua protecção.

Apesar de se saber que os cachalotes mergulham profundamente para capturar as suas presas, pouco se conhece acerca da forma como estas são capturadas. Existem várias hipóteses, das quais se destacam a eco-localização e a visão:

i) eco-localização, utilizada a partir do momento em que o animal inicia a descida. Durante esse espaço de tempo o cachalote emite uns sons distintos

denominados de “clicks”, que se pensa serem de carácter direccional, semelhante a um feixe condutor (MADSEN et al. 2002a,b; MILLER et al. 2004a). Apesar de se poder considerar que a eco-localização não seria eficaz na detecção de animais de corpo gelatinoso, como é o caso dos cefalópodes (FRISTRUP & HARBISON 2002), o estudo desenvolvido por MADSEN et al. (2002b) indica o contrário;

ii) através da visão, mais precisamente pela detecção de organismos bio-luminescentes (FRISTRUP & HARBISON 2002).

Neste trabalho não se registou nenhuma interacção dos animais marcados com o fundo oceânico, sugerindo que possivelmente a captura das presas ocorreu na coluna de água, longe do fundo. Este resultado pode ser explicado pelo facto de as presas preferenciais dos cachalotes nos Açores, lulas pertencentes às famílias Octopoteuthidae, Histioteuthidae e Architeuthidae (CLARKE et al. 1993), serem animais mesopelágicos que apresentam intervalos de profundidade distintos. As duas primeiras famílias ocorrem entre os 500 e os 1500 m de profundidade, enquanto que a família Architeuthidae distribui-se entre os 200 e os 500 m (ROPER et al. 1984). Como tal, é de prever que os cachalotes não utilizem regularmente o fundo oceânico para se alimentarem, preferindo a coluna de água e fazendo uso de alguns dos mecanismos de captura já referenciados.

Dado que os indivíduos pertencentes às famílias Octopoteuthidae e Histioteuthidae possuem fotóforos e conseqüentemente bio-luminescência (ROPER et al. 1984), talvez os cachalotes utilizem a visão para capturar este tipo de presas. Outro motivo que pode levar à captura de indivíduos da família Histioteuthidae, é o reduzido dispêndio energético por parte dos cachalotes aquando da captura, já que estas lulas apresentam musculatura reduzida no manto, corpos curtos e capacidade natatória reduzida comparado com outras lulas (SMITH & WHITEHEAD 2000). Já a família Architeuthidae, da qual fazem parte as lulas gigantes, provavelmente são capturadas através da eco-localização.

Relativamente às baleias-comuns, dos 164 mergulhos registados, apenas 6 apresentaram características que permitissem concluir que se tratava de um mergulho de alimentação. Perante este valor reduzido, talvez não seja

possível inferir com exactidão acerca do comportamento de uma baleia-comum enquanto se alimenta. Contudo, verifica-se que os mergulhos de alimentação foram mais profundos que os de não-alimentação. Este resultado está em conformidade com o trabalho desenvolvido por CROLL et al. (2001). PANIGADA et al. (1999) referem que as baleias-comuns apresentam diferenças de profundidade nos mergulhos de alimentação consoante a hora do dia, diferença essa que está relacionada com as migrações verticais do “krill”. No presente trabalho não foi possível estudar esse padrão pois as 2 baleias foram marcadas no período da manhã com 32 min de diferença.

Os mergulhos de alimentação apresentaram velocidades médias de descida (1.2 m/seg) e subida (1.9 m/seg) superiores à dos mergulhos de não-alimentação (descida – 0.9 m/seg e subida – 0.7 m/seg). Esta diferença pode estar associada ao mecanismo de “lunge feeding” usado durante a alimentação (ACEVEDO-GUTIÉRREZ et al. 2002). GOLDBOGEN et al. (2006) referem que o mergulho de alimentação da baleia-comum é caracterizado por uma descida veloz, por períodos activos de “lunge feeding” durante o “bottom time” e posteriormente uma subida de novo veloz.

Verificou-se que o tempo de superfície foi significativamente diferente entre os dois tipos de mergulho, sendo maior entre mergulhos de alimentação. ACEVEDO-GUTIÉRREZ et al. (2002), explicam que tanto baleias-azuis como baleias-comuns, apresentam tempos de recuperação à superfície mais longos após mergulhos de alimentação, devido ao gasto energético provocado pelos “lunge feedings”.

Em relação à dispersão de valores de profundidade para mergulhos de alimentação, esta pode estar relacionada com a variação do tipo de presas, peixe e krill, e distribuição destas em profundidade.

O facto do número de “wiggles” não ser diferente entre os dois tipos de mergulho pode ser explicado pelo facto de o número de mergulhos de alimentação ser bastante reduzido. Seria de esperar que este tipo de mergulho apresentasse um maior número de “wiggles” em virtude do mecanismo de “lunge feeding”.

No entanto, os resultados parecem demonstrar que os mergulhos de alimentação são dirigidos efectivamente para esse fim pelo facto de existirem

correlações positivas, nomeadamente entre o número de “wiggles” com “bottom time” e com o tempo de mergulho.

O esforço em termos de saídas de mar empregue para a realização deste trabalho, mostra claramente as dificuldades existentes no que toca à marcação de cetáceos. O sucesso de marcação variou entre 15% para os cachalotes e 17% para misticetos. O facto de lidarmos com animais selvagens no seu meio natural contribui bastante para o reduzido número de marcações. Outra explicação pode prender-se com a técnica de marcação utilizada. Das duas técnicas utilizadas, a marcação com recurso ao varão telescópico provou ser mais eficaz, desde que se consiga uma aproximação lenta aos animais. Por outro lado, ao utilizar a marcação com arma de caça submarina modificada, é necessário encontrar um compromisso ideal entre a distância ao animal e a velocidade de disparo, já que esta não é controlável. Se se efectuar o disparo demasiado longe do animal, é provável que este não seja atingido. Se o disparo for demasiado perto, o “tag” ao atingir o animal ressaltará e não ficará colocado. Como referido anteriormente, a utilização de “tags” com ventosa necessita de várias tentativas que resultem numa colocação com sucesso, no entanto, este método é certamente o mais indicado pois causa menos stress e danos físicos nos animais.

Apesar dos resultados deste trabalho proporcionarem algumas indicações acerca do comportamento subaquático das espécies em estudo através da utilização do TDR, no futuro e em trabalhos vindouros, seria recomendável optar por outro tipo de dispositivos que recolham mais informação. Por exemplo, a utilização de Satellite-Linked Time Depth-Recorders (SLTDRs) permite não só recolher dados semelhantes aos obtidos neste trabalho, como também permite recolher dados posicionais dos animais, através de GPS, enquanto permanecem à superfície. Este tipo de dispositivo já foi testado com sucesso em cetáceos como demonstram os estudos efectuados por LAIDRE et al. (2002) e HEIDE-JORGENSEN et al. (2002).

MILLER et al. (2004b) utilizaram no seu estudo um dispositivo digital de alta resolução (DTag), que incluía um hidrofone e um acelerómetro de 3 eixos que permite recolher dados subaquáticos da posição corporal do animal em 3 dimensões.

Em suma, todos estes instrumentos possibilitam a recolha de uma grande variedade de dados. A existência de uma vasta escolha de dispositivos confere uma maior flexibilidade na elaboração de metodologias permitindo a obtenção de informações mais detalhadas acerca de migrações, habitats preferenciais e comportamentos subaquáticos de deslocação e alimentares.

5. CONCLUSÕES

Neste estudo verificou-se que tanto cachalotes como baleias-comuns efectuam mergulhos específicos com o intuito de se alimentarem.

No caso dos cachalotes, os mergulhos profundos ocuparam cerca de 80% do tempo dos indivíduos, valor que está em conformidade com outros estudos efectuados. Também os valores de profundidade, tempo à superfície e velocidades de subida e descida apresentam concordância com estudos previamente realizados. Não se verificou aumento do tempo de superfície após mergulhos mais longos ou mais profundos ou após períodos de “bottom time” maiores, sugerindo que os cachalotes, durante os mergulhos profundos, não atingiram o seu limite aeróbio. A redução da velocidade de subida após períodos de “bottom time” mais longos, sugere a existência de um mecanismo preventivo dos cachalotes afim de evitarem acidentes de descompressão e “blackouts”.

Os mergulhos superficiais foram significativamente diferentes dos mergulhos profundos, possuindo tempos e profundidades semelhantes a outros trabalhos efectuados. Este tipo de mergulho ocorre em momentos de socialização, repouso e entre mergulhos profundos.

O comportamento de mergulho profundo do indivíduo Pma3 foi afectado pela presença de uma cria, tendo existido uma redução de cerca de 50% tanto no tempo de mergulho como na profundidade máxima. Pelo facto de a aloparentalidade ser um comportamento conhecido e estudado nos cachalotes, não foi possível determinar se o Pma3 seria ou não a progenitora da cria.

Relativamente à possível interacção dos cachalotes com o fundo oceânico, esta não se verificou, possivelmente pelo facto das presas preferenciais do cachalote nos Açores – lulas das famílias Octopoteuthidae, Histioteuthidae e Architeuthidae – serem animais mesopelágicos.

No caso das baleias-comuns, apesar do número reduzido de mergulhos de alimentação, foi possível constatar que estes são mais profundos que os de não-alimentação. Durante os períodos de “bottom time” dos mergulhos de alimentação, as baleias-comuns realizaram movimentos oscilatórios – “wiggles” – associados ao mecanismo de “lunge feeding”. A existência de correlações positivas entre o número de “wiggles” com “bottom time” e com o

tempo de mergulho, sugere que este tipo de mergulho é efectivamente efectuado para fins alimentares. O mecanismo de “lunge feeding” provoca um grande dispêndio energético, razão pela qual se observou tempos de recuperação à superfície mais longos após mergulhos de alimentação. Apesar de não ter existido diferença entre o número de “wiggles” em relação aos mergulhos de alimentação e não–alimentação, seria de esperar que o valor fosse superior nos mergulhos de alimentação.

De um modo geral, este trabalho permite ter uma noção do comportamento subaquático, até então pouco conhecido, das duas espécies em estudo. Verificou-se que os cachalotes se alimentam na coluna de água, em ambiente mesopelágico em detrimento do fundo oceânico. Verificou-se ainda uma alteração do comportamento dos cachalotes, nomeadamente em termos de mergulho profundo, quando existem crias presentes.

No caso das baleias–comuns, foi possível confirmar a existência de “lunge feeding” quando os mergulhos eram direccionados para alimentação. No entanto, seria aconselhável um estudo mais pormenorizado deste tipo de comportamento, recorrendo a marcações a diferentes horas do dia, afim de se perceber exactamente de que forma se processa o mecanismo de alimentação nas baleia–comuns.

6. REFERÊNCIAS

ACEVEDO–GUTIÉRREZ, A., CROLL, D. A. & B. R. TERSHY 2002. High feeding costs limit dive time in the largest whales. *The Journal of Experimental Biology* 205: 1747 – 1753.

AMANO, M. & M. YOSHIOKA 2003. Sperm whale diving behaviour monitored using a suction–cup–attached TDR tag. *Marine Ecology Progress Series* 258: 291 – 295.

BAIRD, R. 1998. Studying diving behavior of whales and dolphins using suction-cup attached tags. *Whalewatcher* 31: 3 – 7.

BAIRD, R. W., A. D. LIGON & S. K. HOOKER 2000. Sub–surface and night–time behaviour of humpback whales off Maui, Hawaii: A preliminary report. *Hawaii Wildlife Fund*. 18 pp.

BAIRD, R. W., D. L. WEBSTER, D. J. MCSWEENEY, A. D. LIGON, G. S. SCHORR & J. BARLOW 2006. Diving behavior of Cuvier's (*Ziphius cavirostris*) and Blainville's (*Mesoplodon densirostris*) beaked whales in Hawai'i. *Canadian Journal of Zoology* 84: 1120-1128.

CLARKE, M. R. 1978. Physical properties of spermaceti oil in the sperm whale. *Journal of Marine Biology* 58: 19 – 26.

CLARKE, M. R., H. R. MARTINS & P. PASCOE 1993. The diet of sperm whales (*Physeter macrocephalus* Linnaeus 1758) off the Azores. *Biological Sciences* 339: 67 – 82.

CROLL, D. A., A. A. GUTIERRÉZ, B. R. TERSHY & J. U. RAMÍREZ 2001. The diving behaviour of blue and fin whales: is dive duration shorter than expected based on oxygen stores? *Comparative Biochemistry and Physiology Part A* 129: 797-809.

DROUOT, V., A. GANNIER & J. C. GOULD 2004. Diving and feeding behaviour of sperm whales (*Physeter macrocephalus*) in the northwestern Mediterranean Sea. *Aquatic Mammals* 30: 419 – 426.

EVANS, P. G. H. & J. A. RAGA 2001. *Marine Mammals – Biology and Conservation*. Kluwer Academic / Plenum Publishers. New York. 630 pp.

FAHLMAN, A., A. OLSZOWKA, B. BOSTROM & D. R. JONES 2006. Deep diving mammals: Dive behaviour and circulatory adjustments contribute to bends avoidance. *Respiratory Physiology & Neurobiology* 153: 66 – 77.

FLINN, R. D., A. W. TRITES & E. D. GREGR 2002. Diets of fin, sei and sperm whales in British Columbia: An analysis of commercial whaling records, 1963 – 1967. *Marine Mammal Science* 18: 663 – 679.

FONTAINE, P. H. 2007. *Whales and Seals – Biology and Ecology*. Schiffer Publishing. England. 448 pp.

FRISTRUP, K. M. & G. R. HARBISON 2002. How do sperm whales catch squids? *Marine Mammal Science* 18: 42 – 54.

GENTRY, R. L. & G. L. KOOYMAN 1986. Methods of dive analysis. *Fur Seals, Maternal Strategies on Land and at Sea*. Princeton University Press pp. 28 – 40.

GOLDBOGEN, J. A., J. CALAMBOKIDIS, R. E. SHADWICK, E. M. OLESON, M. A. McDONALD & J. A. HILDEBRAND 2006. Kinematics of foraging dives and lunge-feeding in fin whales. *The Journal of Experimental Biology* 209: 1231 – 1244.

GOLDBOGEN, J. A., N. D. PYENSON & R. E. SHADWICK 2007. Big gulps require drag for fin whale lunge feeding. *Marine Ecology Progress Series* 349: 289 – 301.

GORDON, G. & L. STEINER 1992. Ventilation and dive patterns in sperm whales, *Physeter macrocephalus*, in the Azores. Report International Whaling Commission 42: 561 – 565.

GORDON, J. C., L. STEINER & H. R. MARTINS 1995. Observations of fin whales (*Balaenoptera physalus* L., 1758) around the central north Atlantic islands of the Azores and Madeira. Arquipélago. Life and Marine Sciences 13A: 79 – 84.

GOWANS, S., H. WHITEHEAD & S. K. HOOKER 2001. Social organization in northern bottlenose whales, *Hyperoodon ampullatus*: not driven by deep – water foraging? Animal Behaviour 62: 369 – 377.

HAYS, G. C., D. W. FORMAN, L. A. HARRINGTON, A. L. HARRINGTON, D. W. MACDONALD & D. RIGHTON 2007. Recording the free-living behaviour of small-bodied, shallow-diving animals with data loggers. Journal of Animal Ecology 76: 183 – 190.

HEIDE-JORGENSEN, M. P., D. BLOCH, E. STEFANSSON, B. MIKKELSEN, L. H. OFSTAD & R. DIETZ 2002. Diving behaviour of long-finned pilot whales *Globicephala melas* around the Faroe Islands. Wildlife Biology 8: 307 – 313.

HOOKE, S. K. & R. W. BAIRD 1999. Deep-diving behaviour of the northern bottlenose whale, *Hyperoodon ampullatus* (Cetacea: Ziphiidae). Proceedings Royal Society of London 266: 671 – 676.

JEFFERSON, T. A., S. LEATHERWOOD & M. A. WEBBER 1994. *FAO Species Identification Guide. Marine Mammals of the World*. Rome. 320 pp.

KOOYMAN, G. L. 2004. Genesis and Evolution of bio-logging devices: 1963–2002. Memoires of the National Institute of Polar Research 58: 15 – 22.

KOOYMAN, G. L. & P. J. PONGANIS 1997. The challenges of diving to depth. American Scientist 85: 530 – 539.

LAIDRE, K. L., M. P. HEIDE–JORGENSEN & R. DIETZ 2002. Diving behavior of narwhals (*Monodon monoceros*) at two coastal localities in the Canadian High Arctic. *Canadian Journal of Zoology* 80: 624 – 635.

MADSEN, P. T., R. PAYNE, N. U. KRISTIANSEN, M. WAHLBERG, I. KERR & B. MOHL 2002a. Sperm whale sound production studied with ultrasound time/depth–recording tags. *The Journal of Experimental Biology* 205: 1899 – 1906.

MADSEN, P. T., M. WAHLBERG & B. MOHL 2002b. Male sperm whale (*Physeter macrocephalus*) acoustics in a high-latitude habitat: implications for echolocation and communication. *Behavioral Ecology and Sociobiology* 53: 31 – 41.

MARTIN, A. R., T. G. SMITH & O. P. COX 1998. Dive form and function in belugas *Delphinapterus leucas* of the eastern Canadian High Arctic. *Polar Biology* 20: 218 – 228.

MILLER, P. J. O., M. P. JOHNSON & P. L. TYACK 2004a. Sperm whale behaviour indicates the use of echolocation click buzzes “creaks” in prey capture. *Proceedings Royal Society London* 271: 2239 – 2247.

MILLER, P. J. O., M. P. JOHNSON, P. L. TYACK & E. A. TERRAY 2004b. Swimming gaits, passive drag and buoyancy of diving sperm whales *Physeter macrocephalus*. *The Journal of Experimental Biology* 207: 1953 – 1967.

MORTON, B., J. C. BRITTON & A. M. F. MARTINS 1998. *Coastal ecology of the Açores*. Sociedade Afonso Chaves – Associação de Estudos Açoreanos. Ponta Delgada, Portugal. 249 pp.

NOREN, S. R. & T. M. WILLIAMS 2000. Body size and skeletal muscle myoglobin of cetaceans: adaptations for maximizing dive duration. *Comparative Biochemistry and Physiology* 126: 181 – 191.

PANIGADA, S., M. ZANARDELLI, S. CANESE & M. JAHODA 1999. How deep can baleen whales dive? *Marine Ecology Progress Series* 187: 309 – 311.

REEVES, R. R., B. S. STEWART, P. J. CLAPHAM & J. A. POWELL 2002. *Guide to Marine Mammals of the World*. National Auk Society. New York. 527 pp.

ROPER, C. F. E., SWEENEY, M. J. & C. E. NAUEN 1984. *FAO Species Catalogue. Vol.3. Cephalopods of the world*. FAO Fisheries Synopsis No. 125 Volume 3: 277 pp.

SEABRA, M. I., M. A. SILVA, S. MAGALHÃES, R. PRIETO & R. S. SANTOS 2005. Desenvolvimento de um SIG para analisar a influência das características do habitat na ecologia dos cetáceos. Relatório Final da Bolsa de Investigação do Projecto CETAMARH (POCTI/BSE/38991/2001). 45 pp.

SILVA, H. M. & M. R. PINHO 2007. Small-scale fishing on seamounts. Pp. 335-360 in: PITCHER, T. J., T. MORATO, P. J. B. HART, M. R. CLARK, N. HAGGAN & R. S. SANTOS (Eds). *Seamounts: Ecology, fisheries and conservation*. Blackwell Publishing, Oxford-UK. 527pp.

SMITH, S. C. & H. WHITEHEAD 2000. The diet of Galápagos sperm whales *Physeter macrocephalus* as indicated by fecal sample analysis. *Marine Mammal Science* 16: 315 – 325.

TELONI, V., J. P. MARK, M. J. O. PATRICK & M. T. PETER 2008. Shallow food for deep divers: Dynamic foraging behaviour of male sperm whales in a high latitude habitat. *Journal of Experimental Marine Biology and Ecology* 354: 119 – 131.

THOMPSON, D. & M. A. FEDAK 2001. How long should a dive last? A simple model of foraging decisions by breath-hold divers in a patchy environment. *Animal Behaviour* 61: 287 – 296.

TYACK, P. L., M. JOHNSON, N. A. SOTO, A. STURLESE & P. T. MADSEN 2006. Extreme diving of beaked whales. *The Journal of Experimental Biology* 209: 4238-4253.

WATKINS, W. A., M. A. DAHER, K. M. FRISTRUP & T. J. HOWALD 1993. Sperm whales tagged with transponders and tracked underwater by sonar. *Marine Mammal Science* 9: 55 – 67.

WATKINS, W. A., A. SAMUELS, D. WARTZOK, K. M. FRISTRUP, D. P. GANNON, P. W. HOWEY & R. R. MAIEFSKI 1999. Sperm whale surface activity from tracking by radio and satellite tags. *Marine Mammal Science* 15: 1158 – 1180.

WATKINS, W. A., M. A. DAHER & N. A. DIMARZIO 2002. Sperm whale dives tracked by radio tag telemetry. *Marine Mammal Science* 18: 55 – 68.

WHITEHEAD, H 1996. Babysitting, dive synchrony, and indications of alloparental care in sperm whales. *Behavioral Ecology and Sociobiology* 38: 237 – 244.

WHITEHEAD, H. 2003. *Sperm Whales – Social Evolution in the Ocean*. The University of Chicago Press. Chicago. 431 pp.

ZAR, J. H 1998. *Biostatistical analysis* (4th Edition). Prentice Hall. 663 pp.