



**UNIVERSIDADE DOS AÇORES**

**DEPARTAMENTO DE CIÊNCIAS AGRÁRIAS**

**VARIAÇÃO ESPACIAL E TEMPORAL NA OCORRÊNCIA DE  
CETÁCEOS NO SUL DA ILHA TERCEIRA**



**DISSERTAÇÃO DE**

**MESTRADO EM GESTÃO E CONSERVAÇÃO DA NATUREZA**

Luís Miguel Duarte Barcelos

Orientadores: Professor Doutor Rui Elias

Professor Doutor João Barreiros

Angra do Heroísmo

outubro de 2012

“Oceanos, a Génese de Tudo...”

*Iliada*

## Agradecimentos

Gostaria de agradecer a todas as pessoas que, de alguma forma, fizeram com que este trabalho chegasse a bom porto:

Começo por agradecer aos meus orientadores, Professor Doutor João Pedro Barreiros e Professor Doutor Rui Elias, por toda a ajuda, sugestões, comentários e correções.

Aos meus colegas de mestrado, que com a sua boa disposição e incentivos ajudaram a concluir a parte curricular e que depois deram uma força para avançar com a elaboração deste trabalho.

Às empresas de Observação de Cetáceos “Picos de Aventura” e “Marsol” que me deram a oportunidade de conhecer de perto os cetáceos e de ter experiências fantásticas, para além da possibilidade de recolher todos estes dados e poder fazer uso deles.

Um agradecimento também a todos os meus colegas “skippers” e marinheiros, que foram tornando as muitas horas que passamos sobre as águas em vivências agradáveis e divertidas.

Um especial agradecimento às pessoas que, sem elas, seria praticamente impossível a observação de cetáceos, que são as (os) vigias. O seu trabalho é fundamental para o sucesso desta atividade.

Agradeço também a todos os amigos que de alguma forma colaboraram para a execução deste trabalho, ou fornecendo bibliografia ou fazendo sugestões / correções, ou mesmo só dando uma “força”.

À minha família, em especial aos meus pais que sempre me apoiaram e proporcionaram condições de trabalhos.

À Weedy, por todo o apoio, encorajamento e amor!

## Resumo

O trabalho apresentado tem como objetivo principal o estudo da ocorrência espacial e temporal de cetáceos no litoral Sul da ilha Terceira, entre 2007-2011.

Os resultados apresentados referem-se à ocorrência das espécies, frequência e respetiva homogeneidade. Igualmente se discute a importância de determinar se fatores abióticos, tais como profundidade e temperatura à superfície da água do mar (TSM), influenciam a ocorrência de cetáceos.

No litoral Sul da ilha Terceira é possível observar 15 das 27 espécies de cetáceos que estão dadas como ocorrendo nos Açores. Destas destacam-se 5 espécies de Delphinidae (*D. delphis*, *T. truncatus*, *G. griseus*, *S. frontalis* e *S. coeruleoalba*) e o cachalote (*P. macrocephalus*) como mais frequentes. A ocorrência destas espécies sofre alguma variação ao longo dos meses, sendo as maiores ocorrências em junho e julho.

A análise e discussão dos resultados revelam que as espécies têm preferências por águas com profundidades diferentes, mas no entanto é possível observar as 6 espécies mais frequentes em águas costeiras.

A maioria dos avistamentos ocorre na zona Sudoeste, em águas costeiras, até 200 metros de profundidade, e entre os 700 e 1000 metros de profundidade. Os avistamentos em águas mais profundas estão relacionados com o aumento da TSM (Temperatura Superficial do Mar). Também com este aumento algumas espécies tendem a aumentar a ocorrência e outras tendem a diminuir. Estes diferentes comportamentos estarão relacionados com a biologia das espécies em causa.

Verificou-se também alterações nas FO de algumas espécies em relação ao tráfego marítimo. Estas alterações não puderam ser comprovadas estatisticamente por falta de dados.

Com este estudo pretende-se contribuir para um maior conhecimento dos cetáceos em geral e em particular da sua ocorrência espacial e temporal no litoral Sul da ilha Terceira.

Palavras-chave: cetáceos; frequência de ocorrência; *D. delphis*; *S. frontalis*; *T. truncatus*; *G. griseus*; *S. coeruleoalba*; *P. macrocephalus*; TSM; Profundidade.

## Abstract

The aim of this work is to study the occurrence of cetaceans, in space and time, on the south cost of Terceira island, during 2007-2011 period.

Results concerning occurrence, frequency and homogeneity are presented. Also discussed is the importance of some abiotic factors, such as depth and sea surface temperature (SST), and their influence on the occurrence of cetaceans.

It is possible to observe 15 off the 27 species of cetaceans that occurred in the Azores, on the south shore of Terceira island. Of that *D. delphis*, *T. truncatus*, *G. griseus*, *S. frontalis* and *S. coeruleoalba* point out as the most frequent Delphinidae species and *P. macrocephalus* as the most frequent whale species. There are variations on the occurrence of this species during the months, being the higher occurrence on June and July.

The analysis and discussions of the results reveals different water depths preferences per species, but is possible to observe the six more frequent species in coastal waters, up to 200 meters depth, and between 700 and 1000 meters. The deeper sightings are related with SST increase.

Species are affected differently by de SST. When SST increases, the occurrence of some species also increases, but others tend to decrease. These different variations are related with the species biology.

There were also changes on the frequencies of occurrence of species, related with boat traffic. This changes was not proved statistically because lake of data.

This study seeks to contribute to the knowledge about cetaceans that occur in the southern waters of Terceira Island, and particularly their temporal and spatial occurrence.

Key words: Cetaceans; frequency of occurrence; *D. delphis*; *S. frontalis*; *T. truncatus*; *G. griseus*; *S. coeruleoalba*; *P. macrocephalus*; SST and Depth.

# ÍNDICE GERAL

<b>Agradecimentos</b> .....	<b>iii</b>
<b>Resumo</b> .....	<b>v</b>
<b>Abstract</b> .....	<b>vii</b>
<b>Índice Geral</b> .....	<b>ix</b>
<b>Índice de Figuras</b> .....	<b>xi</b>
<b>Índice de Quadros</b> .....	<b>xiii</b>
<b>1.Introdução</b> .....	<b>1</b>
1.1 Açores .....	1
1.2 Cetáceos .....	2
1.3 A Observação Turística de Cetáceos .....	3
1.4. Objetivos .....	4
<b>2.Metodologias</b> .....	<b>5</b>
2.1. Recolha dos dados .....	5
2.2. Análise dos dados .....	7
2.2.1 Análises gerais .....	7
2.2.2. Análises estatísticas .....	7
2.3. Diversidade, Dominância e Uniformidade .....	8
2.4. Dados Abióticos .....	11
<b>3.Resultados</b> .....	<b>13</b>
3.1. Espécies observadas .....	13
3.2. Sazonalidade das observações .....	16
3.3. Diversidade .....	24
3.4. Influência da profundidade e temperatura superficial do mar na ocorrência das espécies .....	26
3.5. Distribuição geográfica das ocorrências .....	34
<b>4.Discussão</b> .....	<b>42</b>
4.1. Espécies observadas .....	42
4.2. Sazonalidade das observações .....	43
4.3. Diversidade .....	45
4.4. Influência da profundidade e temperatura superficial do mar na ocorrência das espécies .....	47
4.5. Distribuição geográfica das ocorrências .....	49
<b>5. Considerações finais</b> .....	<b>53</b>

<b>6. Referências</b> .....	<b>55</b>
<b>Anexos</b> .....	<b>63</b>

## ÍNDICE DE FIGURAS

<b>Figura 1</b> – Localização do Arquipélagos dos Açores.....	1
<b>Figura 2</b> – Frequências de Ocorrência (FO) para as 15 espécies de cetáceos observadas no litoral Sul da ilha Terceira.....	16
<b>Figura 3</b> – Distribuição das FO das 6 espécies ao longo dos 5 anos.....	17
<b>Figura 4</b> – Distribuição média mensal das FO, de 2007 a 2011, das 6 espécies mais frequentes no litoral Sul da ilha Terceira.....	19
<b>Figura 5</b> – Variação mensal e anual das FO para as espécies <i>D. delphis</i> , <i>T. truncatus</i> , <i>S. frontalis</i> , <i>G. griseus</i> , <i>S. coeruleoalba</i> e <i>P. macrocephalus</i> .....	20
<b>Figura 6</b> – Variação anual das FO das espécies <i>D. delphis</i> , <i>T. truncatus</i> , <i>S. frontalis</i> , <i>G. griseus</i> , <i>S. coeruleoalba</i> e <i>P. macrocephalus</i> .....	21
<b>Figura 7</b> – Curvas de Rarefação para os 5 anos do estudo.....	24
<b>Figura 8</b> – Distribuição batimétrica dos avistamentos (%).....	27
<b>Figura 9</b> – Distribuição batimétrica dos avistamentos (%) ao longo dos meses .....	28
<b>Figura 10</b> – Distribuição das observações, das 6 espécies com maior FO, para cada intervalo batimétrico.....	29
<b>Figura 11</b> – Distribuição da Temperatura Superficial do Mar (TSM) para os meses maio-outubro, para os anos 2007-2011 .....	31
<b>Figura 12</b> – Distribuição anual das TSM para os meses maio-outubro.....	31
<b>Figura 13</b> – Distribuição das FO de <i>Mesoplodon</i> sp ao longo dos 5 anos .....	34
<b>Figura 14</b> – Distribuição de <i>D. delphis</i> no litoral Sul da ilha Terceira; a cada ponto corresponde um avistamento .....	35
<b>Figura 15</b> – Golfinho-comum ( <i>Delphinus delphis</i> ); foto por: Luís Barcelos.....	35
<b>Figura 16</b> – Distribuição de <i>S. frontalis</i> no litoral Sul da ilha Terceira; a cada ponto corresponde um avistamento .....	36
<b>Figura 17</b> – Golfinho-pintado ( <i>Stenella frontalis</i> ); foto por Luís Barcelos.....	36

<b>Figura 18</b> – Distribuição de <i>T. truncatus</i> no litoral Sul da ilha Terceira; a cada ponto corresponde um avistamento .....	37
<b>Figura 19</b> – Roaz ( <i>Tursiops truncatus</i> ); foto por: Luís Barcelos .....	37
<b>Figura 20</b> – Distribuição de <i>G. griseus</i> no litoral Sul da ilha Terceira; a cada ponto corresponde um avistamento .....	38
<b>Figura 21</b> – Grampo ( <i>Grampus griseus</i> ); foto por: Luís Barcelos .....	38
<b>Figura 22</b> – Distribuição de <i>S. coeruleoalba</i> no litoral Sul da ilha Terceira; a cada ponto corresponde um avistamento .....	39
<b>Figura 23</b> – Golfinho-riscado ( <i>Stenella coeruleoalba</i> ); foto por: Filipe Lourenço .....	39
<b>Figura 24</b> – Distribuição de <i>P. macrocephalus</i> no litoral Sul da ilha Terceira; a cada ponto corresponde um avistamento .....	40
<b>Figura 25</b> – Cachalote ( <i>Physeter macrocephalus</i> ); foto por: Luís Barcelos .....	41
<b>Figura 26</b> – Imagem aérea da ilha Terceira, com destaque para a cordilheira com orientação NNW-SSE .....	61

## ÍNDICE DE QUADROS

<b>Quadro I</b> – Taxa de Eficácia e Taxa de Avistamentos de cetáceos no litoral Sul da ilha Terceira para os 5 anos de estudo.....	14
<b>Quadro II</b> – Espécies observadas, com as respetivas famílias e nomes comuns; - é quando o nome comum é o mesmo que o científico.....	15
<b>Quadro III</b> – Valores de $p$ obtidos pelo Teste <i>Mann-Whitney</i> entre anos; para as diferenças serem significativas $p < 0,05$ .....	18
<b>Quadro IV</b> – Valores de $p > 0,05$ , para o teste <i>M-W</i> entre as 13 espécies de cetáceos que ocorreram no litoral Sul da ilha Terceira.....	22
<b>Quadro V</b> – Teste <i>M-W</i> entre as 6 espécies com maior FO; a <b>negrito</b> os valores de $p < 0,05$ ...	23
<b>Quadro VI</b> – Valores de correlação de FO para as 6 espécies mais observadas.....	23
<b>Quadro VII</b> – Índices de Diversidade para os 5 anos; <b>S</b> – número de espécies; <b>N</b> – número de indivíduos; <b>H'</b> – Índice de diversidade de Shannon-Wiener; <b>1/D</b> – recíproco do Índice de Simpson; <b>J'</b> – Índice de Uniformidade de Pielou .....	25

# 1. INTRODUÇÃO

## 1.1. Açores

O arquipélago dos Açores (Fig. 1) é constituído por 9 ilhas de origem vulcânica e vários ilhéus, formando 3 grupos ao longo de uma zona tectónica com orientação WNW-ESE. Localiza-se entre 37° e 40° de latitude Norte e 25° a 32° de longitude Oeste (Santos *et al.*, 1995). As ilhas encontram-se separadas por águas profundas (Santos *et al.*, 1995; Silva *et al.*, 2011), e sem plataforma continental, sendo esta substituída por um talude costeiro que é típico das orlas insulares (Morton *et al.*, 1998).

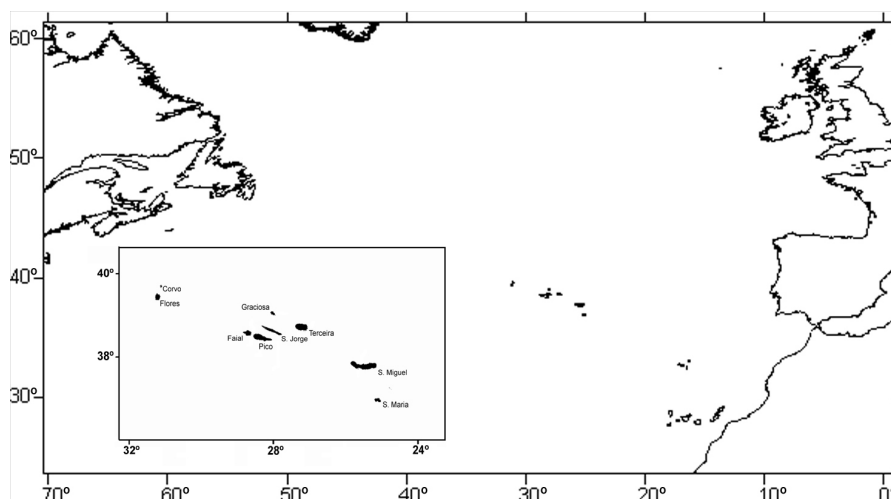


Figura 1 – Localização do arquipélago dos Açores (Fonte: <http://www.horta.uac.pt/intradop/mapas/images/Atlantico-Norte-e-Azores-co.jpg>)

A Zona Económica Exclusiva (ZEE) dos Açores cobre uma área de 954449 Km<sup>2</sup> com profundidade média a rondar os 3000 metros (Silva *et al.*, 2011), e onde os montes submarinos são estruturas geográficas relativamente comuns (Morato *et al.*, 2008a). Santos *et al.* (1995) referem estas estruturas como sendo importantes para a conservação e para as pescas nos Açores. Esta opinião é partilhada por Pitcher *et al.* (2007), que se referem aos montes submarinos como sendo altamente importantes para as pescas,

biodiversidade e conservação enquanto suporte para ecossistemas submarinos ricos e isolados.

Além disso os montes submarinos são importantes para espécies carismáticas como, mamíferos marinhos, tartarugas marinhas, aves marinhas e grandes peixes pelágicos, podendo funcionar como pontos de alimentação para alguns destes (Morato *et al.*, 2008b).

## 1.2. Cetáceos

A palavra Cetáceo tem origem no Latim (*cetus* = grande animal marinho) e no Grego (*ketos* = monstro marinho). Esta palavra é utilizada para designar um dos três grandes grupos em que se dividem os mamíferos marinhos (Rice, 1998). Os cetáceos são criaturas evasivas, que passam grande parte da sua vida debaixo de água ou áreas remotas no mar alto (Carwardine, 2002). Em termos de classificação a ordem dos Cetáceos divide-se em duas subordens, os Odontoceti ou baleias com dentes; e os Mysticeti ou baleias de barbas (Milinkovitch *et al.*, 1993).

Nos Açores algumas espécies são residentes (Magalhães *et al.*, 1999) mas também se observam espécies migratórias, constituídas na sua maioria por baleias de barbas (Gordon *et al.*, 1995; Visser *et al.*, 2011a). Esporadicamente tem ocorrido Pinípedes (Silva *et al.*, 2009), conhecidos vulgarmente por focas, sendo as últimas ocorrências de foca-cinzenta (*Halichoerus grypus*), no mês de Fevereiro de 2012.

De entre as 87 espécies de Cetáceos existentes (Perrin, 2009) estão dadas como ocorrendo no arquipélago dos Açores 27 espécies. Nestas 27 estão incluídas algumas que são classificadas como errantes (Prieto & Silva, 2010). Os autores chegaram a este número fazendo uma revisão crítica de toda a literatura conhecida. Antes dessa revisão eram consideradas 25 espécies, 24 das quais listadas por Gonçalves *et al.* (1996) com a atualização da 25ª por Barreiros *et al.* (2006). Destas 27 espécies destacam-se 5 como sendo as mais avistadas em estudos feitos na região, com base em censos náuticos e que são os Golfinho-comum (*Delphinus delphis*), Roaz (*Tursiops truncatus*), Golfinho-

pintado (*Stenella frontalis*), Grampo (*Grampus griseus*) e Cachalote (*Physeter macrocephalus*) (Silva *et al.*, 2003).

### 1.3 A Observação Turística de Cetáceos

São estas características, localização central dos Açores no Atlântico e a ocorrência deste número de espécies, que fazem com que os Açores sejam um bom local para as atividades de Observação Turística de Cetáceos (OTC) (Magalhães *et al.*, 1999).

O início da atividade OTC nos Açores ocorreu em 1993 na ilha do Pico, mas rapidamente se estendeu, sendo atualmente praticada em várias ilhas (Silva *et al.*, 2003). As épocas de Observação de Cetáceos começam em abril ou maio e prolongam-se até outubro (Gordon *et al.*, 1995; Pereira, 2008a).

A OTC pode definir-se como a observação de cetáceos no seu ambiente natural. Esta observação é feita normalmente com recurso a embarcações, mas também é possível fazer a partir de terra ou com recurso a aviões. A OTC pode ter fins educacionais, ambientais, científicos, recreativos ou económicos (Hoyt, 2001). Nos Açores esta atividade tem sobretudo um carácter comercial (Vieira & Brito, 2009), não sendo de excluir o seu interesse científico, tal como demonstra este trabalho.

A OTC tem interesse e é importante para a ciência, uma vez que é uma forma de financiar a obtenção de dados, que de outra forma não seriam fáceis de recolher (Gordon *et al.*, 1995). Estes dados tem vantagens e desvantagens, tendo em conta o tipo de investigação que se pretende realizar, devido ao processo pelo qual são recolhidos (Evans & Hammond, 2004). No entanto, e como na sua maioria são recolhidos por biólogos, são muito importantes para estudar a ocorrência temporal de várias espécies de cetáceos e para as comparar com registos do passado (Vieira & Brito, 2009).

A quase totalidade dos estudos relacionados com cetáceos, no arquipélago dos Açores, foi realizada nas ilhas Pico, Faial e São Jorge, sendo exemplo disso os seguintes: Martins *et al.*, 1985; Gordon *et al.*, 1990; Gordon & Steiner, 1992, Clarke *et al.*, 1993; Gordon *et al.*, 1995; Magalhães *et al.*, 1999; Gordon *et al.*, 2000; Magalhães

*et al.*, 2002; Quérouil *et al.*, 2007; Hartman *et al.*, 2008; Pereira, 2008a; Pereira, 2008b; Quérouil *et al.*, 2008; Silva *et al.*, 2008; Pinela *et al.*, 2009; Visser *et al.*, 2011a; Visser *et al.*, 2011b, entre outros. Alguns destes estudos estenderam-se também às ilhas das Flores e de São Miguel. A ilha Terceira aparece referenciada em estudos efetuados com arrojamentos de cetáceos (Gonçalves *et al.*, 1996; Barreiros *et al.*, 2006; Silva *et al.*, 2009; Pereira *et al.*, 2011) . Apenas Eugénio (1996), Silva *et al.* (2003) e Lourenço (2009) realizaram estudos dedicados a cetáceos para a ilha Terceira.

## 1.4 Objetivos

Este trabalho tem por objetivo estudar a ocorrência espacial e temporal dos cetáceos que ocorreram no litoral Sul da ilha Terceira, no período de 2007-2011.

Pretende-se averiguar quais as espécies que ocorrem, com que frequência e quais as mais comuns, tanto ao longo dos anos como entre cada ano. Também se pretende determinar se fatores abióticos, como a profundidade e temperatura à superfície da água do mar (TSM), influenciam a ocorrência de cetáceos.

## 2. METODOLOGIA

### 2.1. Recolha dos Dados

O trabalho que se apresenta tem por base dados recolhidos no decorrer de saídas de Observação Turística de Cetáceos (OTC), realizadas entre os anos 2007 a 2011, a sul da ilha Terceira. A época turística para esta atividade tem uma duração de 6 meses, iniciando-se em maio e terminando em outubro.

Todas as saídas tiveram origem na marina de Angra do Heroísmo, até uma distância máxima de 10 - 13 milhas náuticas da costa, tendo na sua maioria sido efetuadas no período da manhã.

Para a deteção dos cetáceos recorreu-se ao sistema de vigias. Este sistema consiste numa pessoa, munida de uns binóculos de longo alcance, que fica situada num ponto elevado em terra e com bom campo de visão sobre o mar. Este sistema foi criado e desenvolvido durante a época da baleação dos Açores, sendo a sua eficácia já há muito reconhecida. Com o surgimento da OTC voltou-se a reativar este sistema e a reutilizar os antigos pontos de vigia.

O ponto de vigia que aqui foi utilizado foi o do Monte Brasil, conhecido como Pico da Vigia. Este local tem uma altitude que ronda os 130 metros e é o ponto que se encontra mais a sul da ilha Terceira. O vigia ocupava o seu posto 30 minutos antes da hora de início da saída e abandonava-o quando a embarcação iniciava o seu regresso à marina. Durante esse tempo o vigia também procedia ao registo de informações, tais como: espécies observadas, número de grupos, direção de deslocamento, condições de visibilidade e do estado do mar; número de embarcações na área, e de mais alguma informação que considerasse relevante.

No mar, os dados foram recolhidos pelo biólogo, com o auxílio do skipper da embarcação. Depois de os cetáceos estarem com a embarcação, registava-se a posição, no GPS de bordo, identificava-se a espécie (ou confirmava-se a identificação dada pelo vigia) e davam-se as devidas explicações aos clientes. Depois eram registados o número

de indivíduos / tamanho do grupo de animais, o comportamento, e outra informação considerada relevante no momento.

O tamanho dos grupos de delfínídeos era estimado tendo por base a regra de que por cada indivíduo visto à superfície, estariam 3 submersos. Algumas vezes surgiam pequenos grupos de delfínídeos isolados, o que permitia contar o número de indivíduos. Com as baleias não era necessário fazer estimativas, uma vez que os grupos são mais pequenos e, por consequência, mais fácil contar os indivíduos. Deste modo bastava contar os bufos ou os indivíduos. Devido ao comportamento destes animais e ao código de conduta para a Observação de Cetáceos, o registo da posição de GPS ou era feito o mais próximo possível do animal, ou então no local onde ele mergulhava.

O tipo de aparelho GPS utilizado na recolha foi um GPS Plotter da marca Navman, modelo Tracker 5110.

Os dados utilizados neste estudo são os que constam do Diário de Bordo das embarcações utilizadas. Nos anos 2007 e 2008 a embarcação utilizada foi a “Aguiatur”, fretada pela empresa “Picos de Aventura”. Nos restantes anos, 2009-2011, foi utilizada a embarcação “Marsol”, da empresa com o mesmo nome. Em 2009, a utilização desta embarcação foi uma parceria com a empresa “Picos de Aventura”; 2010 e 2011 foi exclusivamente a empresa “Marsol”. Todos os dados aqui utilizados foram recolhidos pelo autor, com exceção dos dados de 2010, que foram recolhidos pelo Dr. Filipe Lourenço que, com a devida autorização, os cedeu para serem integrados neste estudo. Em algumas saídas não foi possível a recolha dos dados, uma vez que esta estava ao cargo da tripulação, constituída por um skipper / biólogo e por um marinheiro, que também tinha que prestar assistência aos clientes, tanto ao nível do bem-estar como ao nível de fornecimento de informações. Em outras ocasiões a informação não foi registada devido a avaria no aparelho GPS.

Optou-se pela não utilização dos dados recolhidos pela vigia devido em algumas saídas, ter sido necessário recorrer a outros vigias que não o habitual. Como a recolha dos dados era feita visualmente e sem recurso a nenhum tipo de aparelho, estes não seriam comparáveis entre si. Outro motivo foi o facto de os cetáceos observados pela embarcação, na maioria das vezes, serem os mesmos observados pela vigia. A utilização desses registos levaria à possível duplicação de avistamentos.

Nos cinco anos em que decorreu o estudo (2007 - 2011) foram efetuadas um total de 390 saídas, repartidas pelos anos 2007, 2008, 2009, 2010 e 2011, tendo sido o número de saídas de 110, 92, 89, 50 e 49, respetivamente.

## 2.2. Análises dos Dados

### 2.2.1. Análises gerais

Estimaram-se taxas de sucesso anual (total de saídas com avistamentos / total de saídas), tamanho médio do grupo (número de avistamentos / número de indivíduos) e ainda as taxas de avistamentos (número de avistamentos / número de saídas). Foi também calculada a Frequência de Ocorrência (FO) para cada espécie (número de vezes que a espécie ocorreu / total de saídas).

Como a FO relaciona o número de avistamentos com o número de saídas, foi utilizada para as restantes análises estatísticas, uma vez que vai permitir comparar meses e anos com diferentes números de saídas.

As espécies que apresentarem FO mais elevada serão utilizadas para análises estatísticas mais específicas.

### 2.2.2. Análises Estatísticas

Os dados foram recolhidos de populações para as quais não se conhecem parâmetros de distribuição e de normalidade. Também o esforço de amostragem e o número de indivíduos amostrados variou entre os anos. Assim sendo, optou-se por testes não paramétricos, uma vez que são mais adequados para estas situações (Siegel, 1957; Zar, 1999).

O “software Statistica 6.0” foi utilizado em todas as análises estatísticas. Nestas análises pretende-se verificar as diferenças e / ou semelhanças que existem entre os dados observados quando comparados entres anos, meses, espécies, temperaturas e profundidades.

É utilizado o Teste ANOVA *Kruskal-Wallis* (com significância  $p < 0,05$ ) para as comparações múltiplas (mais de duas amostras), das FO, entre os anos (2007 a 2011), entres os meses (maio a outubro) e entre as espécies observadas; e entre as FO e os fatores abióticos Batimetria (onde ocorreram as observações) e Temperatura Superficial da água do Mar (TSM). Para análises entre apenas duas amostras, tais como anos, meses, espécies, Batimetria e Temperatura, utilizou-se o teste *Mann-Whitney* (com significância  $p < 0,05$ ).

Recorreu-se à Correlação de Spearman (significância  $p < 0,05$ ) para determinar relações entre FO, entre FO e Batimetria ou Temperatura e entre Batimetria e Temperatura. As correlações foram calculadas também com o “software Statistica 6.0”.

### 2.3. Diversidade, Dominância e Uniformidade

Existem muitos conceitos de diversidade na literatura. Um dos aplicados com mais frequência combina a riqueza de espécies ou número com a equitatividade / uniformidade ou a igualdade com que os indivíduos estão distribuídos entre as espécies (Peet, 1975).

No entanto, também os conceitos Riqueza de Espécies e Diversidade de Espécies aparecem por vezes, na bibliografia, confusos entres si (Spellerberg & Fedor, 2003), daí estes autores sugerirem que cada autor defina o que entende por Riqueza de Espécies e Diversidade de Espécies. A utilização de diferentes Índices de Diversidade fornecem informação diferente sobre a diversidade, tendo em conta o que cada um deles enfoca.

A comparação do número de espécies requer que as amostras tenham o mesmo tamanho. Uma forma de evitar incompatibilidades nas medições, resultantes de amostras com diferentes tamanhos, é calcular o número de espécies esperado se todas as

amostras tivessem um tamanho padronizado. Essa estimativa é feita com recurso a métodos de rarefação (Peet, 1974; Gotelli & Colwell, 2001). Neste estudo as amostragens não foram padronizadas pelo que o número de indivíduos para cada amostra não foi o mesmo. A uniformização das amostras foi realizada recorrendo ao método de rarefação proposto por Hurlbert (1971). Considerou-se como amostra cada um dos anos em que foram efetuadas as saídas.

Foi utilizado o “software BiodiversityPro” (McAleece *et al.*, 1997) para desenhar as curvas de rarefação para cada uma das amostras.

A diversidade foi medida utilizando o Índice de diversidade de Shannon-Wiener (Spellerberg & Fedor, 2003):

$$H' = - \sum_{i=1}^S pi \ln pi$$

onde:

$S$  = número de espécies

$pi$  = ocorrência relativa da espécie  $i$

Optou-se por utilizar o Índice de Diversidade de Shannon-Wiener, uma vez que este é um dos mais utilizados (Hurlbert, 1971; Peet, 1974; Magurran, 1988; Gray, 2000; Magurran, 2004). A sua grande utilização deve-se à sua independência em relação ao tamanho da amostra. Se todas as espécies tiverem igual representação,  $H'$  será máximo e de valor igual a  $\ln S$ ; e  $H'$  terá valor  $0$  quando todos os indivíduos pertencerem à mesma espécie (Pité & Avelar, 1996).

O Índice de Simpson é uma das mais significativas e robustas medidas de diversidade disponíveis (Magurran, 2004). Mede a probabilidade de dois indivíduos, retirados aleatoriamente de uma infinitamente grande comunidade, pertencerem à mesma espécie (Peet, 1974; Magurran, 2004).

O índice de Simpson é calculado pela seguinte fórmula:

$$D = \sum_{i=1}^S p_i^2$$

onde:

$p_i$  = proporção da espécie  $i$

Quando aumenta o valor de **D** a diversidade diminui. Assim, para tornar mais fácil a interpretação deste índice é frequente optar-se pela utilização do seu recíproco (**1/D**) (Magurran, 1988).

A fórmula de cálculo do recíproco será a seguinte:

$$\frac{1}{D} = \frac{1}{\sum_i p_i^2}$$

Vai variar entre **1** (dominância máxima) e **S** (diversidade máxima).

onde:

S= número de espécies

Para a uniformidade utilizou-se o Índice de Pielou (Zar, 1999). Este índice calcula-se da seguinte forma:

$$J' = \frac{H'}{H_{max}}$$

onde:

$H'$  = Índice de Shannon-Wiener

$H_{max}$  = Log S

Este índice varia entre **0** e **1**, sendo **0** dominância total e **1** todas as espécies são igualmente abundantes (Alatalo, 1981; Magurran, 1988).

## 2.4 Dados Abióticos

Nesta secção utilizaram-se os fatores abióticos TSM e Profundidade (do local onde se realizou a observação), e analisaram-se de que forma estes influenciam a distribuição e ocorrência das espécies.

A temperatura utilizada foi a temperatura média mensal, medida à superfície da água do mar (TSM) por meios de deteção remota, e que estava disponível em: NEO - NASA Earth Observations.

Para obter os dados de profundidade recorreu-se ao “software ArcGIS 10”. As posições de GPS obtidas para cada avistamento foram integradas neste “software”, com um ficheiro contendo a batimetria. Depois extraiu-se para cada posição a batimetria associada, utilizando para tal o intervalo batimétrico correspondente. Os intervalos batimétricos foram definidos de 100 em 100 metros, tendo início junto à linha de costa e indo até um máximo de 1500 metros de profundidade (profundidade máxima a que foram registados avistamentos).

Por razões várias não foram registadas as posições de GPS para a totalidade dos avistamentos, apenas se possuindo registos de posição para 544 observações.

Para se poder relacionar as profundidades dos avistamentos com a TSM foi necessário proceder a um cálculo de profundidade média mensal, uma vez que apenas foi possível obter um valor médio mensal de temperatura. A profundidade média foi obtida realizando a média de todas as observações que integram cada estrato de profundidade e para cada mês.

Para análises que não impliquem a relação com a TSM, foram utilizados os valores reais de profundidade (valores não médios), mais especificamente para a análise da distribuição das espécies.

### 3. RESULTADOS

#### 3.1. Espécies observadas

O ano de 2007 é o ano que se tem maior número de registos, uma vez que também é o ano com maior número de saídas. Isto deve-se ao facto de ter sido neste ano que a Picos de Aventura iniciou a sua atividade na ilha Terceira. Até então só existiam duas empresas a operar, a partir de Angra do Heroísmo, e não efetuavam saídas com muita regularidade.

No ano 2010 só foi possível compilar informação até ao início do mês de Agosto, visto que a restante informação se perdeu. Esse é um dos motivos pelos quais existe uma queda tão acentuada no número de saídas.

Já no ano de 2011 o baixo número de saídas é reflexo da crise económica na Europa, que é o maior mercado emissor de clientes para as atividades de turismo de natureza, onde se inclui a OTC. Nestes 2 últimos anos, também se assistiu ao aumento do número de embarcações licenciadas para a atividade.

Nos 5 anos a que o estudo se refere, foi sempre constante um decréscimo no número de saídas no mês de junho devido a nevoeiros. Quando não existia visibilidade da vigia as saídas ou eram canceladas, ou adiadas para outro dia, por forma a garantir a máxima eficácia possível no avistamento de cetáceos e satisfação dos cliente.

Ao longo dos 5 anos a taxa de sucesso de avistamentos, percentagem do total de saídas em que foram avistados cetáceos, foi sempre superior a 83% e, em média ocorre 1,5 avistamentos por saída (Quadro I).

Quadro I – Taxa de eficácia e Taxa de Avistamentos de cetáceos no litoral Sul da ilha Terceira para os 5 anos de estudo.

Ano	Taxa Eficácia (%)	Taxa Avistamento
2007	87,27	1,57
2008	83,70	1,72
2009	87,21	1,52
2010	88,00	1,78
2011	97,96	2,73

O ano de 2011 foi que atingiu maiores taxas de eficácia e de avistamentos. O que teve menor taxa de eficácia foi o ano de 2008 e menor taxa de avistamentos foi o ano 2009.

Nas 390 saídas que foram realizadas nos 5 anos em análise observou-se um total de 15 espécies, pertencentes a 5 famílias diferentes, que estão listadas no Quadro II. O número de espécies ao longo dos anos foi semelhante, sendo de 12 para os anos 2007-2009, 13 para 2010 e 10 para 2011.

Neste total estão incluídos 2 géneros para os quais não foi possível determinar a espécie, que são *Kogia* sp. e *Mesoplodon* sp. No primeiro foi um avistamento rápido que apenas deu para perceber que seria uma das duas espécies de *Kogia* que se sabe ocorrer nos Açores (Gonçalves *et al.*, 1996; Prieto & Silva, 2010). No segundo incluiu-se todos os avistamentos de baleias-de-bico (género *Mesoplodon*) em que não foi possível determinar a espécie. Apesar de uma espécie deste género ter sido identificada, permaneceu alguma reserva, devido à extrema dificuldade que existe em distinguir estas espécies entre si.

Devido a essa dúvida, para futuras análises a *M. bidens* foi incluída nos *Mesoplodon* sp., e a *Kogia* sp. não foi considerado. Ficou-se assim com um total de 13 espécies para analisar.

Quadro II – Espécies observadas, com as respectivas famílias e nomes comuns; - é quando o nome comum é o mesmo do nome científico.

<b>Família</b>	<b>Nome Científico</b>	<b>Nome Comum</b>
Balaenopteridae	<i>Balaenoptera acutorostrata</i>	Baleia-anã
	<i>Balaenoptera physalus</i>	Baleia-comum
Delphinidae	<i>Delphinus delphis</i>	Golfinho-comum
	<i>Globicephala macrorhynchus</i>	Baleia-piloto-tropical
	<i>Grampus griseus</i>	Grampo
	<i>Pseudorca crassidens</i>	Falsa-orca
	<i>Stenella coeruleoalba</i>	Golfinho-riscado
	<i>Stenella frontalis</i>	Golfinho-pintado-do-atlântico
	<i>Tursiops truncatus</i>	Roaz
Kogiidae	<i>Kogia</i> sp.	-
Physeteridae	<i>Physeter macrocephalus</i>	Cachalote
Ziphiidae	<i>Hyperoodon ampullatus</i>	Botinoso
	<i>Mesoplodon bidens</i>	Baleia-de-bico-de-Sowerby
	<i>Mesoplodon</i> sp.	-
	<i>Ziphius cavirostris</i>	Zífió

A Figura 2 apresenta a Frequência de Ocorrência das espécies observadas, onde as espécies estão em categorias e os valores percentuais da FO em série.

Da leitura da figura, destacam-se as 5 espécies de delfínídeos (*D. delphis*, *S. frontalis*, *T. truncatus*, *G. griseus* e *S. coeruleoalba*) e 1 espécie de baleia (*P. macrocephalus*) como as que registam maior FO; e no extremo oposto as espécies *B. acutorostrata*; *M. bidens* e *Kogia* sp. como as que apresentam a menor FO. Estas 6 espécies que apresentam maior FO serão alvo de estudos mais aprofundados. Quanto às restantes serão apenas referenciadas, uma vez que a sua FO é demasiado baixa para se conseguir proceder a outros estudos.

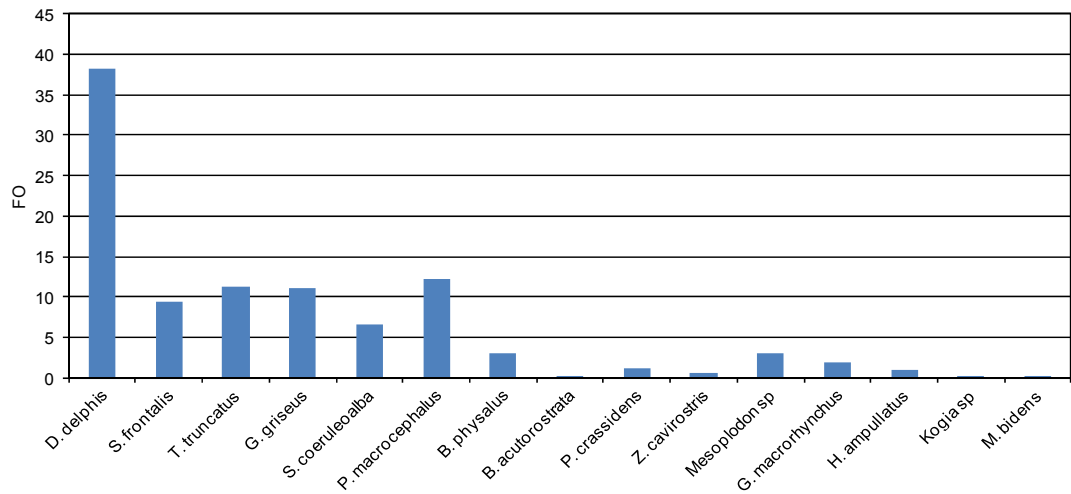


Figura 2 – Frequências de Ocorrência (FO) para as 15 espécies de cetáceos observadas no litoral Sul da ilha Terceira entre 2007-2011.

### 3.2. Sazonalidade das observações

Utilizando estas 6 espécies mais frequentes, efetuaram-se estudos sobre a sazonalidade da sua ocorrência, tanto a nível dos 5 anos (2007-2011) como a nível anual (ao longo dos meses de cada ano). A ocorrência destas 6 espécies ao longo dos 5 anos está representada na Figura 3.

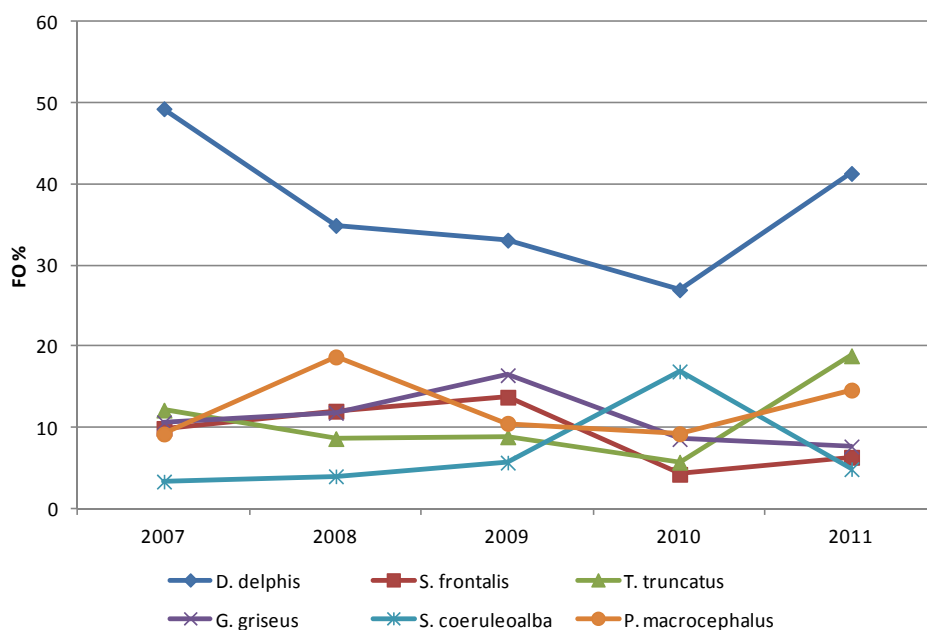


Figura 3- Distribuição das FO das 6 espécies mais frequentes entre 2007 e 2011 no litoral Sul da ilha Terceira.

Da observação da figura notam-se algumas diferenças na distribuição das FO ao longo dos anos. Daí ter-se colocado a hipótese de que a ocorrência destas espécies variava ao longo dos anos ( $H_0$ ), contra a hipótese de que essas diferenças não seriam significativas, ou seja que a ocorrência seria semelhante ao longo dos anos ( $H_1$ ).

Essas hipóteses foram testadas com o teste *Kruskal-Wallis* ANOVA (daqui por diante apenas referido com teste *K-W*), no qual se obteve o de  $H = 1,235$  com  $p = 0,87$ . Este resultado leva à rejeição da  $H_0$ , uma vez que o valor obtido, para  $p$ , foi superior a 0,05. Concluímos assim que, apesar das diferenças observadas, as espécies apresentam FO semelhante, ao longo do período de 5 anos.

Também entre os anos parece ocorrer variações nas FO, principalmente entre os anos 2010 e 2011. Para averiguar se essas diferenças na variação das FO, entre cada ano, são significativas, recorreu-se ao teste *Mann-Whitney* (daqui por diante apenas referido com teste *M-W*) e foram colocadas as hipóteses de as FO de um ano serem diferentes das dos outros ( $H_0$ ); ou as FO são iguais entre os anos ( $H_1$ ). No Quadro III apresentam-se os valores de  $p$  obtidos para cada um dos anos.

Quadro III – Valores de  $p$  obtidos pelo Teste *Mann-Whitney* entre anos; para as diferenças serem significativas  $p < 0,05$ .

	<b>2008</b>	<b>2009</b>	<b>2010</b>	<b>2011</b>
<b>2007</b>	0,348	0,513	0,320	0,548
<b>2008</b>		0,803	0,906	0,831
<b>2009</b>			0,798	0,935
<b>2010</b>				0,693

Uma vez que todos os valores de  $p$  obtidos foram superiores a 0,05, rejeitamos a  $H_0$  de que a FO destas espécie varia de ano para ano. Por outras, palavras podemos dizer que, apesar de existirem diferenças nas FO das espécies ao longo dos anos, essas diferenças são normais e ocorrem todos os anos, ou seja, existe sazonalidade na ocorrência destas espécies, e que pode ser observada nas Figura 5.

Para comprovar essa sazonalidade, testou-se a hipótese de que todas as espécies teriam a mesma FO ao longo do ano (todas as espécies estariam sempre presentes) ( $H_0$ ), considerando o ano como o período de 6 meses em que decorre a atividade de OTC, contra a hipótese que as FO seriam diferentes (nem todas as espécies estariam sempre presentes) ( $H_1$ ). A hipótese  $H_0$  não se verifica ( $K-W$ ,  $H = 86,722$  e  $p = 0,00001$ ), o que leva à aceitação da  $H_1$  que existe sazonalidade na ocorrência das espécies. Além disso, ainda se recorreu ao teste  $M-W$ , e analisou-se mês a mês para verificar os resultados obtidos anteriormente. Não foram obtidos nenhuns valores estatisticamente significantes, o que significa que a ocorrência das espécies ao longo dos meses se mantem. O mesmo é dizer que, as espécies que ocorrem em determinado mês de um ano, ocorrem no mesmo mês do ano seguinte.

Esta sazonalidade pode ser observada na Figura 4, que representa a distribuição mensal das FO ao longo do ano, e na Figura 5 que representa a distribuição mensal das FO por mês, para cada um dos anos.

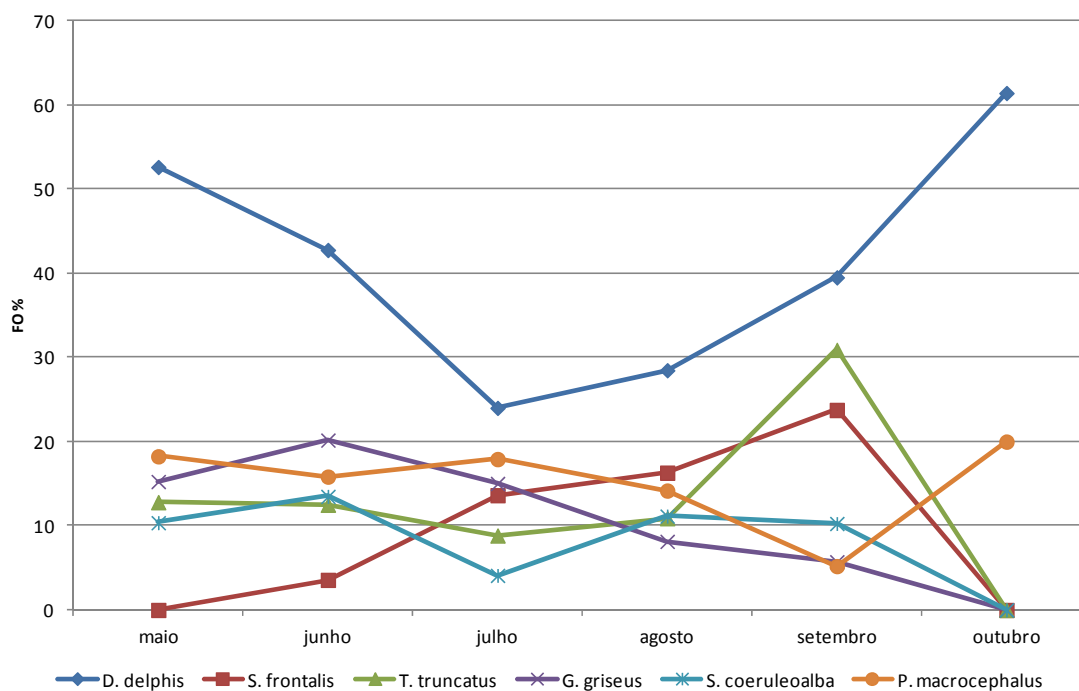


Figura 4 – Distribuição média mensal das FO, de 2007 a 2011, das 6 espécies mais frequentes no litoral Sul da ilha Terceira.

A espécie *D. delphis* apresenta um grande decréscimo, em termos de FO, nos meses de julho e agosto, voltando a subir em setembro e outubro. Os *S. coeruleoalba* também apresentam um comportamento semelhante aos *D. delphis*, registando uma quebra no mês de Junho. Outra espécie que também apresenta diminuição na FO nos meses mais quentes é *G. griseus* (Figura 3). Esta espécie registou o seu máximo no mês de junho, apresentando sempre uma tendência de descida a partir deste.

Contrariando esta tendência encontram-se as espécies *T. truncatus* e *S. frontalis*. A primeira apresenta-se mais ou menos estável nos meses de maio-junho, mas apresenta um grande aumento no mês de setembro. A segunda surge pela primeira vez em Junho e continua sempre a aumentar até ao final da época.

Os *P. macrocephalus* também apresentam uma descida na sua FO nos meses de agosto e setembro, voltando a subir em outubro.

Apenas se possui registo de duas espécies para o mês de outubro. No entanto optou-se por representá-lo na Figura 4, uma vez que fornece informação interessante sobre as tendências das duas espécies representadas.

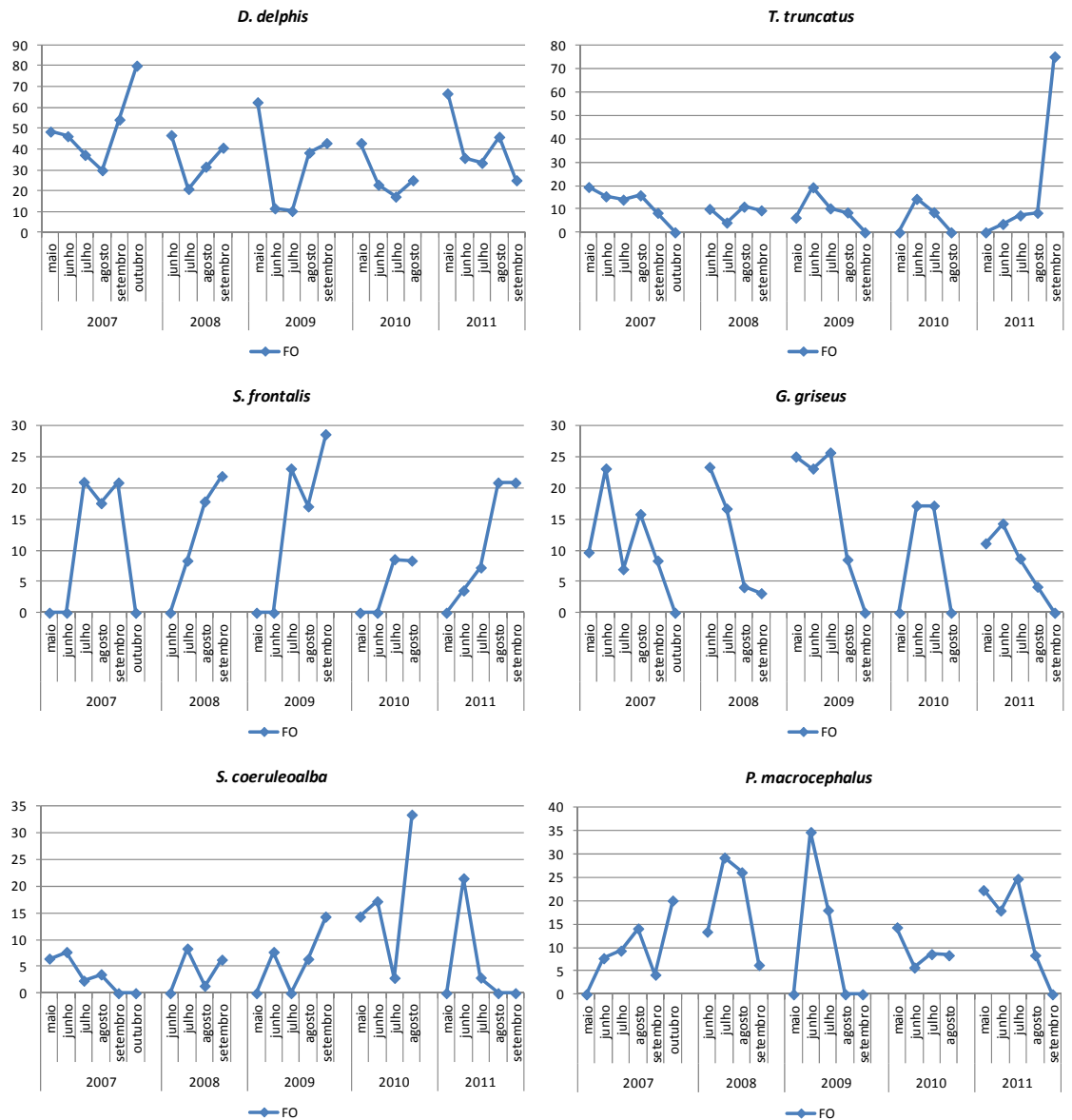


Figura 5 – Variação mensal e anual das FO para as espécies *D. delphis*, *T. truncatus*, *S. frontalis*, *G. griseus*, *S. coeruleoalba* e *P. macrocephalus*, entre os anos 2007 e 2011.

Por outras palavras, as espécies terão FO diferentes ao longo do ano, existindo até meses em que não ocorrem.

Esta sazonalidade pode também ser visualizada quando se desenham as FO médias, por espécies, ao longo do ano (Figura 4). Para esse desenho utilizou-se as 6 espécies mais representadas, uma vez que, entre elas, estão espécies consideradas residentes (ex: *D. delphis*); e de ocorrência sazonal (ex: *S. frontalis*).

Na figura seguinte (Figura 6) estão representadas as variações anuais das FO das 6 que anteriormente foram referidas como sendo as mais frequentes.

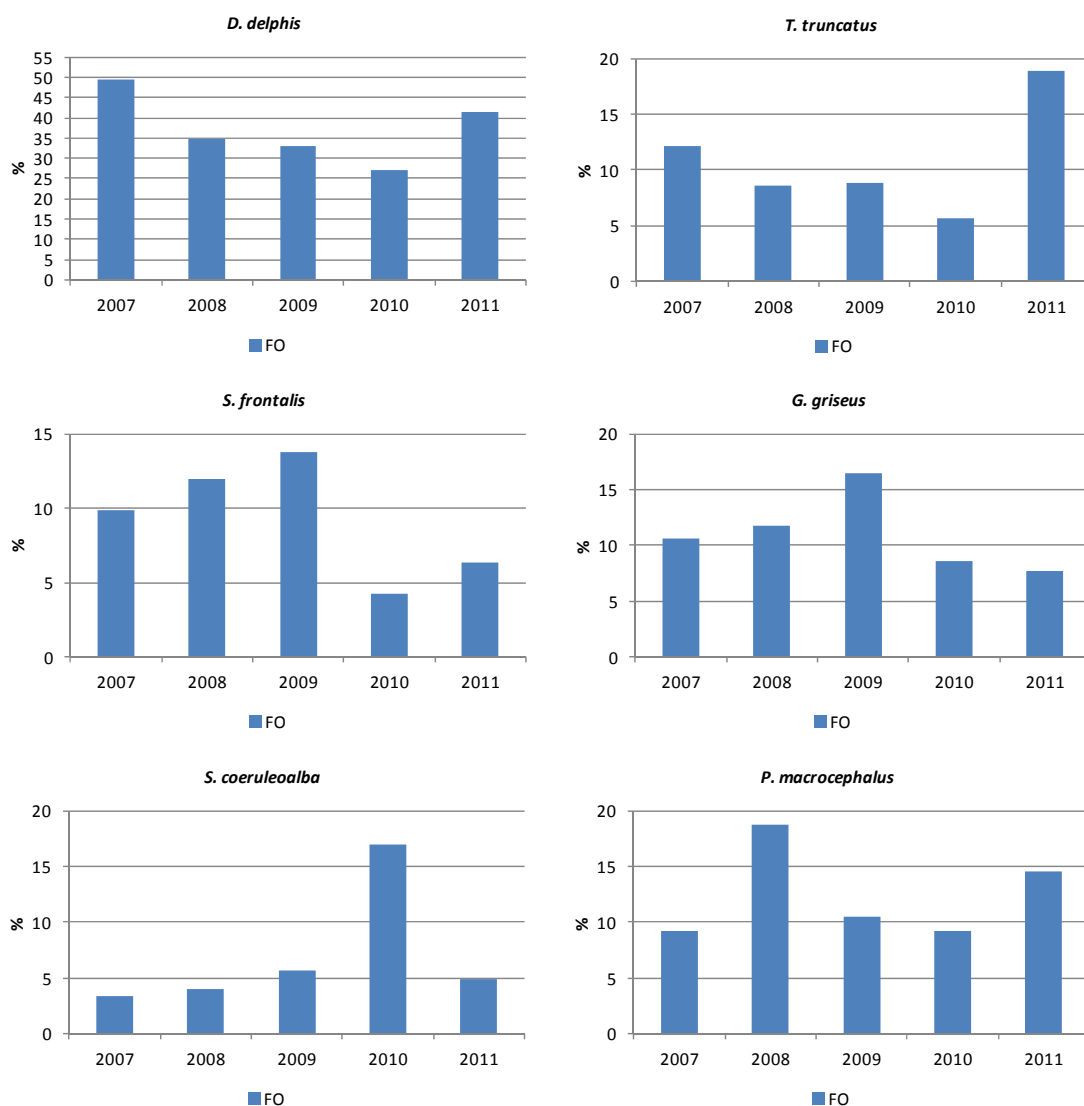


Figura 6 – Variação anual das FO das espécies *D. delphis*, *T. truncatus*, *S. frontalis*, *G. griseus*, *S. coeruleoalba* e *P. macrocephalus*.

Ao nível da espécie pretendeu-se justificar estatisticamente o observado na Figura 2. Utilizou-se para isso os testes *K-W*, para comparar a totalidade das espécies, e *M-W* para comparar as espécies uma a uma. Foi colocada como hipótese nula ( $H_0$ ) todas as espécies terem a mesma FO, e como hipótese alternativa ( $H_1$ ) terem diferentes FO.

Para o teste *K-W* obteve-se que  $H = 117,647$ ;  $p = 0,00001$ , o que conduz à rejeição da hipótese de que todas as espécies terão a mesma FO ( $H_0$ ). Este resultado

vem corroborar o que foi apresentado na Figura 2, onde se visualiza que 6 espécies possuem FO bastante superior às restantes.

Para o teste *M-W* utilizaram-se as mesmas hipóteses  $H_0$  e  $H_1$ . FO semelhantes entre diferentes espécies poderão indicar algum tipo de relação entre as mesmas. Este teste foi realizado entre todas as espécies, resultando que para algumas as diferenças encontradas não são estatisticamente significantes, pelo que poderá existir algum tipo de relação entre a ocorrência delas. No Quadro IV apresentam-se os valores superiores a 0,05, ou seja os que não são significantes, obtidos com o teste *M-W* entre todas as espécies.

Quadro IV – Valores de  $p > 0,05$ , para o teste *M-W* entre as 13 espécies de cetáceos que ocorreram no litoral Sul da ilha Terceira.

	<i>T. truncatus</i>	<i>G. griseus</i>	<i>S. coeruleoalba</i>	<i>P. macrocephalus</i>	<i>G. macrorhynchus</i>	<i>Mesoplodon</i> sp	<i>Z. cavirostris</i>	<i>H. ampullatus</i>	<i>B. physallus</i>	<i>B. acutorostrata</i>
<i>S. frontalis</i>	<b>0,739</b>	<b>0,457</b>	<b>0,664</b>	<b>0,389</b>	<b>0,061</b>	<b>0,063</b>				
<i>T. truncatus</i>		<b>0,575</b>	<b>0,123</b>	<b>0,727</b>						
<i>G. griseus</i>			<b>0,090</b>	<b>0,982</b>						
<i>S. coeruleoalba</i>				<b>0,083</b>	<b>0,092</b>	<b>0,092</b>				
<i>P. macrocephalus</i>							<b>0,726</b>	<b>0,353</b>	<b>0,630</b>	<b>0,118</b>
<i>P. crassidens</i>					<b>0,171</b>	<b>0,243</b>	<b>0,091</b>		<b>0,435</b>	
<i>G. macrorhynchus</i>						<b>0,957</b>	<b>0,135</b>	<b>0,069</b>	<b>0,525</b>	
<i>Mesoplodon</i> sp								<b>0,565</b>	<b>0,440</b>	<b>0,228</b>
<i>Z. cavirostris</i>									<b>0,183</b>	<b>0,579</b>
<i>H. ampullatus</i>										<b>0,062</b>

Estes valores poderão significar que estas espécies se relacionam de alguma forma, ou porque ocorrem em conjunto, ou, quando ocorre uma, a outra tem tendência a ocorrer menos; ou simplesmente porque umas são de ocorrência mais rara, daí terem uma FO mais baixa; ou ainda porque podem ocorrer nas mesmas áreas.

O mesmo tipo de análise foi efetuado para as 6 espécies que apresentaram maior FO. Analisaram-se as 6 em conjunto, obtendo-se o valor de  $K-W H = 45,990$ ; e  $p = 0,00001$ , o que nos leva a rejeitar a hipótese de a distribuição ser semelhante. Do mesmo modo, procedeu-se à análise espécie a espécie com o teste *M-W*, e com os resultados construiu-se o Quadro V, de onde se destacam a negrito os valores de  $p < 0,05$ .

Quadro V - Teste *M-W* entre as 6 espécies com maior FO; a **negrito** os valores de  $p < 0,05$ .

	<i>S. frontalis</i>	<i>T. truncatus</i>	<i>G. griseus</i>	<i>S. coeruleoalba</i>	<i>P. macrocephalus</i>
<i>D. delphis</i>	<b>0,000</b>	<b>0,000</b>	<b>0,000</b>	<b>0,000</b>	<b>0,000</b>
<i>S. frontalis</i>		0,892	0,489	0,478	0,396
<i>T. truncatus</i>			0,443	0,057	0,634
<i>G. griseus</i>				<b>0,034</b>	0,975
<i>S. coeruleoalba</i>					<b>0,030</b>

Do Quadro destacam-se *D. delphis* que apresentam diferenças consideradas estatisticamente significativas, em relação às restantes espécies. Este resultado dever-se-á ao facto da FO desta espécie ser muito superior às restantes.

Ao aplicar o teste da correlação pretende-se averiguar se existe algum tipo de relação entre as espécies e, caso exista, de que tipo será. Isto porque, como vimos anteriormente, parece existir relações entre as FO de algumas espécies. Os valores obtidos para a Correlação de Spearman são apresentados no Quadro VI.

Quadro VI – Valores de Correlação de FO para as 6 espécies mais observadas.

	<i>S. frontalis</i>	<i>T. truncatus</i>	<i>G. griseus</i>	<i>S. coeruleoalba</i>	<i>P. macrocephalus</i>
<i>D. delphis</i>	-0,242	-0,344	-0,204	-0,354	-0,299
<i>S. frontalis</i>	-	-0,078	-0,228	-0,053	-0,067
<i>T. truncatus</i>		-	0,341	-0,111	-0,165
<i>G. griseus</i>			-	-0,103	0,171
<i>S. coeruleoalba</i>				-	-0,014

Todos os valores de correlação obtidos foram muito baixo e sem significância estatística. Estes resultados traduzem-se na não existência de associações entre as espécies. Podemos dizer, com alguma segurança, que a presença ou ausência de uma espécie não influencia a presença ou ausência de outra. Assim, os resultados obtidos anteriormente (Quadro IV), terão sido apenas devido às espécies ocorrerem nas mesmas áreas e em épocas semelhantes.

### 3.3. Diversidade

Na Figura 7 estão representadas as curvas de Rarefação para as 5 amostras. Segundo as mesmas, a partir dos 500 indivíduos amostrados da população, o número de espécies que se encontra começa a estabilizar e a tender para uma assíntota.

Neste estudo, todas as amostras utilizadas tiveram N superior a 1000. Isto significa que foram amostrados indivíduos mais que suficientes para caracterizar a comunidade.

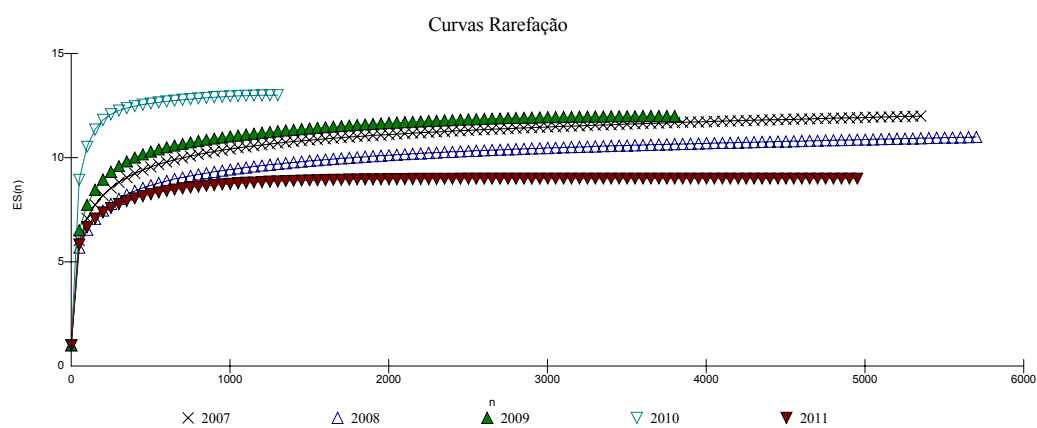


Figura 7 – Curvas de Rarefação para os 5 anos do estudo

No Quadro VII são apresentados os números de espécies e número de indivíduos, bem como os valores de diversidade obtidos para cada um dos Índices.

Quadro VII – Índices de Diversidade para os 5 anos; **S** – número de espécies; **N** – número de indivíduos; **H'** - Índice de diversidade de Shannon-Wiener; **1/D** – Recíproco do Índice de Simpson; **J'** – Índice de Uniformidade de Pielou.

	<b>2007</b>	<b>2008</b>	<b>2009</b>	<b>2010</b>	<b>2011</b>
<b>S</b>	12	12	12	13	10
<b>N</b>	5364	5734	3841	1318	4987
<b>H'</b>	1,399	1,272	1,437	1,919	1,147
<b>1/D</b>	2,994	2,717	2,950	5,181	2,137
<b>J'</b>	0,563	0,530	0,578	0,748	0,522

Analisando o Quadro observa-se que, em termos de número de espécies (**S**), os 3 primeiros anos foram iguais com um total de 12 espécies cada, mas já o ano de 2010 registou 13 espécies e o ano 2011 apenas 10. Salienta-se também que no ano de 2010 o **N** foi de apenas 1318 indivíduos, sendo o mais baixo dos 5 anos.

O índice de Shannon-Wiener (**H'**) comprova essa observação registrando o valor mais elevado para 2010 e o menos elevado para 2011. Faz-se notar aqui que este índice, para os anos com o mesmo número de espécies, registou um valor mais elevado para o ano de 2009. As diferenças deste índice, entre os anos, não foram estatisticamente significativas (*K-W*;  $p=0,406$ ).

O Recíproco do Índice de Simpson (**1/D**) mostra-nos que o ano de 2010 é o que tem menos dominância de espécies e o de 2011 o que tem maior dominância de espécies. Nos restantes anos (2007; 2008; 2009), os valores são muito semelhantes mas o ano de 2008 apresenta-se um pouco mais baixo. Isto significa que esse ano terá mais dominância de espécies que os de 2007 e 2009. Este valor vai de encontro ao obtido com o índice anterior que indicava o ano de 2008 como tendo menos diversidade que os 2007 e 2009.

O índice **J'** dá-nos a uniformidade da amostra, melhor dizendo, mede a forma como os indivíduos estão distribuídos pelas espécies. Se for **0**, todos os indivíduos pertencem à mesma espécie, se for **1**, estão igualmente distribuídos por todas as espécies. O ano de 2010 é o que apresenta maior uniformidade e o de 2011 o que apresenta menor. Dos restantes anos, o que apresenta menor uniformidade é o de 2008.

### 3.4. Influência da profundidade e temperatura superficial do mar na ocorrência das espécies

Depois de efetuadas as análises de carácter geral aos dados, passou-se a análises mais específicas, integrando os fatores abióticos Profundidade e TSM (Temperatura Superficial do Mar), tentando perceber-se de que forma estes podem afetar a distribuição dos avistamentos.

Começando pela profundidade, neste caso designada também por batimetria, uma vez que se refere a valores com cota inferior ao nível médio da água do mar, observa-se logo que o valor máximo ao qual correspondem avistamentos é de 1500 metros, ou seja não houve avistamentos em áreas onde a profundidade ultrapassava os 1500 metros. A distribuição dos avistamentos pela batimetria (intervalos de 100 metros) pode ser visualizada na Figura 8.

A maioria dos avistamentos ocorreu até aos 100 metros de profundidade, o que pode ser traduzido em distâncias à costa entre 0,3 milhas náuticas (555 metros) e 2 milhas náuticas (3704 metros). Logo de seguida entre os 700 e 800 metros de profundidade. Esta profundidade corresponde a uma região que dista da costa entre 0,8 e 2,7 milhas náuticas (ou entre 1481 a 5000 metros da costa). Para as cotas de 400 e 500 metros ocorre uma diminuição acentuada nos avistamentos.

Como esta diminuição acentuada das observações parece ser anormal, especulou-se que esta distribuição poderia estar enviesada por algum ano atípico, e que por esse facto não seria a esperada. O teste *K-W* deu-nos um resultado de  $H = 1,507$  e  $p = 0,8254$ , o que nos leva a concluir que este será o padrão normal da distribuição das observações, para estes 5 anos.

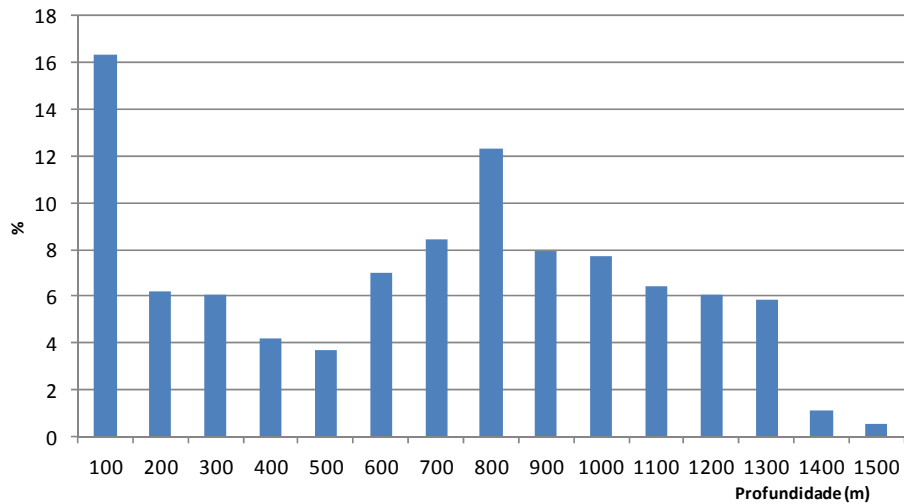


Figura 8 – Distribuição batimétrica dos avistamentos (%).

Outra forma de verificar essa distribuição foi colocando a hipótese de que a distribuição não se alteraria ao longo do ano, contra a hipótese de que se alteraria. Melhor dizendo, a distribuição seria a mesma ao longo do ano ( $H_0$  – as observações ocorrem todas à mesma profundidade) ou a distribuição varia ao longo do ano ( $H_1$  – as observações ocorrem em diferentes profundidades). Os resultados obtidos com o teste  $K-W$  ( $H = 18,609$ ;  $p = 0,0023$ ), levam a que se rejeite a  $H_0$ .

Essa variação pode ser visualizada na Figura 9, onde se apresentam os valores percentuais de distribuição mensal para cada cota batimétrica.

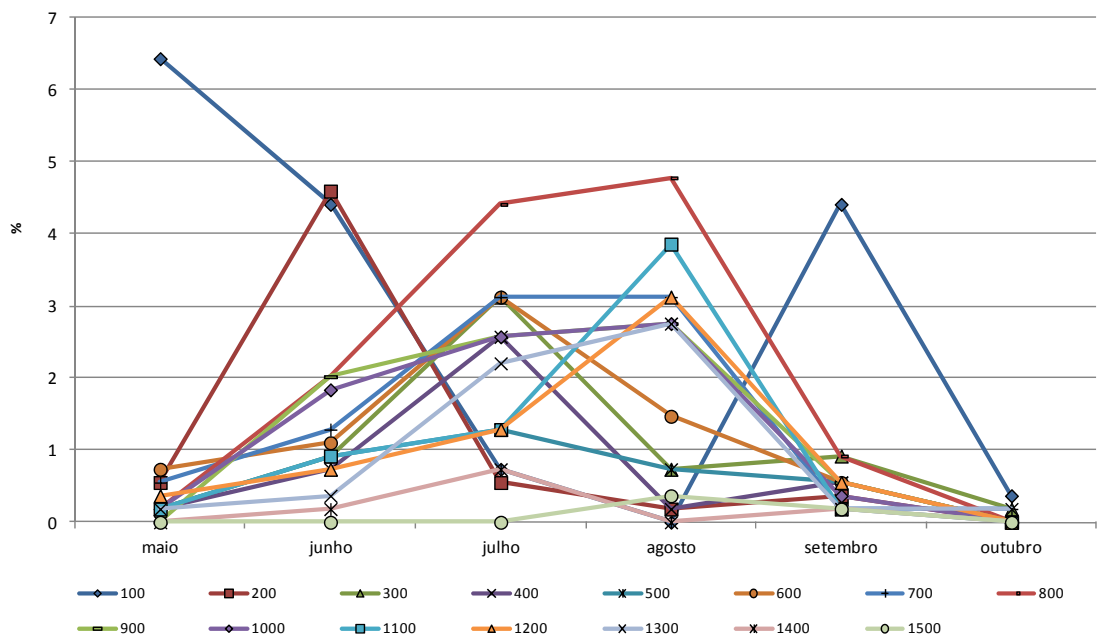


Figura 9 – Distribuição batimétrica dos avistamentos (%) ao longo dos meses.

Esta distribuição está de acordo com a distribuição apresentada anteriormente (Figura 8) em que se verificavam picos para os 100 e 800 metros.

Na fase seguinte pretendeu-se saber como as espécies se relacionam com esses fatores abióticos, já que algumas espécies são tidas como frequentadoras de águas mais costeiras e outras de águas mais profundas; umas de águas mais quentes, outras de águas mais frias (ver: Davis *et al.*, 1998; Fernandez *et al.*, 2009; Gannier, 2005; Cañadas *et al.*, 2002; Herzing *et al.*, 2003; Quérouil *et al.*, 2008; Silva *et al.*, 2003).

As espécies que surgem neste estudo com maior FO são também as mais focadas nos estudos realizados pelos autores citados anteriormente. Por esses dois factos foram as escolhidas para estudar de que forma os fatores abióticos podem influenciar a distribuição das espécies.

Iniciou-se por ver de que forma a batimetria influencia a observação das espécies. Utilizando-se intervalos batimétricos de 100 metros, construiu-se para cada

uma das seis espécies um histograma que apresenta a percentagem de observações para cada intervalo (Figura 10).

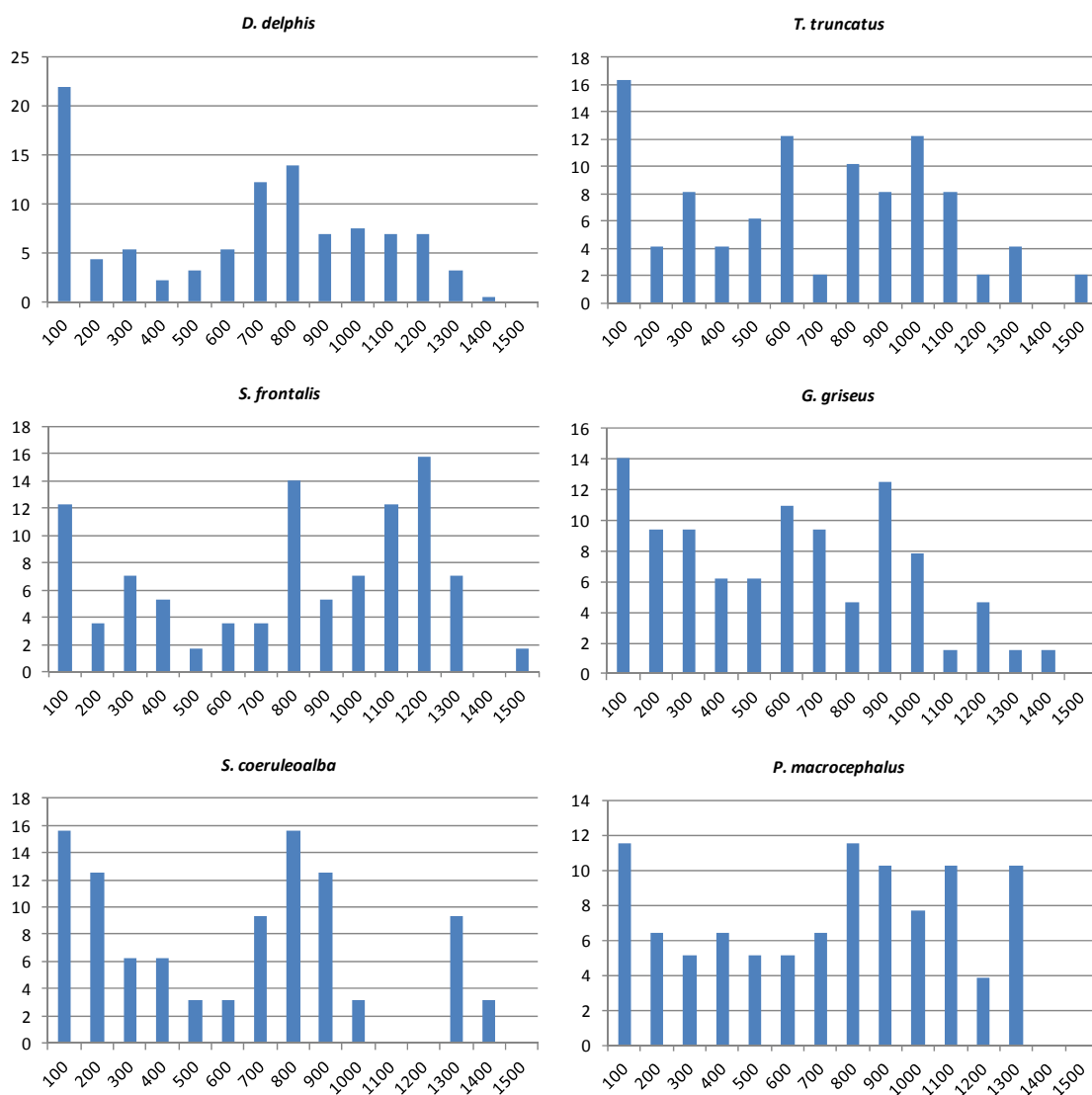


Figura 10 – Distribuição das observações, das 6 espécies com maior FO, para cada intervalo batimétrico.

Como se visualizava na Figura 8, onde eram apresentadas as distribuições batimétricas de todas as observações, também aqui se observa o mesmo padrão de distribuição. Isto sugere que existem duas áreas preferenciais para as espécies, uma costeira até aos 200 metros de profundidade e outra mais oceânica, entre os 700 e os 1000 metros de profundidade.

Grande parte das observações de *D. delphis* ocorreram em águas costeiras, com profundidade inferior a 100 metros. Ocorreram também avistamentos significativos

entre os 700 e 800 metros. A região entre os 200 e os 500 metros foi a que teve menor quantidade de avistamentos.

A espécie *T. truncatus* apresenta uma distribuição bastante heterogênea. As ocorrências mais elevadas foram para os 100 metros, decrescendo logo a partir destes, Volta a registar uma subida acentuada nos 600 metros para decrescer logo de seguida. Entre os 800 e os 1100 metros a incidência foi relativamente constante e elevada, diminuindo bastante logo de seguida. Não foi observada para águas com 1400 metros de profundidade.

Os *S. frontalis* apresentam uma distribuição um pouco mais homogênea. Apesar de os avistamentos em águas costeiras serem significativos, não foram os mais elevados. Esses registaram-se para os 1200 e 800 metros respetivamente, estando os avistamentos dos 100 metros a par com os dos 1100 metros.

A espécie *G. griseus* também tem uma distribuição relativamente homogênea até aos 700 metros. Aparece muito representado até aos 300 metros, tem um decréscimo dos 400 aos 600, voltando a subir nestes últimos. Decresce nos 800, voltando a estar bem representada nos 900 e 1000 metros. A partir destes, a sua incidência já é menor, tendo sido avistados até um máximo de 1400 metros.

A espécie *S. coeruleoalba* é muito abundante nos primeiros 200 metros, decresce nos seguintes e volta a subir entre os 700 e os 900 metros, sendo a ocorrência máxima nos 800 metros. Para os 1000 metros a ocorrência já é bastante reduzida, estando completamente ausentes nos 1100 e 1200 metros, voltando a estar bastante representada nos 1300 metros. O máximo de profundidade a que foi observada foi de 1400 metros.

*P. macrocephalus* é a espécie que apresenta a distribuição mais homogênea de todas. Tem ocorrência elevada para os 100 metros, mantem-se mais ou menos estável entre os 200 e os 700, voltando a registar elevada ocorrência entre os 800 a 1100 metros. A menor ocorrência de todas é para os 1200 metros, voltando a subir bastante para os 1300 metros, sendo esta a profundidade máxima em que foram observados.

Depois de avaliar a forma como as espécies se distribuíam em relação à batimetria do fundo, procedeu-se à avaliação da influência que a TSM das águas poderia

ter sobre a distribuição das espécies. A TSM mensal registada para estes anos é apresentada na Figura 11.

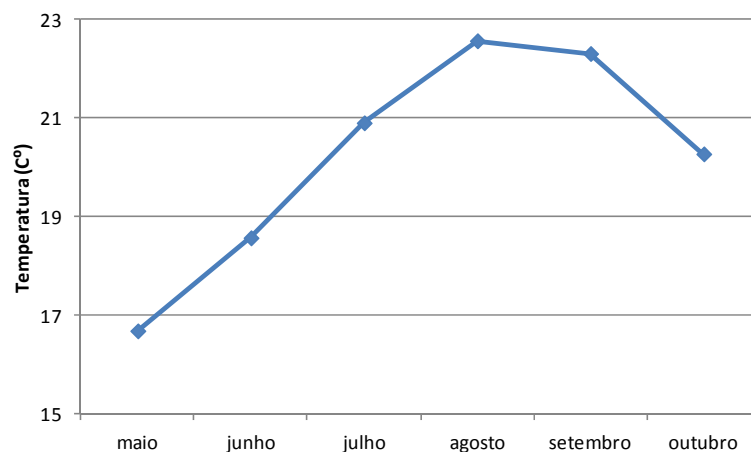


Figura 11 – Distribuição da Temperatura Superficial do Mar (TSM) para os meses os maio-outubro, para os anos 2007-2011.

Os meses em que as águas são mais quentes são julho, agosto, setembro e outubro, com temperaturas dos 20 °C. Apesar de no mês de outubro a descida da temperatura já ver evidente, continua acima dos 20 °C.

Na figura seguinte apresenta-se a distribuição mensal das TSM para cada ano.

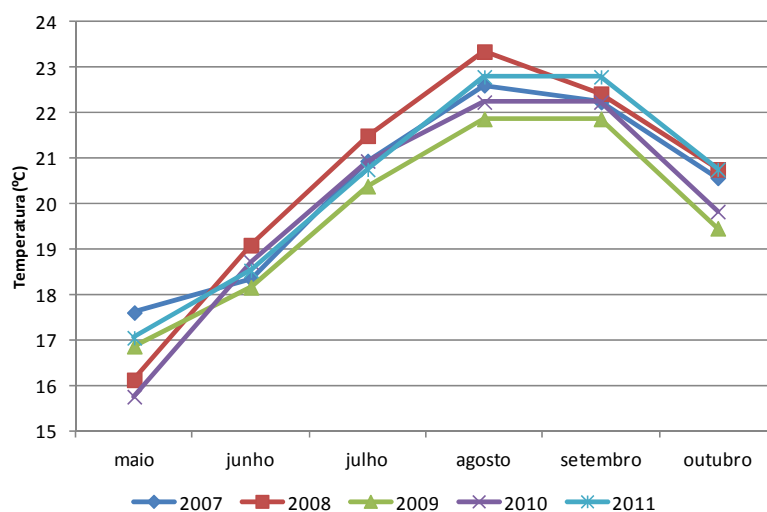


Figura 12 – Distribuição anual das TSM para os meses maio-outubro.

A TSM em 2008 teve uma subida mais acentuada e atingiu valores mais elevados que os restantes anos. Só este ano e o de 2007 é que não mantiveram a mesma temperatura para os meses de agosto e setembro. O ano de 2010 apresentou uma subida bastante acentuada entre os meses, mas não atingiu valores elevados como em 2008. Efetuou-se o teste *K-W*, para verificar se as diferenças eram estatisticamente significantes e obteve-se um valor de  $p=0,831$ , que conduz à rejeição da  $H_0$  de que as diferenças seriam significativas.

A primeira análise que se efetuou foi relacionar a TSM com a Profundidade. Como apenas se possuía um valor de temperatura para cada mês (valor médio mensal) foi necessário calcular um valor médio de profundidade para cada mês. Isso foi feito calculando a média das profundidades de todos os avistamentos efetuados no mês.

Pretendia-se averiguar se o padrão observado na Figura 9, afastamento das observações de águas menos profundas (zonas costeiras), para águas mais profundas (zonas oceânicas) estaria relacionado com a TSM. Para isso foi utilizado o teste de Correlação, de onde se obteve um valor  $R = 0,611$  com significância  $p = 0,002$ . Este resultado confirma que, com o aumento da TSM, aumentam os avistamentos das espécies em águas mais profundas.

Uma vez provada a influência da TSM sobre os avistamentos, o passo seguinte foi tentar perceber de que forma influencia e quais as espécies mais influenciadas. Para isso recorreu-se novamente ao teste de Correlação e utilizou-se as FO das 6 espécies mais representativas. Correlacionou-se a ocorrência mensal, de cada espécie, com a TSM (valor mensal). Dos resultados obtidos construiu-se o Quadro VIII, onde se apresenta o valor da correlação ( $R$ ) e a respetiva significância estatística ( $p$ ).

Quadro VIII – Valores do teste de Correlação de Spearman (R) entre a TSM e a FO para as 6 espécies mais frequentes; a negrito estão assinalados os valores para os quais se obteve correlação significativa.

Espécies	Spearman R	p
<i>D. delphis</i>	-0,158	0,472
<i>S. frontalis</i>	<b>0,737</b>	<b>0,000</b>
<i>T. truncatus</i>	0,047	0,831
<i>G. griseus</i>	-0,413	0,050
<i>S. coeruleoalba</i>	0,027	0,901
<i>P. macrocephalus</i>	-0,282	0,192

Apenas se encontrou correlação entre a FO e a TSM para a espécie *S. frontalis* (0,737;  $p=0,0001$ ). Esta correlação já era espectável, uma vez que esta é uma espécie de ocorrência sazonal nos Açores, que aparece associada ao aquecimento das águas (tal com é referido na bibliografia).

Salienta-se que para a espécie *G. griseus* o valor de  $p$  é quase significativo, e que o valor de correlação é o segundo mais elevado, mas tem sinal negativo.

Das espécies que apresentaram FO mais baixas, escolheu-se *Mesoplodon* sp. para algumas análises gerais. Esta escolha prende-se com o facto de existir pouca informação sobre as espécies incluídas neste género, devido ao seu comportamento evasivo na presença e aproximação de embarcações. Outro fator que levou a escolha destas espécies esteve relacionada com um aparente aumento dos avistamentos em alguns anos, como é possível observar na Figura 13.

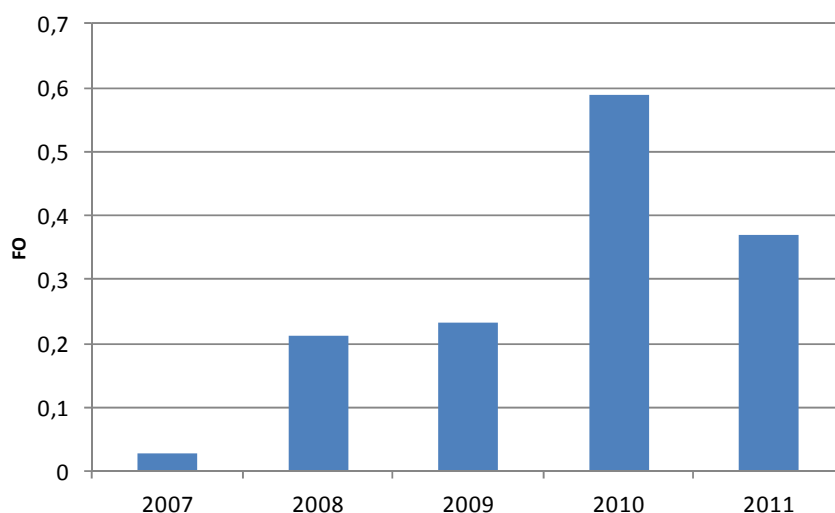


Figura 13 – Distribuição das FO de *Mesoplodon* sp. ao longo dos 5 anos.

Para a construção da figura foi incluído na *Mesoplodon* sp. a espécie *Mesoplodon bidens*, uma vez que só existiu um registo para esta espécie e, mesmo assim, não foi possível confirmar com certeza absoluta a identificação.

No ano de 2007 a FO foi muito baixa, aumentando nos anos seguintes. Nos anos 2010 e 2011 registou-se um aumento significativo na ocorrência desta espécie.

### 3.5. Distribuição geográfica das Ocorrências

Nesta secção apresentam-se figuras ilustrativas da distribuição geográfica dos avistamentos, e também das próprias espécies. Serão apresentadas imagens para cada uma das 6 espécies com maior FO, todas elas à escala de 2 milhas náuticas (nm), com exceção da Figura 22 que está à escala de 3 mn. Estas figuras pretendem ilustrar geograficamente os resultados apresentados nas Figura 10.

Na Figura 14 apresentam-se os avistamentos relativos à espécie *D. delphis* registados durante os 5 anos em que decorreu o estudo.

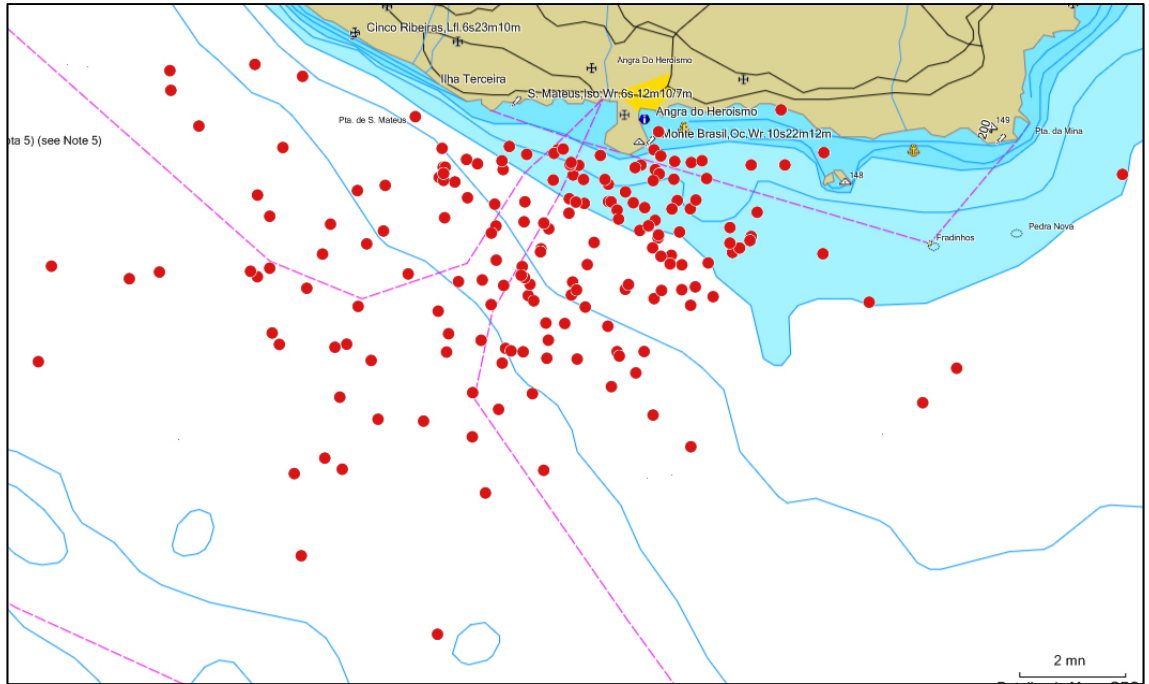


Figura 14 – Distribuição de *D. delphis* no litoral Sul da ilha Terceira; a cada ponto corresponde um avistamento.

Esta espécie registou uma distribuição relativamente extensa, mas com maior concentração até aos 500 metros de profundidade.



Figura 15 – Golfinho-comum (*Delphinus delphis*); foto por: Luís Barcelos.

A Figura 16 refere-se à distribuição de *S. frontalis* nos 5 anos em que decorreu o estudo.

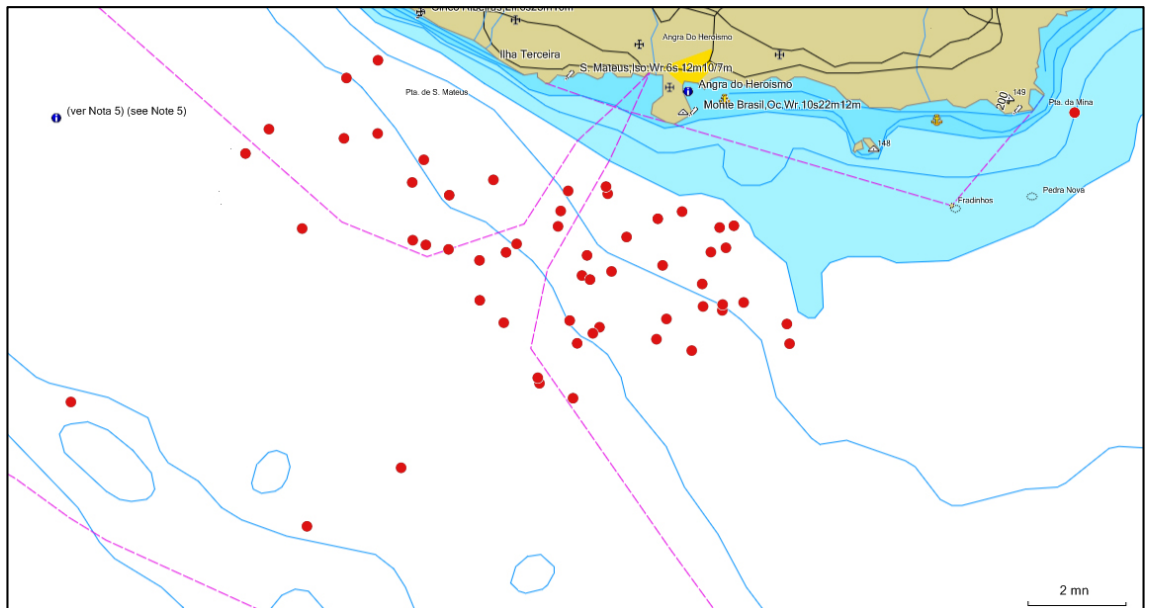


Figura 16 – Distribuição de *S. frontalis* no litoral Sul da ilha Terceira; cada ponto corresponde a um avistamento.



Figura 17 – Golfinho-pintado (*Stenella frontalis*); foto por: Luís Barcelos.

Esta espécie apresentou uma distribuição mais oceânica (>100 metros), ocorrendo só uma vez em águas com menos de 100 metros.

Na Figura 18 são apresentados os *T. truncatus* registados ao longo dos 5 anos em que decorreu o estudo.

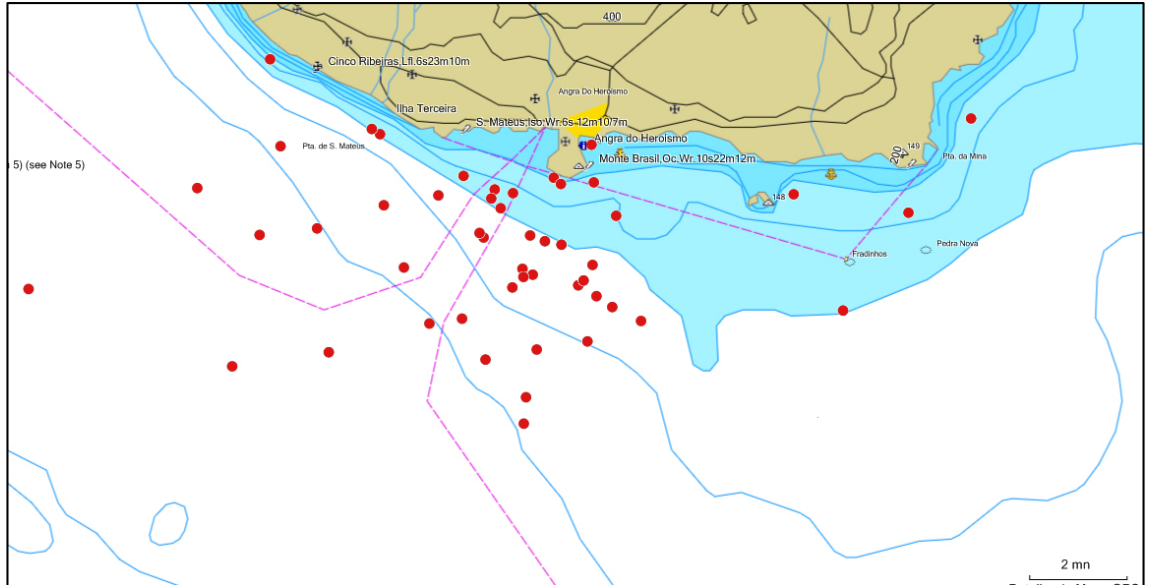


Figura 18 – Distribuição de *T. truncatus* no litoral Sul da ilha Terceira; cada ponto corresponde a um avistamento.

Apesar de ter sido mesmo frequente que *D. delphis*, o *T. truncatus* tem uma distribuição semelhante, ocorrendo tanto em águas oceânicas como em águas costeiras. Esta espécie chegou mesmo a ser observada a menos de 30 metros da costa (observação pessoal).



Figura 19 – Roaz (*Tursiops truncatus*); foto por: Luís Barcelos.

A Figura 20 corresponde à distribuição de *G. griseus* nos 5 anos em que decorreu o estudo.

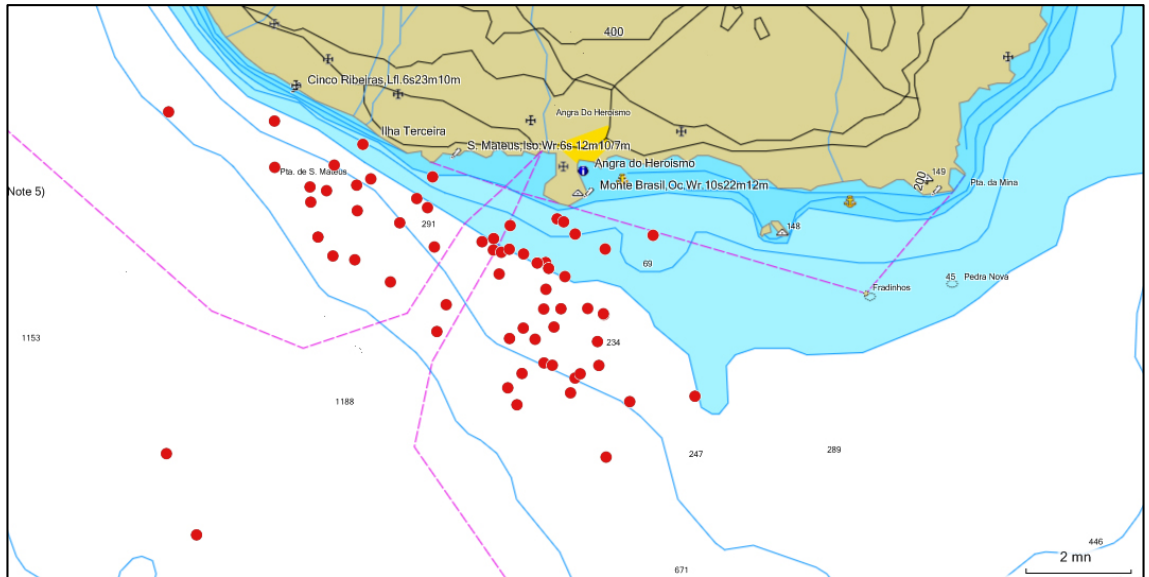


Figura 20 – Distribuição de *G. griseus* no litoral Sul da ilha Terceira; cada ponto corresponde a um avistamento.

A maior ocorrência desta espécie dá-se entre os 100 e os 500 metros de profundidade.



Figura 21 – Grampo (*Grampus griseus*); foto por. Luís Barcelos.

A Figura 22 refere-se à distribuição da espécie *S. coeruleoalba* nos 5 anos em que decorreu o estudo.

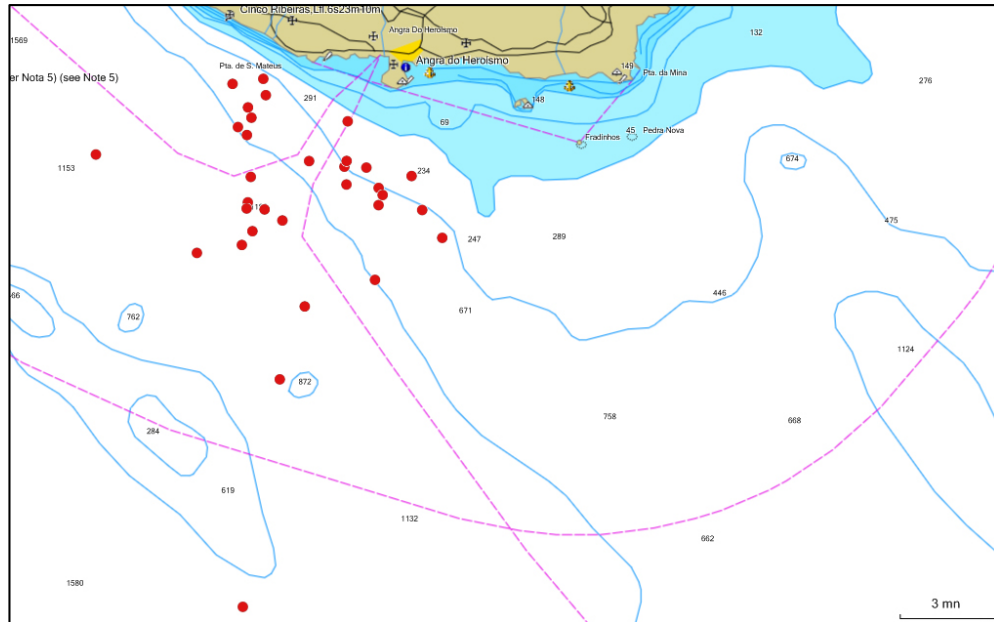


Figura 22 – Distribuição de *S. coeruleoalba* no litoral Sul da ilha Terceira; cada ponto corresponde a um avistamento.



Figura 23 – Golfinho-riscado (*Stenella coeruleoalba*); foto por Filipe Lourenço.

Esta foi a mais oceânica de todas as espécies, nunca ocorrendo a menos de 100 metros de profundidade.

Na Figura 24 estão representados os avistamentos de *P. macrocephalus* para os 5 anos em que decorreu o estudo.

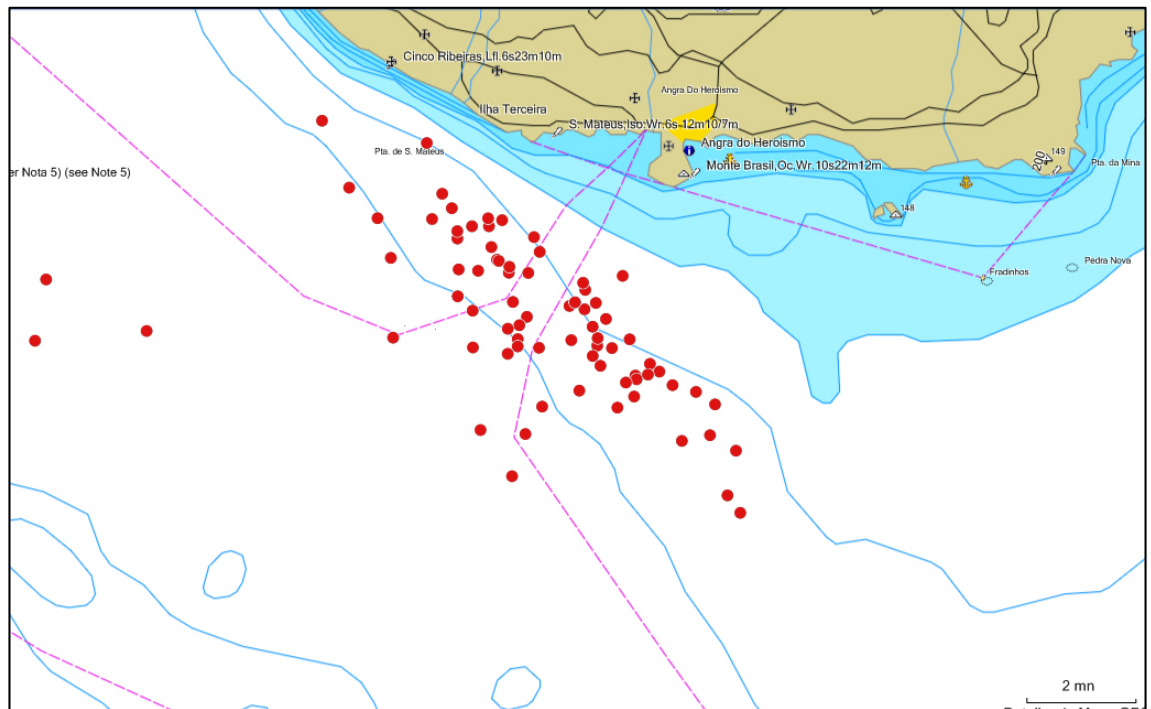


Figura 24 – Distribuição de *P. macrocephalus* no litoral Sul da ilha Terceira; cada ponto corresponde a um avistamento.

Esta espécie ocorreu sobretudo numa zona com fundos entre 100 e 500, e seguindo uma orientação NNW-SSE.



Figura 25 – Cachalote (*Physeter macrocephalus*); foto por: Luís Barcelos.

## 4. DISCUSSÃO

### 4.1. Espécies observadas

Todos os dados utilizados neste trabalho foram recolhidos durante saídas para Observação de Cetáceos com as empresas “Picos de Aventura” (2007-2009) e “Marsol” (2010-2011). Uma vez que nem as rotas, nem a frequência das saídas são pré-estabelecidas, isso leva a que os dados recolhidos não sejam uniformes, existindo meses e anos com maior número de saídas. Além disso as saídas para o mar estão sempre dependentes das condições meteorológicas.

Boisseau *et al.* (1999) referem que o estado do mar pode afetar, de forma negativa, a observação de cetáceos, daí as empresas de OTC geralmente só atuarem em dias de mar calmo, sem vento e com boas condições de visibilidade (geralmente com Beaufort <5). Este facto origina descontinuidade nos dados, podendo algumas espécies estarem subestimadas ou sobrestimadas. No decorrer dos 5 anos em que foi efetuado este estudo, foram raras as ocasiões em que se foi para o mar com condições 4 ou superiores, na escala Beaufort.

Neste estudo não foram avaliados padrões diários de ocorrência, devido à maioria das saídas terem sido realizadas ao início da manhã. Optou-se por escolher este período para realizar as saídas porque reúne as melhores condições de visibilidade para os vigias, tal como é referenciado por Gordon *et al.* (1995). Silva *et al.* (2003) realizaram a análise diária e não encontraram diferenças significativas entre o período da manhã e o da tarde, em termos de ocorrência de cetáceos.

O aumento da taxa de sucesso de avistamento ao longo dos anos deve-se ao ganho de experiência, tanto pela tripulação da embarcação como pela vigia, que antes de 2007 nunca tinham trabalhado na observação de cetáceos. Daí que a taxa de sucesso de avistamentos ser menor em 2007 e ter vindo a aumentar com o decorrer dos anos. O facto de em 2008 ter sofrido um ligeiro decréscimo poderá dever-se a alterações nas condições atmosféricas durante o decorrer das saídas, tendo impossibilitando a observação dos cetáceos.

A espécie *Delphinus delphis* foi a mais frequente, seguida das espécies *Tursiops truncatus* e *Grampus griseus*, e de *Stenella frontalis*. Estes resultados obtidos contrariam os obtidos por Silva *et al.* (2003), que encontraram como espécies mais frequentes *S. frontalis*, *D. delphis* e *T. truncatus*. O estudo destes autores foi realizado seguindo sempre a mesma metodologia e tentando cobrir uma área semelhante.

Os dados utilizados para o nosso estudo não foram recolhidos seguindo nenhum padrão ou metodologia. Como o objetivo das saídas era proporcionar avistamentos aos clientes, a vigia direcionava sempre a embarcação para o grupo mais próximo, que na sua maioria foram *D. delphis*. Outros autores (López *et al.*, 2004; Kiszka *et al.*, 2007), em estudos realizados no Atlântico Este também encontraram *D. delphis* como sendo a espécie mais frequente.

Silva *et al.* (2003) utilizaram, para o cálculo da frequência, o número de indivíduos por área. Neste estudo utilizou-se, para o cálculo das frequências, o número de avistamentos da espécie pelo número de saídas efetuadas, em vez de número de milhas percorridas ou a área. Foi escolhida esta opção porque o número de milhas percorridas variou de saída para saída, muitas vezes influenciado pelo comportamento dos animais, distância à costa e estado do mar. Além disso a maioria dos avistamentos concentrou-se quase sempre na mesma área.

#### 4.2. Sazonalidade das observações

Das espécies que ocorrem nos Açores e que aqui foram observadas, umas são residentes e outras de ocorrência sazonal (Carwardine, 2002; Fernandez *et al.*, 2009; Visser *et al.*, 2011a). Isso comprovou-se com os testes *K-W* e *M-W*, cujos resultados apontaram para diferenças não significativas nas FO registadas para as espécies, podendo no entanto a sua FO variar de ano para ano. Estes testes também comprovam que é possível observar estas espécies todos os anos, o que é muito favorável para a OTC.

Pode-se assim afirmar que as espécies mais prováveis de serem observadas no litoral Sul da ilha Terceira são as aqui referidas, e ainda determinar quais os meses com maiores probabilidades de se observar cada uma delas e quais as áreas com maior incidência de avistamentos.

Os resultados apresentados na Figura 3, que se referem às FO das 6 espécies observadas ao longo dos cinco anos, foram corroborados estatisticamente por testes estatísticos e provaram ser reais (Quadro III). A continuação da recolha de dados permitirá apurar estas FO e estudar possíveis alterações nas mesmas devido a fatores abióticos ou humanos (tráfego de embarcações).

Quando se compara cada espécie com as restantes e se encontram diferenças não significativas, isto não implica uma relação direta entre elas. Para uma espécie ter uma FO semelhante a outra basta que ocorram no mesmo número de meses, ou que ocorram poucas vezes e em meses ou anos diferentes; ou ainda porque foram as únicas a serem observadas em determinadas saídas. Daí há que ter algum cuidado na interpretação dos resultados apresentados no Quadro IV.

Apesar de visualmente a FO de *D. delphis* ser bastante superior à das restantes 5 espécies comparadas, essa diferença foi verificada estatisticamente e comprovou-se estar correta, com a rejeição da  $H_0$ .

Os resultados obtidos para a espécie *D. delphis* (Figura 4), que mostram um decréscimo na FO nos meses de junho-agosto, estão de acordo com os resultados obtidos por Fernandez *et al.* (2009), que também registaram o mesmo padrão de distribuição. Estes autores também referem o aumento dos *S. frontalis* nesses mesmos meses, que é justificado pelo facto de esta ser uma espécie migratória associada a águas mais quentes (Perrin *et al.*, 1987). Esta espécie é de ocorrência sazonal nos açores, nos meses de águas mais quentes (Hartman *et al.*, 2008).

Estes dados no entanto podem estar um pouco equinados, uma vez que o número de saídas efetuadas em alguns meses foi muito pequeno, e também porque alguns

avistamentos não foram registados; ou porque a informação se perdeu. É o caso do ano de 2010, como referido anteriormente.

É de salientar também o ano de 2009 no que respeita ao avistamento de *P. macrocephalus*. Neste ano verificou-se a total ausência de avistamentos desta espécie nos meses de agosto e setembro, só voltando a ser observada novamente no início de outubro (observação pessoal). Os únicos avistamentos desta espécie para estes meses foram todos realizados para lá das 15 milhas da costa, em direção às ilhas de São Jorge e Graciosa (observação pessoal; comunicação pessoal dos biólogos R. Carvalho e D. Nunes).

A correlação foi utilizada com o objetivo de verificar a possível associação de espécies, como referida por alguns autores (Quéroil *et al.*, 2008), ou então para verificar se a presença de determinada espécie influencia a presença de outra (s).

Os resultados obtidos, no teste de correlação, não demonstraram nenhum tipo de correlação entre estas espécies. Assim podemos concluir que os valores, sem diferenças significativas, observados com os testes anteriores se devem às FO serem semelhantes, mas sem nenhum tipo de associação entre as espécies em causa.

#### 4.3. Diversidade

O mais fundamental e antigo conceito de diversidade é o número de espécies (Peet, 1974). Segundo alguns autores, o conceito de diversidade não é fácil de definir, chegando até a ser descrita como um não-conceito por Hurlbert (1971). Isso porque a diversidade consiste em dois componentes. O primeiro é a variedade de espécies e o segundo a abundância relativa das espécies. Assim sendo, a diversidade pode ser medida tendo em conta o número de espécies (Alatalo, 1981), muitas vezes referido como riqueza específica (Whittaker *et al.*, 2001); descrevendo abundância relativa das espécies; ou utilizando uma medida que combine os dois anteriores (Magurran, 1988).

Não é sempre possível assegurar que todas as amostras tenham o mesmo tamanho e, invariavelmente o número de espécies tem tendência a aumentar com o tamanho da amostra e com o esforço de amostragem, tornando difícil a comparação de amostras entre si (Magurran, 1988). Até o próprio esforço de amostragem é difícil de medir, daí que Willott (2001) considere o número de indivíduos a melhor forma de o medir. Para superar esse problema de amostras de diferentes tamanhos, Hurlbert (1971) aperfeiçoou um método que permite estimar o número esperado de espécies para uma amostra de um determinado tamanho. Este método designa-se por Rarefação.

A Rarefação permite comparar a diversidade esperada, se todas as amostras tivessem o mesmo número de indivíduos. Utiliza-se a amostra mais pequena e compara-se o número de espécies desta com as restantes. As curvas aqui apresentadas foram desenhadas com o programa informático “BioDiversity Pro”, segundo a fórmula proposta por Hurlbert (1971).

No caso aqui estudado, o número de espécies (**S**) estimado por este método foi semelhante ao obtido, o que nos leva a afirmar que os nossos dados representam bem a população estudada. Em todas as amostras, o número de indivíduos amostrados (**N**) foi consideravelmente superior ao valor da assíntota das curvas, ou seja 1000 indivíduos, salvo o ano de 2010 em que esse valor foi pouco superior. Isto deve-se ao facto de, para esse ano, só existirem registos até à primeira quinzena do mês de Agosto.

O índice Shannon-Wiener indica-nos que o ano de 2010 é o que tem maior diversidade e o de 2011 o que tem menor. Não é nenhuma surpresa uma vez que são os anos que tem mais e menos espécies contabilizadas, respetivamente. Já no que respeita aos anos com o mesmo número de espécies, notam-se diferenças entre eles. Estas diferenças não eram esperadas, uma vez que este índice é independente em relação ao tamanho da amostra (Pité & Avelar, 1996), e também porque atribui o mesmo peso tanto às espécies raras como às abundantes (Magurran, 1988). Os testes estatísticos mostraram que essas diferenças não eram significativas, daí poder-se afirmar que a diversidade de espécies foi semelhante para todos os anos, podendo assim estas diferenças serem só devido a diferentes esforços de amostragem entre os anos (menores números de saídas ou de dados registados).

De entre os diversos índices de uniformidade o Índice de Pielou é dos mais conhecidos e utilizados (Peet, 1974). Comum a todos eles é a utilização de um termo que se refere ao número de espécies, que é dependente do tamanho da amostra (Peet, 1975). Neste trabalho o número de espécies não parece ter sido afetado pelo tamanho da amostra, como se percebeu nas curvas de Rarefação.

Segundo Hurlbert (1971), a riqueza específica tende a aumentar com o tamanho da amostra, e a uniformidade tende a diminuir. Também Alatalo (1981) refere a diminuição da uniformidade com o aumento do número de espécies. Isso não se verificou neste estudo uma vez que a maior uniformidade e maior número de espécies foi encontrada para a amostra com menor número de indivíduos e, a amostra com maior número de indivíduos tem a segunda menor uniformidade.

#### 4.4. Influência da profundidade e temperatura superficial do mar na ocorrência das espécies

Os registos utilizados nesta secção são menos que os utilizados para as análises gerais. Isto porque, devido a vários fatores, nem sempre foram registadas as coordenadas dos avistamentos. Os fatores que impediram esses registos foram de várias ordens, tais como, avarias no aparelho de GPS, prestação de auxílio a passageiros enjoados, ou esclarecimentos de dúvidas, ou mesmo por perda dos registos.

Como no momento do registo das coordenadas não foi registada a profundidade, recorreu-se posteriormente ao “software ArcGIS 10”, com a cartografia para os Açores, para fazer a correspondência entre as coordenadas e a profundidade. Os registos foram assim distribuídos pela batimetria, utilizando intervalos de 100 metros entre cada hipsobatimétrica. Estas começaram na linha de costa, considerada como sendo o 0 e foram até aos 1500 metros.

A não observação de espécies em áreas com profundidade superior a 1500 metros pode estar relacionada com o facto de essas áreas se encontrarem no limite de

visibilidade da vigia. O limite máximo de visibilidade da vigia, em condições excepcionalmente boas, ronda as 12 a 13 milhas náuticas. Com condições ditas normais ( $BF \leq 4$ ) situa-se entre as 8 a 10 milhas. Como o sucesso da OTC se deve sobretudo ao trabalho dos vigias, são poucas as vezes em que se passou para lá do limite de visibilidade desta.

A grande ocorrência de avistamentos até aos 100 metros de profundidade poderá dever-se ao facto de ser área mais junto à costa o que faz com que o esforço de amostragem tenha sido maior. Locais mais perto da costa, logo mais perto da vigia, fazem com que seja mais fácil para esta a procura de cetáceos. Além disso, e como se trata de uma atividade turística, a embarcação também navega mais vezes junto à costa e a velocidades mais reduzidas, para permitirem a captação de imagens. Isto origina que o esforço de amostragem em águas mais junto à costa seja maior que em zonas mais afastadas.

Boisseau *et al.* (1999) referem que a batimetria pode afetar o avistamento de cetáceos de forma positiva, uma vez que os montes submarinos podem criar zonas de “upwelling”, o que aumenta a produtividade e atrai os cetáceos. Skov *et al.* (2008) num estudo efetuado na Crista Medio Atlântica (CMA), a qual atravessa o arquipélago dos Açores, também se referem a esse aumento de produtividade e à relação desta com as agregações de alimentação de cetáceos.

Estudos realizados em outras regiões também concluem que a presença de estruturas hidrográficas, no fundo oceânico, podem potenciar a ocorrência de presas e assim influenciar a distribuição dos cetáceos (Benson *et al.*, 2002; Davis *et al.*, 2002).

Outra possível explicação para este grande número de ocorrência de espécies em zonas costeiras poderá ser a própria biologia das espécies. Algumas são mais costeiras, outras mais oceânicas.

A forma como a TSM pode influenciar a distribuição das espécies não está muito específica na literatura. Fernandez *et al.* (2009) refere-se a um afastamento, para águas mais profundas, dos *D. delphis* nos meses mais quentes.

#### 4.5. Distribuição geográfica das ocorrências

Vários autores referem-se aos *D. delphis* como sendo uma espécie mais associada a águas costeiras (<200 metros) (Cañadas *et al.*, 2002; Silva *et al.*, 2003; Gannier, 2005; Quéroil *et al.*, 2008). Apenas López *et al.* (2004) e Kiszka *et al.* (2007) encontraram esta espécie como preferindo águas mais oceânicas. Neste estudo esta espécie também ocorreu maioritariamente em águas costeiras (<100 metros).

A espécie *S. frontalis*, nos Açores, ocorre habitualmente em águas mais oceânicas, ou seja mais profundas (Silva *et al.*, 2003; Fernandez *et al.*, 2009). Para outras regiões esta espécie é dada como ocorrendo até aos 1000 m, ocorrendo em alguns casos entre os 20 e os 200 metros (Moreno *et al.*, 2005). A mesma distribuição foi relatada por Herzing *et al.* (2003) para a região das Bahamas e por Griffin & Griffin (2003) para o lado Este do golfo do México.

Os *T. truncatus* normalmente apresentam uma distribuição mais uniforme, podendo ser encontrados tanto em águas costeiras como oceânicas. (Cañadas *et al.*, 2002; Silva *et al.*, 2003; Gannier, 2005; Kiszka *et al.*, 2007) referem-se a esta espécie como preferindo águas mais costeiras. É de notar no entanto que esta espécie apresenta dois ecotipos, um costeiro e outro oceânico (Herzing *et al.*, 2003), e também que na definição de águas costeiras, as dos Açores implicam maiores profundidades que outros locais referidos nos estudos, devido à ausência de plataforma continental nas ilhas (Silva *et al.*, 2003). Neste estudo os *T. truncatus* apresentaram-se com uma distribuição relativamente uniforme.

Já foram realizados alguns estudos para *G. griseus* para os Açores (Hartman *et al.*, 2008; Pereira, 2008b; Visser *et al.*, 2011b), na sua maioria ao nível da alteração do comportamento devido à presença de embarcações. Segundo Hartman *et al.* (2008) esta espécie ocorre durante todo o ano no arquipélago dos Açores.

Alguns autores referem que, normalmente ocorre afastada da costa e em águas profundas (350 a > 1000 metros), ou no extremo da plataforma continental

(Baumgartner, 1997; Davis *et al.*, 1998; Frantzis & Herzing, 2002). No Mediterrâneo, Gannier (2005) avistou-os mais frequentemente entre os 200 e os 1000 metros e entre os 1000 e os 2000 metros. Os resultados aqui obtidos colocam esta espécie mais junto à costa do que no estudo efetuado por Pereira (2008b), mas estão de acordo com os obtidos por Hartman *et al.* (2008), que referem que nos Açores é possível observar esta espécie junto à costa, devido a esta ser constituída por paredes escarpadas e íngremes (Morton *et al.*, 1998).

Em algumas regiões esta espécie apresentou indícios de se movimentarem para águas costeiras nos meses de verão (Leatherwood *et al.*, 1980; Olavarría *et al.*, 2001). Esses indícios, encontradas por esses autores, poderão justificar o valor de correlação negativo encontrado entre a FO e a TSM. Tal como referenciado anteriormente, o valor de correlação foi relativamente elevado e quase estatisticamente significativo ( $p=0,05$ ).

Os estudos existentes para a espécie *Stenella coeruleoalba* referem-na como uma espécie que ocorre em águas oceânicas (Gordon *et al.*, 2000; Frantzis & Herzing, 2002; Silva *et al.*, 2003; Gannier, 2005; Panigada *et al.*, 2008), ou zonas de encostas íngremes (Gannier, 2005), sendo mais frequentes nestas últimas. Cañadas *et al.* (2002) apontam esta espécie como preferindo águas com mais de 600 metros, muito raramente sendo vista em águas baixas. Por outro lado Jefferson *et al.* (1993) referem que esta espécie pode ser encontrada junto à costa apenas quando junto a esta existam águas profundas.

Segundo Silva *et al.* (2003) esta é uma espécie de ocorrência mais rara nos Açores, relativamente às restantes espécies (Golfinho-comum, Roaz e Golfinho-pintado). Quérouil *et al.* (2008) também partilham da mesma opinião e referem os meses de março a outubro como sendo os de maiores avistamentos desta espécie.

Os resultados aqui apresentados mostram esta espécie como sendo mais frequente em águas costeiras (<200 metros) e também em zonas mais afastadas (700 a 900 metros). Esta distribuição poderá estar relacionada com o relevo submarino (Davis *et al.*, 2002).

O cachalote, *Physeter macrocephalus*, é uma espécie cosmopolita (Clarke *et al.*, 1993), que se distribui dos trópicos até às calotes polares nos dois hemisférios (Jefferson *et al.*, 1993; Santos *et al.*, 1999). É um dos cetáceos que efetua mergulhos mais longos e profundos (Gordon & Steiner, 1992), daí terem tendência a ocupar águas oceânicas profundas, ocorrendo também em zonas costeiras, quando desfiladeiros ou outras estruturas submarinas trazem águas profundas até junto da costa (Jefferson *et al.*, 1993).

A grande incidência de avistamentos em águas pouco profundas (<100 metros) é um resultado inesperado, devido à distribuição da espécie ser associada a águas profundas. É possível que estes avistamentos sejam relativos a indivíduos juvenis que se encontravam em zonas mais perto da costa à espera das progenitoras que tinham mergulhado em busca de alimento.

Os restantes avistamentos estão de acordo com a literatura, que dão a espécie como preferindo águas profundas.

O facto de as observações desta espécie apresentarem uma orientação NNW-SSE poderá estar relacionado com a topografia do fundo. Naquela zona existe uma crista montanhosa com a mesma orientação (Figura 20 em anexo).

Os resultados obtidos para a distribuição anual de *Mesoplodon* sp. apresentam um grande aumento do ano 2007 para os restantes. É muito provável que este aumento não seja devido a um aumento na ocorrência destas espécies, mas sim devido á falta de experiência dos observadores.

Devido ao tipo de comportamento que estas apresentam, não é fácil a sua observação por parte de pessoas pouco experientes. O ano de 2007 foi o início da actividade para a “Picos de Aventura” na ilha Terceira, e também para o pessoal que integrava o quadro técnico. Tanto o pessoal que realizava as saídas para o mar, como o que estava na vigia ainda não tinham muita experiência na deteção destas espécies. Além disso, por indicações técnicas, apenas se registava o que os clientes conseguiam ver, devido ao facto de muitas vezes os skipper verem esses animais e as restantes pessoas presentes na embarcação não os verem. Já nos anos seguintes a opção foi pelo

registo de todas as espécies avistadas, independentemente se teriam sido ou não vistas pelos clientes a bordo da embarcação.

Pensa-se que o grande aumento para o ano de 2010 poderá estar relacionada com a passagem do navio de passageiros “Viking” da AtlanticoLine. Este navio começou a operar no final do verão de 2009 e durante todo o de 2010. Neste último ano a sua passagem pelo Sul da ilha Terceira, a caminho do porto da Praia da Vitória, foi frequente. Todavia não nos foi possível obter informação sobre as rotas deste navio, pelo que esta afirmação está baseada em observações do próprio autor e ainda dos biólogos D. Nunes, que simultaneamente era também a vigia que trabalhou ao longo destes anos; e R. Carvalho, que realizava o acompanhamento técnico das saídas de OTC de outra empresa.

## 5. Considerações finais

No litoral Sul da ilha Terceira é possível observar 55,6 % das espécies de cetáceos que estão dadas como ocorrendo nos Açores. Destas destacam-se 5 espécies de Delphinidae (*D. delphis*, *T. truncatus*, *G. griseus*, *S. frontalis* e *S. coeruleoalba*) e o cachalote (*P. macrocephalus*) como mais frequentes. A ocorrência destas espécies sofre alguma variação ao longo dos meses, sendo as maiores ocorrências em junho e julho.

Este estudo demonstra também o potencial da ilha Terceira para a atividade de Observação Turística de Cetáceos. Esse potencial poderia ser ainda maior caso se recorresse a outros pontos de vigia, situados para zona Oeste da ilha, já que a maioria dos avistamentos ocorre na zona Sudoeste, em águas costeiras, até 200 metros de profundidade, e entre os 700 e 1000 metros de profundidade.

Comprovou-se que com o aumento da TSM aumentam os avistamentos em águas mais profundas. Os *D. delphis* apresentaram uma diminuição na ocorrência com o aumento da TSM, todavia sem valor de significância válido. Só na espécie *S. frontalis* se demonstrou haver uma correlação direta e positiva com o aumento da TSM. Para as restantes espécies não foram encontradas correlações significativas.

Verificou-se também alterações nas FO de algumas espécies em relação ao tráfego marítimo. Estas alterações não puderam ser comprovadas estatisticamente por falta de dados.

Seria importante continuar a recolha de dados junto das empresas marítimo-turísticas, uma vez que estes podem dar um grande contributo para o estudo das diversas espécies de cetáceos que ocorrem no litoral Sul da ilha Terceira, tal como é comprovado por este estudo. Os resultados aqui apresentados podem igualmente servir de base para a monitorização da influência das alterações nas populações de cetáceos nos Açores.

Seria também importante obter dados sobre as rotas e tráfego das embarcações, que navegam no litoral Sul da ilha Terceira, para se poder estudar de que forma estas alteram a ocorrência e o comportamento das espécies.

Para o seguimento deste estudo, seria importante a uniformização de um formulário de recolha de dados, e que todas as empresas marítimo-turísticas participassem nessa recolha. Para além dos dados aqui tratados, seria ainda importante a recolha de outros, tais como estado do mar, condições atmosféricas e número e tipo de embarcações presentes na área.

Além disso seria importante também integrar informações recolhidas pelos vigias, tais como direção e velocidade de deslocamento do grupo, número de grupos presentes (para além dos que são avistados pela embarcação) e alterações no comportamento por aproximação da embarcação.

No tratamento de dados futuros seria integrada toda esta informação, e também dados de produtividade primária, em SIGs (Sistemas de Informação Geográfica) com o propósito de determinar distâncias entre grupos da mesma espécie e de espécies diferentes; distâncias à costa; determinar possíveis rotas de deslocamento e áreas de alimentação; e avaliar qual o impacto do tráfego de embarcações na ocorrência ou comportamento das espécies.

## 6. Referências

- Alatalo, R. V., 1981. Problems in the measurement of evenness in ecology. *Oikos* 37 (2), 199-204.
- Barreiros, J. P., Teves, M., & Rodeia, J., 2006. First record of the Harbour Porpoise, *Phocoena phocoena* (Cetacea: Phocoenidae) in the Azores (NE Atlantic). *aqua, Journal of Ichthyology and Aquatic Biology* 11 (2), 45-46.
- Baumgartner, M. F., 1997. The distribution of Risso's dolphin (*Grampus griseus*) with respect to the physiography of the northern Gulf of Mexico. *Marine Mammal Science* 13 (4), 614-638.
- Benson, S. R., Croll, D. A., Marinovic, B. B., Chavez, F. P., & Harvey, J. T., 2002. Changes in the cetaceans assemblage of a costal upwelling ecosystem during El Nino 1997-98 and La Nina 1999. *Progress in Oceanography* 54, 279-291.
- Boisseau, O., Prieto, R., Nicholson, D., & Gordon, J., 1999. An Atlantic cetacean survey using yachtsmen: a pilot study. *Arquipélago - Life and Marine Sciences* 17A, 101-107.
- Cañadas, A., Sagarminaga, R., & García-Tiscar, S., 2002. Cetaceans distribution related with depth and slope in the Mediterranean waters off southern Spain. *Deep-Sea Research I* 49, 2053-2073.
- Carwardine, M., 2002. *Whales Dolphins and Porpoises*. Smithsonian Handbooks, United States 256 pp.
- Clarke, M. R., Martins, H. R., & Pascoe, P., 1993. The diet of sperm whales (*Physeter macrocephalus* Linnaeus 1758) off the Azores. *Phil. Trans. R. Soc. Lond. B* 339, 67-82.
- Davis, R. W., Fargion, G. S., May, N., Leming, T. D., Baumgartner, M., Evans, W. E., Hansen, L. J., & Mullin, K., 1998. Physical habitat of cetaceans along the continental slope in the north-central and western gulf of Mexico. *Marine Mammal Science* 14 (3), 490-507.
- Davis, R. W., Ortega-Ortiz, J. G. O., Ribic, C. A., Evans, W. E., Biggs, D. C., Ressler, P. H., Cady, R. B., Leben, R. R., Mullin, K. D., & Würsig, B., 2002. Cetacean habitat in the northern oceanic Gulf of Mexico. *Deep-Sea Research I* 49, 121-142.

- Eugénio, S. C. C., 1996. *Observação de pequenos cetáceos ao longo da costa Sul da ilha Terceira*. Tese Licenciatura. Universidade dos Açores, Departamento de Ciências Agrárias. 183 pp.
- Evans, P. G. H. & Hammond, P. S., 2004. Monitoring cetaceans in European waters. *Mammal Rev.* 34 (1), 131-156.
- Fernandez, M., Oviedo, L., Hartman, K., Sousa, B., & Azevedo, J. M. N., 2009. Differences in spacial distribution in two small delphinids (*Delphinus delphis* and *Stenella frontalis*) in two islands of the Azores Archipelago. *Reports of the International Whaling Commission SC/61/SM8*. 6 pp.
- Frantzis, A. & Herzing, L., 2002. Mixed-species associations of striped dolphins (*Stenella coeruleoalba*), short-beaked common dolphins (*Delphinus delphis*), and Risso's dolphin (*Grampus griseus*) in the Gulf of Corinth (Greece, Mediterranean Sea). *Aquatic Mammals* 28 (2), 188-197.
- Gannier, A., 2005. Summer distribution and relative abundance of Delphinids in the Mediterranean Sea. *Rev. Écol. (Terre Vie)* 60, 223-238.
- Gonçalves, J. M., Barreiros, J. P., Azevedo, J. M. N., & Norberto, R., 1996. Cetaceans stranded in the Azores during 1992-96. *Arquipélago - Life and Marine Sciences* 14A, 57-65.
- Gordon, J. & Steiner, L., 1992. Ventilation and Dive Patterns in Sperm Whales, *Physeter macrocephalus*, in the Azores. *Reports of the International Whaling Commission* 42, 561-565.
- Gordon, J., Steiner, L., & Gonçalves, J. M., 1990. Sei whales (*Balaenoptera borealis*) encountered in the Azores: A new record for the region. *Arquipélago - Life and Earth Science* 8, 97-100.
- Gordon, J. C. D., Matthew, J. N., Panigada, S., Gannier, A., Borsani, J. F., & Di Sciara, G. N., 2000. Distribution and relative abundance of striped dolphins, and distribution of sperm whales in the Ligurian Sea cetacean sanctuary: results from a collaboration using acoustic monitoring techniques. *J. Cetacean Res. Management* 2 (1), 27-36.
- Gordon, J. C. D., Steiner, L., & Martins, H. R., 1995. Observation 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.
- Gotelli, N. J. & Colwell, R. K., 2001. Quantifying biodiversity: procedures and pitfalls

- in the measurement and comparison of species richness. *Ecology Letters* 4, 379-391.
- Gray, J. S., 2000. The measurement of marine species diversity, with an application to the benthic fauna of the Norwegian continental shelf. *Journal of Experimental Marine Biology and Ecology* 250, 23-49.
- Griffin, R. B. & Griffin, N. J., 2003. Distribution, habitat partitioning, and abundance of Atlantic Spotted Dolphins, Bottlenose Dolphins, and Loggerhead Sea Turtles on the Eastern Gulf of Mexico Continental Shelf. *Gulf of Mexico Science* 1, 23-34.
- Hartman, K. L., Visser, F., & Hendriks, A. J. E., 2008. Social structure of Risso's dolphins (*Grampus griseus*) at the Azores: a stratified community based on highly associated social units. *Can. J. Zool.* 86, 294-306.
- Herzing, D. L., Moewe, K., & Brunnick, B. J., 2003. Interspecies interactions between Atlantic spotted dolphins, *Stenella frontalis*, and bottlenose dolphins, *Tursiops truncatus*, on Great Bahama Bank, Bahamas. *Aquatic Mammals* 29 (3), 335-341.
- Hoyt, E., 2001. *Whale watching 2001: Worldwide Tourism numbers, Expenditures and Expanding socioeconomic benefits*. International Fund for Animal Welfare, Yarmouth Port, MA, USA. 165 pp.
- Hurlbert, S. H., 1971. The nonconcept of species diversity: a critique and alternative parameters. *Ecology* 52 (4), 577-586.
- Jefferson, T. A., Leatherwood, S., & Webber, M. A., 1993. *FAO Species Identification Guide - Marine Mammals of the World* FAO, Roma. 320 pp.
- Kiszka, J., Macleod, K., Van Canneyt, O., Walker, D., & Ridoux, V., 2007. Distribution, encounter rates, and habitat characteristics of toothed cetaceans in the Bay of Biscay and adjacent waters from platform-of-opportunity data. *ICES Journal of Marine Science* 64, 1033-1043.
- Leatherwood, S., Perrin, W. P., Kirby, V. L., Hubbs, C. L., & Dahlheim, M., 1980. Distribution and movements of risso's dolphin, *Grampus griseus*, in the eastern North Pacific. *Fishery Bulletin* 77 (4), 951-963.
- López, A., Pierce, G. J., Valeiras, X., Santos, M. B., & Guerra, A., 2004. Distribution patterns of small cetaceans in Galician waters. *J. Mar. Biol. Ass. U.K.* 84, 283-294.

- Lourenço, F. R. 2009. *Da baleação ao “Whale Watching” na ilha Terceira*. Disciplina de Projeto, Licenciatura em Guias da Natureza, Universidade dos Açores. 201 pp.
- Magalhães, S., Prieto, R., Silva, M. A., & Gonçalves, J., 1999. Impact of whale watching vessels on sperm whale (*Physeter macrocephalus*) activities in waters south of Pico and Faial Islands, Azores. *Proceeding of the 13th annual conference of the European Cetacean Society*, Valencia (Spain) 124-127.
- Magalhães, S., Prieto, R., Silva, M. A., Gonçalves, J., Afonso-Dias, M., & Santos, R. S., 2002. Short-term reactions of sperm whales (*Physeter macrocephalus*) to whale-watching vessels in the Azores. *Aquatic Mammals* 28 (3), 267-274.
- Magurran, A. E., 1988. *Ecological Diversity and Its Measurements*. Princeton University Press, Princeton, New Jersey. 192 pp.
- Magurran, A. E., 2004. *Measuring Biological Diversity*. Blackwell Science. 264 pp.
- Martins, H. R., Clarke, M. R., Reiner, F., & Santos, R. S., 1985. A Pygmy sperm whale, *Kogia breviceps* (Blainville, 1838) (Cetacea: Odontoceti) stranded on Faial island, Azores, with notes on cephalopod beaks in stomach. *Ciencias Biológicas* 6, 63-70.
- McAleece, N., Gage, J. D. G., Lamshead, P. J. D., & Paterson, G. L. J., 1997. *BioDiversity Professional statistics analysis software*. Disponível online em: <http://www.sams.ac.uk/peter-lamont/biodiversity-pro>. Acedido em 18-07-2012.
- Milinkovitch, M. C., Ortí, G., & Meyer, A., 1993. Revised phylogeny of whales suggested by mitochondrial ribosomal DNA sequences. *Nature* 361, 346-361.
- Morato, T., Machete, M., Kitchingman, A., Tempera, F., Lai, S., Menezes, G., Pitcher, T. J., & Santos, R. S., 2008a. Abundance and distribution of seamounts in the Azores. *Mar Ecol Prog Ser* 357, 17-21.
- Morato, T., Varkey, D. A., Dâmaso, C., Machete, M., Santos, M., Prieto, R., Santos, R. S., & Pitcher, T. J., 2008b. Evidence of a seamount effect on aggregating visitors. *Mar Ecol Prog Ser* 357, 23-32.
- Moreno, I. B., Zerbini, A. N., Danilewicz, D., Santos, M. C. O., Simões-Lopes, P. C., Lailson-Brito Jr, J., & Azevedo, A. F., 2005. Distribution and habitat characteristics of dolphins of the genus *Stenella* (Cetacea: Delphinidae) in the southwest Atlantic Ocean. *Mar Ecol Prog Ser* 300, 229-240.

- Morton, B., Britton, J. C., & Martins, A. M. F., 1998. *Ecologia Costeira dos Açores*. Sociedade Afonso Chaves. Associação de Estudos Açoreanos, Ponta Delgada x + 249 pp.
- NEO – NASA Earth Observation. Disponível online em: <http://neo.sci.gsfc.nasa.gov/Search.html?pg=1&datasetId=MYD28M>. Acedido em 04-2012
- Olavarria, C., Aguayo-Lobo, A., & Bernal, R., 2001. Distribution of Risso's dolphin (*Grampus griseus*, Cuvier 1812) in Chilean waters. *Revista de Biología Marina y Oceanografía* 36, 111-116.
- Panigada, S., Zanardelli, M., MacKenzie, M., Donovan, C., Mélin, F., & Hammond, P. S., 2008. Modeling habitat preferences for fin whales and striped dolphins in the Pelagos Sanctuary (Western Mediterranean Sea) with physiographic and remote sensing variables. *Remote Sensing of Environment* 112, 3400-3412.
- Peet, R. K., 1974. The Measurement of Species Diversity. *Annual Review of Ecology and Systematics* 5, 285-307.
- Peet, R. K., 1975. Relative Diversity Indices. *Ecology* 56, 496-498.
- Pereira, J. N., Neves, V. C., Prieto, R., Silva, M. A., Cascão, I., Oliveira, C., Cruz, M. J., Medeiros, J. V., Barreiros, J. P., Porteiro, F. M., & Clarke, D., 2011. Diet of mid-Atlantic Sowerby's beaked whales *Mesoplodon bidens*. *Deep-Sea Research I* 58, 1084-1090.
- Pereira, J. N. D. S. G., 2008a. Daily species checklist from Whale-watching - studying the research potential with an Azorean case study. *J. Mar. Biol. Ass. U K* 88 (6), 1283-1288.
- Pereira, J. N. D. S. G., 2008b. Field Notes on Risso's Dolphin (*Grampus griseus*) Distribution, Social Ecology, Behaviour, and Occurrence in the Azores. *Aquatic Mammals* 34 (4), 426-435.
- Perrin, W.F. (2009). *World Cetacea Database*. Disponível online em: <http://www.marinespecies.org/cetacea>. Acedido em: 12-10-2012
- Perrin, W. F., Mitchell, E. D., Mead, J. G., Caldwell, D. K., Caldwell, M. C., Bree, P. J. H., & Dawbin, W. H., 1987. Revision of the spotted dolphins, *Stenella* spp. *Marine Mammal Science* 3 (2), 99-170.

- Pinela, A. M., Quérrouil, S., Magalhães, E., Silva, M. A., Prieto, R., Matos, J. A., & Santos, R. S., 2009. Population genetics and social organization of the sperm whale (*Physeter macrocephalus*) in the Azores inferred by microsatellite analyses. *Can. J. Zool.* 87, 802-813.
- Pitcher, T. J., Morato, T., Hart, P. J. B., Clark, M. R., Haggan, N., & Santos, R. S., 2007. Seamounts: Ecology, Fisheries and Conservation. *Fish and Aquatic Resources Series* 12, 1-527.
- Pité, M. T. & Avelar, T., 1996. *Ecologia das populações e das comunidades - Uma abordagem evolutiva do estudo da biodiversidade* Fundação Calouste Gulbenkian. 315 pp.
- Prieto, R. & Silva, M., 2010. Mamíferos Marinhos. *In: Borges, P. A. V., Costa, A., Cunha, R., Gabriel, R., Gonçalves, V., Martins, A. F., Melo, I., Parente, M., Raposeiro, P., Rodrigues, P., Santos, R. S., Silva, L., Vieira, P., & Vieira, V. 2010. Listagem dos Organismos Terrestres e Marinhos dos Açores*. Principia, Cascais. 432 pp.
- Quérrouil, S., Silva, M. A., Cascão, I., Magalhães, S., Seabra, M. I., Machete, M. A., & Santos, R. S., 2008. Why do dolphins form mixed-species associations in the Azores? *Ethology* 114 (12), 1183-1194.
- Quérrouil, S., Silva, M. A., Freitas, L., Prieto, R., Magalhães, S., Dinis, A., Alves, F., Matos, J. A., Mendonça, A., Hammond, P. S., & Santos, R. S., 2007. High gene flow in oceanic bottlenose dolphins (*Tursiops truncatus*) of the North Atlantic. *Conservation Genetics* 8, 1405-1419.
- Rice, D. W., 1998. *Marine mammals of the World: Systematics and Distributions*. Special Publication Number 4, The Society for Marine Mammalogy. 234 pp.
- Santos, M. B., Pierce, G. J., Boyle, P. R., Reid, R. J., Ross, H. M., Patterson, I. A. P., Kinze, C. C., Tougaard, S., Lick, R., Piatkowski, U., & Hernández-García, V., 1999. Stomach contents of sperm whales *Physeter macrocephalus* stranded in the North Sea 1990-1996. *Mar Ecol Prog Ser* 183, 281-294.
- Santos, R. S., Hawkins, S., Monteiro, L. R., Alves, M., & Isidro, E. J., 1995. Marine research, resources and conservation in the Azores. *Aquatic Conserv: Mar. and Freshw. Ecosyst.* 5, 311-354.
- Siegel, S., 1957. Nonparametric Statistics. *The American Statistician* 11 (3), 13-19.
- Silva, M. A., Brito, C., Santos, S. V., & Barreiros, J. P., 2009. Historic and recent

- occurrence of pinnipeds in the Archipelago of the Azores. *Mammalia* 73, 60-62.
- Silva, M. A., Machete, M., Reis, D., Santos, M., Prieto, R., Dâmaso, C., Pereira, J. G., & Santos, R. S., 2011. A review of interactions between cetaceans and fisheries in the Azores. *Aquatic Conserv: Mar. and Freshw. Ecosyst.* 21, 17-27.
- Silva, M. A., Prieto, R., Magalhães, S., Cabecinhas, R., Cruz, A., Gonçalves, J. M., & Santos, R.S., 2003. Occurrence and distributions of cetaceans in the waters around Azores (Portugal), Summer and Autumn 1999-2000. *Aquatic Mammals* 29 (1), 77-83.
- Silva, M. A., Prieto, R., Magalhães, S., Seabra, M. I., Santos, R. S., & Hammond, P. S., 2008. Ranging patterns of bottlenose dolphins living in oceanic waters: implications for population structure. *Mar Biol* 156, 179-192.
- Skov, H., Gunnlaugsson, T., Budgell, W. P., Horne, J., Nøttestad, L., Olsen, E., Søiland, H., Víkingsson, G., & Waring, G., 2008. Small-scale spatial variability of sperm and sei whales in relation to oceanographic and topographic features along the Mid-Atlantic Ridge. *Deep-Sea Research II* 55, 254-268.
- Spellerberg, I. F. & Fedor, P. J., 2003. A tribute to Claud Shannon (1916-2001) and a plea for more rigorous use of species richness, species diversity and "Shannon-wiener" Index. *Global Ecology & Biogeography* 12, 177-179.
- Vieira, N. & Brito, C., 2009. Past and recent sperm whales sightings in the Azores based on catches and whale watching information. *J. Mar. Biol Ass. U K* 89 (5), 1067-1070.
- Visser, F., Hartman, K. L., Pierce, G. J., Valavanis, V. D., & Huisman, J., 2011a. Timing of migratory baleen whales at the Azores in relation to the North Atlantic spring bloom. *Mar Ecol Prog Ser* 440, 267-279.
- Visser, F., Hartman, K. L., Rood, E. J. J., Hendriks, A. J. E., Zult, D. B., Wolff, W. J., Huisman, J., & Pierce, G. J., 2011b. Risso's dolphins alter daily resting patterns in response to whale watching at the Azores. *Marine Mammal Science* 27 (2), 366-381.
- Whittaker, R. J., Wills, K. J., & Field, R., 2001. Scale and species richness: towards a general, hierarchical theory of species diversity. *Journal of Biogeography* 28, 453-470.
- Willott, S. J., 2001. Species accumulation curves and the measure of sampling effort. *Journal of Applied Ecology* 38, 484-486.

Zar, J. H., 1999. *Biostatistical Analysis*. Prentice-Hall, 4 th Ed. xii + 663 pp.

## Anexos



Figura 26 – Imagem aérea da ilha Terceira, com destaque para a cordilheira com orientação NNW-SSE (adaptada de GoogleEarth).