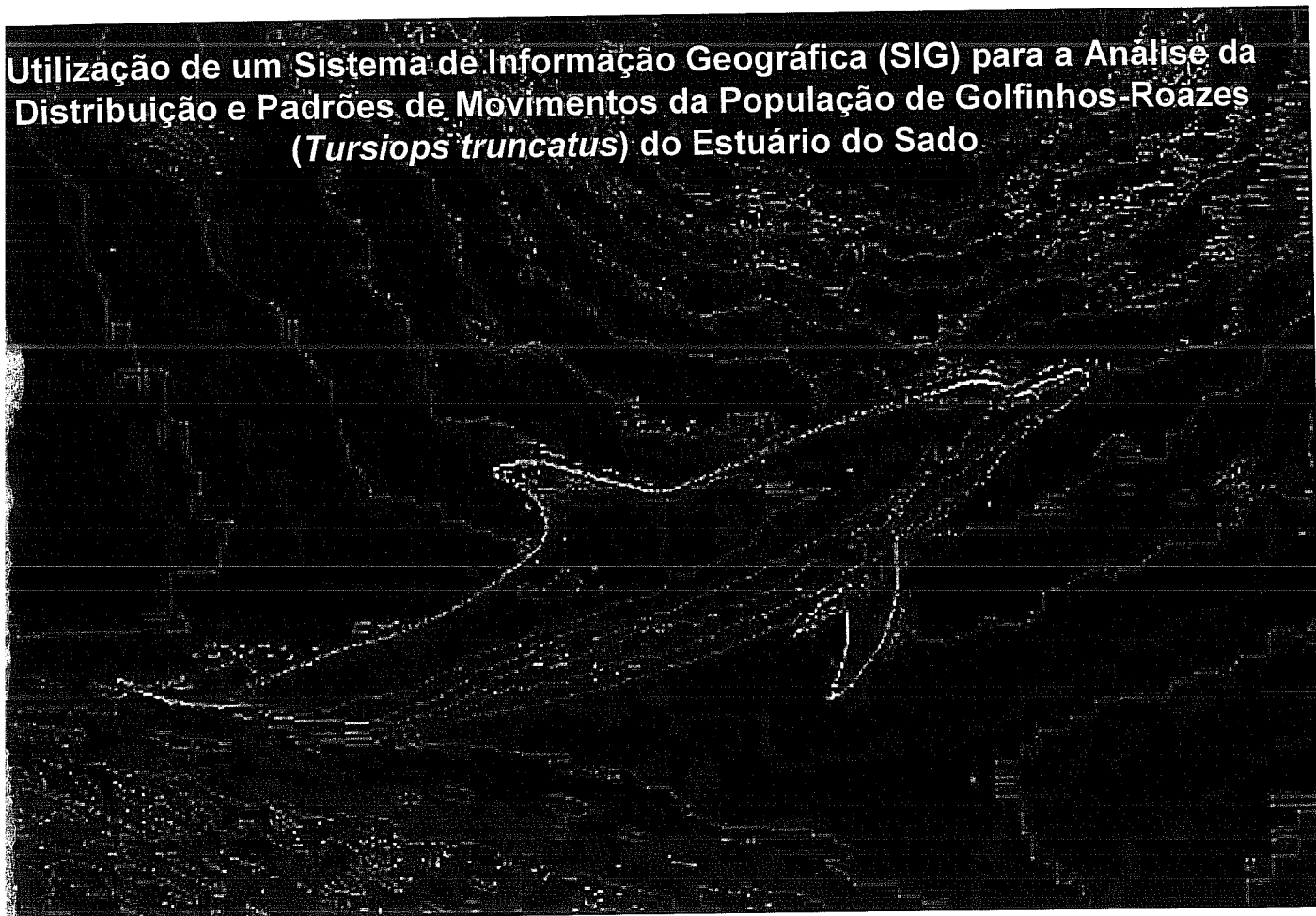


1120

Instituto Superior de Psicologia Aplicada


DM  
CAND/AM.L

**Utilização de um Sistema de Informação Geográfica (SIG) para a Análise da Distribuição e Padrões de Movimentos da População de Golfinhos-Rozes (*Tursiops truncatus*) do Estuário do Sado**



Ana Teresa Marques Bação Cândido

Lisboa, Março de 2003

 ISPA | Instituto Superior de Psicologia Aplicada  
Centro de Documentação

Registo: 15705  
Data: 7/4/05

Tel.: 21 261 17 50 • bibispa@ispa.pt

**Orientador:** Prof. Dr. *Manuel Eduardo dos Santos*  
*Ana Teresa Marques Bação Cândido (aluna nº 1466)*

*Dissertação para obtenção do grau de Mestre em Etologia*  
**Instituto Superior de Psicologia Aplicada**

# ÍNDICE

## AGRADECIMENTOS

## RESUMO

### 1. INTRODUÇÃO

1.1. SISTEMAS DE INFORMAÇÃO GEOGRÁFICA	1
1.2. ESTUDOS ECO-ETOLÓGICOS DE CETÁCEOS: ANÁLISE DE MOVIMENTOS, DISTRIBUIÇÃO E UTILIZAÇÃO DO HABITAT	4
1.3. O GOLFINHO-ROAZ ( <i>TURSIOPS TRUNCATUS</i> )	8
1.4. ESTADO DO CONHECIMENTO DA ESPÉCIE EM PORTUGAL	10
1.5. OBJECTIVOS	11

### 2. ÁREA DE ESTUDO

### 3. METODOLOGIA

A. METODOLOGIA DE CAMPO	15
3.1. <u>Escolha dos Indivíduos</u>	15
3.2. <u>Seleccção das Variáveis Comportamentais</u>	18
3.3. <u>Amostragem</u>	19
B. METODOLOGIA DE ANÁLISE	20
3.1. <u>Preparação de Ficheiros</u>	20
3.2. <u>Distribuição</u>	
a) <i>Definição do Tamanho Mínimo da Amostra</i>	21
b) <i>Nuvem de Pontos</i>	22
c) <i>Teste à existência de "Site Fidelity"</i>	22
d) <i>Estimativa de Áreas Vitais</i>	23
e) <i>Distribuição e Variáveis Comportamentais</i>	26
3.3. <u>Movimentos</u>	
a) <i>Movimentos Direcctionados</i>	27
b) <i>Cálculo de Distâncias e Velocidades</i>	27

<b>4. RESULTADOS</b>	<b>29</b>
4.1. DISTRIBUIÇÃO	
a) <i>Definição do Tamanho Mínimo da Amostra</i>	33
b) <i>Nuvem de Pontos</i>	37
c) <i>Teste à existência de "Site Fidelity"</i>	39
d) <i>Estimativa de Áreas Vitais</i>	40
e) <i>Distribuição e Variáveis Comportamentais</i>	45
4.2. MOVIMENTOS	
a) <i>Movimentos Direccionados</i>	46
b) <i>Cálculo de Distâncias e Velocidades</i>	49
<b>5. DISCUSSÃO</b>	
5.1. DISTRIBUIÇÃO	50
5.2. MOVIMENTOS	55
<b>6. CONSIDERAÇÕES FINAIS</b>	
6.1. LIMITAÇÕES E DIFICULDADES DO ESTUDO	56
6.2. SUGESTÕES PARA FUTURAS ABORDAGENS DO TEMA	57
<b>7. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS</b>	<b>59</b>
<b>ANEXOS</b>	

## **Agradecimentos**

Ao Prof. Dr. Manuel Eduardo dos Santos por me ter permitido entrar no mundo da água e dos golfinhos, ainda misterioso e imponente, mas cada vez mais cativante.

Ao Projecto Delfim pelo apoio logístico, e sobretudo pela pobre mas estóica Blimunda!...

Às colegas Sónia Louro, Cristina Brito, Inês Carvalho, Cristina Picanço, Sofia Lourenço, Rute Candeias e Sónia Matias por me permitirem ser mais uma da equipa.

Um obrigada muito especial à Sílvia Nunes por todo o apoio e prontidão com o que o prestou, pelos dados, pelas saídas que nunca se concretizaram, por muitas vezes ser a única pessoa disponível!!

Um obrigada igualmente grande à Cristina Picanço por ter recolhido dados que generosamente fez também meus, e por outras pequenas grandes coisas.

À Susana Ribeiro e ao Ruben Martins pelas saídas para o Sado que foram sem o ser!.... Nevoeiro, vento, grandes molhas... mas os vislumbres de golfinhos valeram a pena, não foi?!...

Gisela: **um agradecimento em bold como prometi!!!** Obrigada por desencilhares os malditos bichos (leia-se, bugs!) e por perceberes tanto de ArcView! A proposta de casamento mantém-se!!!

Ao Prof. Dr. Manuel Afonso-Dias pela atenção que dedicou à leitura da tese e pelas muitas sugestões que contribuíram para a sua melhoria.

Ao Baco e ao Zorba por não me deixarem trabalhar, mas serem sempre uma fonte de gozo e de conforto.

Obviamente, aos meus pais por terem aberto o caminho que me está a levar tão longe nos mistérios da vida e por, embora aterrorizados, me acompanharem e apoiarem nesta difícil viagem pela Biologia em Portugal.

Ao Bico e à Guida, maninhos, pelos dossier e dicas, pelos cinemas, jantares e vinhaças que inspiram e relaxam!... e também ao Miguel e à Teresa, por mais jantares e vinhaças, pela companhia e pelo sobrinhão Diogo!

À Carlota por entregar o filho a uma vida tão diferente e por, ainda assim, achar que o nosso caminho é mesmo por aí, pela Biologia da Ana e por todas as inconstâncias e ausências.

Ao Papú sobretudo por não me deixar esquecer a força que tenho e que me impele para a frente quando o peso da vida me quer arrastar para o fundo. Obrigada pelas horas que não dormiste, pelo que tiveste de aprender em ArcView -mesmo sem precisar-, pela revisão do texto, pela capa magnífica, por tantas, inúmeras contribuições em trabalho. Suponho que a melhor forma que tenho de agradecer-te é estar sempre ao teu lado como tu tens estado ao meu!...

## RESUMO

Para quem estuda animais em liberdade torna-se extremamente difícil descrever e interpretar comportamentos sem tomar em consideração os constrangimentos ecológicos a que estão sujeitos os indivíduos. A utilização de um Sistema de Informação Geográfica (SIG) permite incorporar com sucesso numa única superfície de análise informação de origem diversa. Trata-se de uma área de investigação relativamente recente e, como tal, pouco explorada, mas com uma expansão já considerável por facilitar a manipulação e interpretação de dados complexos que habitualmente carecem de tratamentos extremamente elaborados. Contudo, a aplicação de métodos avançados para a análise dos movimentos de animais está limitada quase exclusivamente ao meio terrestre.

O objectivo último da maioria dos estudos de movimento é comparar os padrões observados com uma hipótese nula para elucidar processos como padrões de distribuição da população, relações entre indivíduos ou selecção do habitat. Tanto o ArcView® como o *Animal Movement Program* possuem, ou têm previstas num futuro próximo, funções de análise estatística, mais simples no primeiro caso e diversificadas e totalmente adaptadas a este tipo de estudos no segundo caso, criando um poderoso ambiente para examinar relações entre a espécie (ou o indivíduo) e o meio (ou outros indivíduos). Assim, pretende-se, pela primeira vez, fazer uma análise individual dos comportamentos associados aos movimentos e utilização do espaço em Golfinhos-roazes no estuário do Sado e área costeira adjacente.

Efectuou-se um seguimento focal dos Golfinhos-roazes seleccionados *a priori* para este estudo, com registo contínuo das suas posições (i.e. sempre que foi possível a sua identificação), por forma a maximizar o número de dados recolhido em cada sessão de amostragem. A identificação dos indivíduos efectuou-se no campo, registando-se as coordenadas geográficas, o dia, a hora e as variáveis comportamentais pré-definidas. Alguns golfinhos foram reconhecidos posteriormente por foto-identificação. As informações foram anotadas manualmente em tabelas concebidas para o efeito.

Calculou-se pela primeira vez o número mínimo de localizações necessário para estimar áreas vitais fiáveis para a população de Golfinhos-roazes do estuário do Sado, que se considerou como sendo 105. A área vital média estimada para esta população pelo método do Mínimo Polígono Convexo (95%) é de 32,0 km<sup>2</sup> (s.d. 11,7 km<sup>2</sup>), e pelo método de Kernel (95%) de 41,9 km<sup>2</sup> (s.d. 11,4 km<sup>2</sup>), o que se aproxima dos valores descritos para outras populações (entre 15 e 77 km<sup>2</sup> para ambientes do tipo baía). As maiores áreas vitais são as de FAC (37,1 km<sup>2</sup> MPC, 47,8 km<sup>2</sup> K95%) e LUA (44,1 km<sup>2</sup> MPC, 50,8 km<sup>2</sup> K95%) -ambos adultos, uma fêmea e um macho, respectivamente-, o que parece indicar a inexistência de diferenças relacionadas com o sexo. A localização dos centros de actividade (Kernel 50%) da maioria dos animais observados corresponde à extremidade da Península de Tróia e à zona da Caldeira de Tróia, o que se justificará pela importância em termos de riqueza e disponibilidade de alimento.

Pode considerar-se que os Golfinhos-roazes do estuário do Sado apresentam movimentos relativamente amplos, já que muitas vezes estes animais percorrem, apenas no período diurno, uma distância mínima próxima da máxima largura das suas áreas vitais, excedendo os 20 km diários. A velocidade máxima instantânea foi calculada em 32,4 km/h mas as velocidades médias para cada indivíduo raramente excedem 3,6 km/h, valor que se aproxima dos habitualmente descritos para esta espécie.

No futuro, em havendo possibilidade de efectuar amostragens nocturnas, de determinar o sexo e a idade dos elementos da população e de obter e incorporar no SIG informação digital georreferenciada sobre variáveis

ecológicas e oceanográficas do estuário do Sado, esperam-se interpretações mais consistentes e aprofundadas dos resultados entretanto obtidos.

## ABSTRACT

For those who study free-ranging animals it is extremely difficult to describe and interpret behaviours without considerations about ecological constraints to which individuals are submitted. The use of a Geographical Information System (GIS) allows to successfully incorporate in one surface of analysis information with different sources. This is a relatively new area of investigation and therefore unexploited, but with a considerable expansion because it facilitates the manipulation and interpretation of complex data that usually need extremely elaborated treatments. Nevertheless, the application of advanced methods for the analysis of animal movements is almost exclusively limited to the terrestrial environment.

The core goal of the majority of movement studies is to compare the observed patterns with a null hypothesis to clarify processes as the population distribution pattern, relations among individuals or habitat selection. Both *ArcView*® and *Animal Movement Program* have, or will have in a near future, statistical analysis functions, simple in the first case and diversified and totally adapted to this kind of studies in the second case, creating a powerful environment to examine relations between the species (or the individual) and the environment (or other individuals). Thus, it is intended, for the first time, to perform an individual analysis of behaviours related to movement and use of space of Bottlenose dolphins at the Sado estuary and adjacent coastal areas.

We have performed focal observations of Bottlenose dolphins selected previously for this study with a continuous record of their positions (whenever their identification was possible) aiming to maximize the total number of data gathered in each sampling session. The identification of the individuals was carried out in the field and geographical coordinates, day, time, and pre-defined behavioural variables were registered. Some dolphins were identified later on by photo-identification. The information was handwritten in charts designed for this study.

We calculated for the first time the minimum number of locations needed to estimate reliable home ranges for the Bottlenose dolphin population of the Sado estuary, which we consider to be 105. The mean home range calculated for this population by the Minimum Convex Polygon (95%) method is 32,0 km<sup>2</sup> (s.d. 11,7 km<sup>2</sup>) and by the Kernel (95%) method is 41,9 km<sup>2</sup> (s.d. 11,4 km<sup>2</sup>). These values are very similar to those achieved for other populations in identical conditions (between 15 and 77 km<sup>2</sup>). The largest home ranges correspond to FAC (37,1 km<sup>2</sup> MPC, 47,8 km<sup>2</sup> K95%) and LUA (44,1 km<sup>2</sup> MPC, 50,8 km<sup>2</sup> K95%) -both adults, one female and one male - which seems to indicate that there are no differences related to sex. Most of the core areas (Kernel 50%) are located near the edge of the Tróia peninsula and the Caldeira de Tróia, probably as a result of this areas importance concerning to food availability.

We might consider that the Bottlenose dolphins of the Sado estuary have fairly wide movements. These animals often move, solely in the daytime, a minimum distance close to the maximum width of their home range, exceeding 20 km per day. The maximum instantaneous speed was calculated as being 32,4 km/h but the mean individual speeds rarely go beyond 3,6 km/h, value that is close to the ones described for this species.

In the future, if nocturnal observations are performed, the sex and age of the individuals are determined and digital ecological and oceanographic information about Sado estuary is attained and integrated in the GIS, it is expected to perform a deeper and stronger analysis on the data.

## 1. INTRODUÇÃO

### 1.1. SISTEMAS DE INFORMAÇÃO GEOGRÁFICA

"Um SIG é um sistema de *hardware*, *software* e procedimentos que facilitam a administração, manipulação, análise, modelação, representação e exibição de dados georreferenciados para resolver problemas complexos relacionados com o planeamento e gestão de recursos" (National Centre of Geographic Information and Analysis, 1990 *in* Escobar, 2001).

Embora em alguns países, como o Canadá ou os Estados Unidos da América, as bases para o desenvolvimento dos Sistemas de Informação Geográfica (SIG) tenham sido lançadas na década de 60, no século passado, em muitos outros, como Portugal, a sua utilização só sofreu uma verdadeira expansão nos anos 90. Desde então, os SIG afirmaram-se como uma ferramenta essencial sobretudo na área do planeamento e gestão urbanos e de recursos, mas a sua imensa capacidade de armazenamento e manipulação de grandes volumes de dados, e a facilidade com que são incorporados *a posteriori* novos dados ou mesmo novas camadas de informação no sistema entretanto desenvolvido, conduziu a uma extraordinária proliferação de aplicações. Actualmente, são utilizados de formas tão diversas como no planeamento do uso do solo, administração de serviços públicos, modelação de ecossistemas, planeamento de transportes e infraestruturas, análise de impacto visual ou administração de edifícios.

A grande potencialidade destes sistemas resulta do facto de, ao contrário de um mapa em suporte de papel, em que a informação visível é a única a que é possível aceder, um mapa criado num SIG poder combinar muitas camadas de informação associadas a uma determinada localização (Fig. 1). Tal como um mapa tradicional, possui pontos que simbolizam elementos como edifícios ou cidades, linhas que representam ruas ou estradas, ou pequenas manchas que correspondem a florestas ou lagos. A grande diferença destes mapas digitais consiste no facto de a informação provir de uma base de dados e ser exibida apenas se o utilizador assim o decidir. Nessa base consta a localização do ponto, o comprimento da rua ou a área ocupada pela floresta. Cada informação no mapa pertence a uma camada, e o utilizador activa ou desactiva as camadas consoante os objectivos que pretende atingir. Como exemplo, uma camada pode ser constituída por todos os edifícios numa dada área, outra por todas as ruas, e outra ainda por todas as florestas.

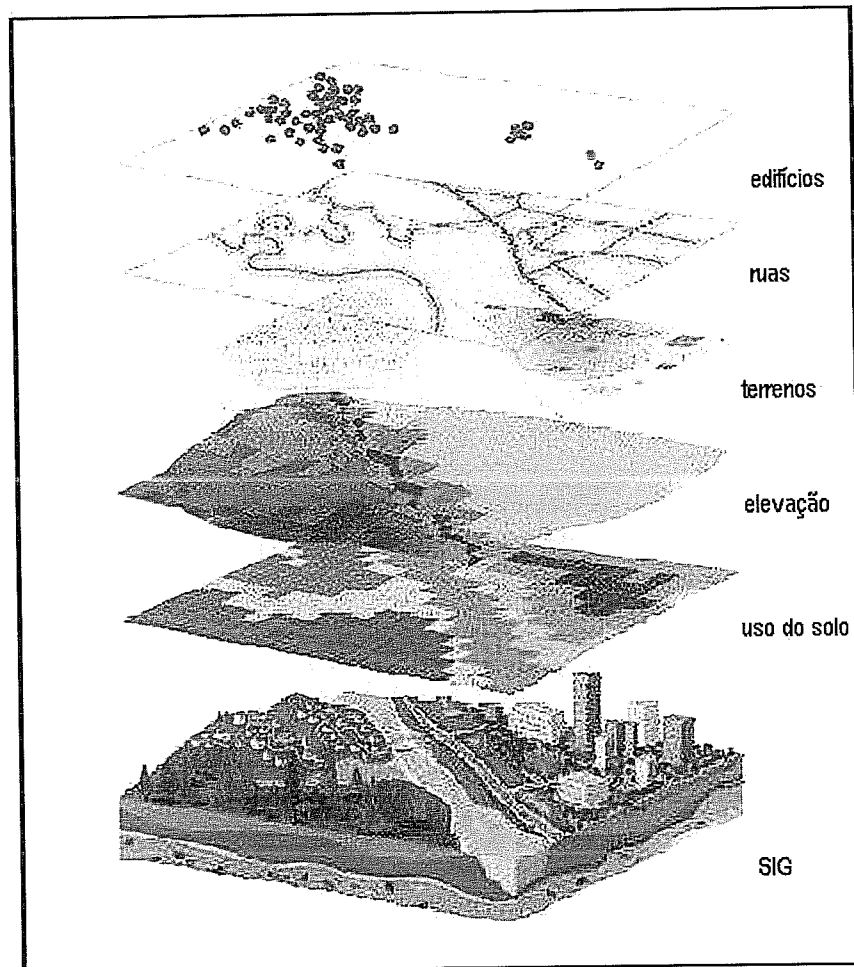


FIG. 1 - O conceito de camadas inerente aos Sistemas de Informação Geográfica (SIG) (adaptado de Escobar, 2001).

Em animais em meio natural torna-se extremamente difícil descrever e interpretar comportamentos sem tomar em consideração os constrangimentos ecológicos a que estão sujeitos os indivíduos. Cai-se, assim, necessariamente, no âmbito da eco-etologia, em que se procura uma interpretação profícua de dados cruzados de ambos os campos. As camadas de informação que é necessário integrar para este fim são tão numerosas que os processos de análise mais tradicionais têm-se revelado consideravelmente limitados e morosos. A utilização de um SIG permite incorporar com sucesso numa única superfície de análise grande quantidade de informação ecológica e etológica. Em Biologia esta é uma área de investigação relativamente recente e, como tal, pouco explorada, mas com uma expansão já considerável por facilitar a

manipulação e interpretação de dados complexos que habitualmente carecem de tratamentos extremamente elaborados e pouco adequados a estudos com limitações temporais e logísticas.

Os SIG têm-se revelado uma ferramenta cada vez mais útil em estudos de cariz eco-etológico, em particular quando associados a tecnologias como os Sistemas de Posicionamento Global (*Global Positioning Systems*, GPS). Ainda assim, e conquanto bastante difundida, a aplicação de métodos avançados para a análise dos movimentos de animais está limitada quase exclusivamente ao meio terrestre. Com efeito, até recentemente estas técnicas foram primariamente desenvolvidas e utilizadas para a conservação e a gestão de mamíferos terrestres (White & Garrot, 1990; Hooge *et al.*, 2001; Chang *et al.*, 1995, Mace *et al.*, 1996, Corsi *et al.*, 1999, Gros & Rejmanek, 1999 *in* Chilvers, 2001). No meio marinho os SIG foram inicialmente aplicados apenas aos recursos e ao mapeamento de populações bênticas, tendo o seu uso para a monitorização e a análise de padrões de distribuição, movimentos e utilização do habitat de vida marinha sido predominantemente dirigido para espécies que despendem uma proporção das suas vidas em terra, como os pinípedes e as aves marinhas (Hooge *et al.*, 2001; Wanless *et al.*, 1997, Rubec *et al.*, 1999, Stanbury and Starr, 1999, Sauer *et al.*, 1999, Pomeroy *et al.* 2000, *in* Chilvers, 2001). Evidente é, contudo, a importância que pode assumir a utilização deste tipo de tecnologias para o estudo eco-etológico de espécies marinhas de difícil aproximação e acompanhamento. Como exemplo, no caso particular dos cetáceos a identificação de influências antropogénicas, premente em termos de conservação, requer com toda a certeza a monitorização da distribuição espacial das suas populações ao longo do tempo, papel que seria fácil e eficazmente assumido por um SIG.

Embora o uso de SIG esteja, então, cada vez mais difundido na literatura eto-ecológica, ainda é limitado dentro das referências de cetáceos. Adicionalmente, apesar das óbvias vantagens de integrar ferramentas específicas para o estudo do comportamento relacionado com os movimentos num ambiente SIG, tal não tinha ainda sucedido. Recentemente surgiu o *software Animal Movement Program* (Hooge & Eichenlaub, 2000), desenvolvido para colmatar a falta de um instrumento que integrasse uma gama relativamente vasta de funções de análise de movimento num SIG. Este programa, concebido como uma extensão do *ArcView*® (Environmental Systems Research Institute, Inc., 1992-1998), permite ao utilizador conduzir análises espaciais e testes de hipóteses diversos, e amplia consideravelmente as capacidades deste SIG na área do estudo da distribuição, dos padrões de movimento e selecção de habitat. A escolha do *ArcView*® por estes autores como base de trabalho, prendeu-se não só com o facto de ser o mais utilizado a nível mundial na actualidade, mas também pelo elevado poder de

integração do seu ambiente e a capacidade de trabalhar com uma grande variedade de formatos de dados espaciais, entre outros factores (Hooge & Eichenlaub, 2000).

A extensão *Animal Movement Program* trabalha em múltiplos sistemas de projecção cartográfica, analisa, quando indicado, apenas os dados seleccionados pelo investigador (sendo possível criar *queries* diversificadas e relativamente complexas) e integra-se facilmente com muitos tipos de informação espacial. A maioria das funções do *Animal Movement Program* opera em ficheiros de pontos, aos quais é possível associar grande número de atributos, que poderão ser criados em qualquer uma das formas utilizáveis pelo *ArcView*®, nomeadamente dBase e ASCII.

O objectivo último da maioria dos estudos do movimento é comparar os padrões observados com uma hipótese nula para elucidar processos como padrões de distribuição da população, relações entre indivíduos ou selecção do habitat. Tanto o *ArcView*® como o *Animal Movement Program* possuem, ou têm previstas num futuro próximo (Hooge *et al.*, 2001), funções de análise estatística, mais simples no primeiro caso e diversificadas e totalmente adaptadas a este tipo de estudos no segundo caso, criando um poderoso ambiente para examinar relações entre a espécie (ou o indivíduo) e o meio (ou outros indivíduos). Assim, o SIG proporciona um ambiente rico dentro do qual, para além de uma análise abrangente dos movimentos, é possível a integração de múltiplas camadas de dados de habitat num esquema de trabalho capaz de análises bi e tri-dimensionais. Um exemplo simples, mas elucidativo, da plasticidade deste sistema, é o caso de um estudo que lide com espécies exclusivamente aquáticas, em que a existência de um programa incorporado no SIG permite estimativas de áreas vitais mais realistas por tornar possível excluir zonas nunca utilizadas pelos animais (terra).

## 1.2. ESTUDOS ECO-ETOLÓGICOS DE CETÁCEOS: ANÁLISE DE MOVIMENTOS, DISTRIBUIÇÃO E UTILIZAÇÃO DO HABITAT

Os estudos que investigam padrões de movimentos em espécies aquáticas podem ser muito informativos sobre questões particularmente prementes em matéria de conservação de populações ameaçadas, como regulação populacional e selecção do habitat (Freire & Gonzalez-Gurriaran, 1998, Hooge & Taggart, 1998, Kramer & Chapman, 1999 *in* Hooge *et al.*, 2001). Contudo, e mais uma vez, pouco do rico campo analítico de padrões de movimento que foi desenvolvido e utilizado no meio terrestre (e.g. White & Garrot, 1990) foi aplicado a espécies aquáticas.

Um dos pontos mais relevantes da análise dos movimentos, pela quantidade e qualidade de informação que proporciona e pela possibilidade de interpretações aplicáveis em vários campos de estudo, é a estimativa de áreas vitais, o que em mamíferos exclusivamente marinhos em liberdade constitui um verdadeiro desafio à perseverança dos investigadores. Hooge *et al.* (2001) referem que ao efectuarem uma revisão de artigos científicos, com publicação posterior a 1994, analisando, precisamente, movimentos em animais marinhos, de 374 encontrados apenas 48 analisavam padrões em áreas vitais e nenhum as calculava utilizando técnicas probabilísticas ou examinava com rigor padrões de *site fidelity* (fidelidade de frequência), a existência de autocorrelação ou o efeito do tamanho da amostra nos resultados obtidos. Este facto está em claro contraste com os estudos com espécies terrestres, e pode em parte ser atribuído à dificuldade de obtenção de amostras adequadas no meio aquático.

Nas primeiras tentativas para quantificar áreas vitais, por exemplo de Golfinhos-roazes (*Tursiops truncatus*), os investigadores aplicaram critérios simples mas sujeitos a erros não menosprezáveis, como as distâncias lineares percorridas e o delinear de polígonos de área mínima, ou utilizaram simplesmente a sua área de estudo para definir o tamanho da área vital. Em muitos desses estudos as escalas espacial e temporal da investigação influenciaram negativamente a percepção da área vital (Urian *et al.*, 2000). Pelas óbvias limitações que lhe estão associadas, a estimativa de áreas vitais em mamíferos marinhos só começou a ser seriamente encarada como uma forma possível de abordagem à interpretação e previsão de comportamentos na década de 90. Por esta altura tornaram-se mais acessíveis uma série de novas tecnologias, quer para recolha dos dados quer para o seu tratamento.

De uma forma muito geral, uma área vital poder-se-á definir como a "área que é atravessada pelo indivíduo nas suas actividades normais de recolha de alimento, acasalamento e prestação de cuidados às crias. Saídas ocasionais para fora desta área, talvez de natureza exploratória, não devem ser consideradas como fazendo parte da área vital." (Burt, 1943 *in* Seaman & Powell, 1996). Trata-se de um conceito que não se aplica de forma linear a organismos com as características comportamentais de muitos dos mamíferos marinhos, em particular àqueles que passam toda a sua vida no mar, dadas a sua forma particular de ocupação do espaço, muitas vezes sem associação evidente a uma área mais ou menos restrita, a aparente fluidez de algumas das suas unidades sociais e uma certa "imprevisibilidade" de movimentos. De uma forma arrojada, Norris & Dohl (1980), referindo-se aos odontocetos em particular, sugerem que os grupos constituem um enclave de segurança em movimento, dentro do qual o animal é livre de exercer outras actividades e, nesse sentido, servem algumas das funções geralmente

atribuídas à *área vital* e ao *território* de animais terrestres. Seguindo essa linha de raciocínio estes e outros investigadores, como Wells *et al.* (1980), ousaram entrar num domínio até então exclusivo dos estudiosos do meio terrestre, e avançar com tentativas de interpretação de padrões de movimentos e de ocupação do espaço e do tempo, bem como dos motivos que lhes estão subjacentes.

Embora o comportamento relacionado com o movimento tenha sido analisado noutras espécies de cetáceos -e.g. Belugas (*Delphinapterus leucas*) (Martin, 1997), Boto (*Inia geoffrensis*) e Tucuxi (*Sotalia fluviatilis*) (Henningsen *et al.*, 1997), Golfinho-comum (*Delphinus delphis*) (Neumann, 1999)-, o Golfinho-roaz é o objecto de grande parte destes estudos. Para esta espécie, um dos trabalhos mais detalhados sobre os movimentos e a distribuição foi efectuado perto de Sarasota, na Flórida, Estados Unidos da América, por vários investigadores (Wells *et al.*, 1980; Irvine & Wells, 1972, Wells, 1978, 1986, Irvine *et al.*, 1981, Scott *et al.*, 1990 *in* Ballance, 1992). No princípio de muitas revelações que têm resultado desta linha de investigação, constatou-se, por exemplo, que nessa população os animais são encontrados em grupos segregados de acordo com a idade e o sexo, e que esses segmentos da população usam diferentes partes da *área vital* de forma selectiva. Realizando análises superficiais, e por vezes algo empíricas, outros autores tinham já considerado como principais factores condicionantes da utilização do habitat por delfínidos, de uma forma geral, a distribuição e a ecologia das suas presas (e.g. Würsig & Würsig, 1980 *in* Norris & Dohl, 1980; Caldwell *et al.*, 1965 *in* dos Santos, 1985; Hanson & Defran, 1993; Odell & Reynolds, 1980, Scott *et al.*, 1990; Shane, 1990 *in* Freitas, 1995; Henningsen *et al.*, 1997). Embora esses esforços do passado procurassem incluir quer informação oceanográfica ou geográfica (e.g. topografia do fundo), quer uma combinação de ambas, só mais recentemente é que a utilização do habitat por cetáceos se tornou objecto de um maior escrutínio num contexto ecológico geral e também em contextos mais específicos e aplicados, como a antecipação de efeitos de actividades humanas projectadas e o aumento da precisão das estimativas de abundância e de tendências populacionais. Surgiu, assim, a necessidade de, para além de descrever e analisar os movimentos em si, compreender e avaliar as variáveis do meio que os condicionam. Em 1998, vários autores analisaram, para populações de Golfinhos-roazes, recorrendo já a SIG, a relação entre alguns parâmetros ambientais (como a batimetria ou a distribuição de manchas de sargaço), o comportamento e a distribuição (Allen *et al.* 1998; Thoms *et al.*, 1998), tendo mesmo calculado *áreas vitais* para alguns indivíduos (Doty-Wilkin *et al.*, 1998).

Com a utilização de SIG deu-se um grande passo na direcção de uma maior precisão dos dados recolhidos e qualidade das interpretações que são feitas a partir deles, das quais dependem muitas vezes estratégias de conservação de espécies ameaçadas que têm necessariamente de ser bem definidas e fundamentadas (e.g. Martin, 1997; Reilly *et al.*, 1998; Hastie *et al.*, 1998; Maze & Würsig, 1998). Assim, para além do aprofundar do conhecimento do comportamento de utilização do espaço, este tipo de trabalhos serve igualmente um fim conservacionista, já que é obviamente necessário avaliar regularmente a situação de determinadas espécies. Esta contínua monitorização é particularmente pertinente em populações residentes, que ocupam águas costeiras e interiores onde combinações de factores humanos e naturais podem alterar rapidamente o habitat e, como tal, o estatuto da população (Allen *et al.*, 1999).

Para além de uma maior abrangência, esta área de investigação tem procurado aumentar a exactidão dos estudos de movimentos. Finalmente, à semelhança do que se tem passado no meio terrestre, procura-se agora refinar os métodos de análise de distribuição e movimento para o meio marinho. Urian *et al.* (2000) compararam os resultados da aplicação de dois dos métodos de estimativa de área vital mais frequentemente utilizados em meio terrestre (Mínimo Polígono Convexo e Kernel) a uma população de Golfinhos-roazes. Avaliaram ainda, por exemplo, a importância do tamanho da amostra utilizada na fiabilidade dos resultados gerados. É agora evidente a pretensão de, com o maior rigor possível, determinar padrões de ocupação do espaço e utilização do tempo em mamíferos marinhos.

Um dos estudos mais actuais pretendeu apresentar modelos representando a integração da distribuição e dos comportamentos de outra espécie de delfínideo, *Tursiops aduncus*, com o mapeamento do habitat e outras variáveis ambientais dentro de um SIG (Chilvers, 2001). Desta pesquisa resultou a demonstração de como, dentro de um sistema de baía, diferentes áreas de habitat são utilizadas durante as várias estações do ano por diferentes grupos e populações, embora anteriormente se presumisse que uma única população utilizaria esta área de forma homogénea.

### 1.3. O GOLFINHO-ROAZ (*TURSIOPS TRUNCATUS*)

Neste trabalho a abordagem destas novas tecnologias será dirigida concretamente ao Golfinho-roaz. Esta espécie, *Tursiops truncatus*, inclui-se nos Cetáceos, Ordem a que pertencem outras 82 espécies (Rice, 1998), e cuja denominação resulta da composição de duas palavras, uma em latim, outra grega, que designam, respectivamente "grande animal marinho" (*cetus*) e "monstro marinho" (*ketos*) (Carwardine, 1995). Os golfinhos são, na verdade, "grandes animais marinhos com dentes" e daí classificarem-se na Sub-ordem dos Odontocetos. A família Delphinidae inclui vinte e seis espécies de Golfinhos e seis espécies de Baleias.

Em termos morfológicos, o Golfinho-roaz apresenta uma considerável variação, podendo pesar, quando adulto, entre 150 e 650kg, distribuídos por 2,4 a 3,7 m de comprimento (Wells *et al.*, 1980). Esta diversidade de formas é em parte resultado da existência de dois ecótipos, um costeiro e outro pelágico (dos Santos, 1998), actualmente aceite.

Apesar de, ainda assim, serem difíceis os estudos que o têm como objecto, o Golfinho-roaz é muito activo à superfície da água, possuindo um repertório relativamente alargado de comportamentos, e as suas submersões não duram em média mais do que 3-4 min junto à costa, ou ligeiramente mais, em mar alto (Carwardine, 1995).

Esta é uma espécie bastante comum mas, apesar da sua distribuição alargada, detectou-se recentemente um declínio populacional na Europa do Norte, no Mediterrâneo e no Mar Negro. Ainda assim, pode ser encontrada tanto no hemisfério Sul como no Norte, em mares tropicais ou mesmo mares temperados frios. Ocorre nos três tipos de habitats de influência marinha que podem ser definidos em função de características físicas e biológicas -fluviais, costeiros e pelágicos- e possuem populações tanto junto à costa como em alto mar (Wells *et al.*, 1980). No caso de populações costeiras não é invulgar possuírem o estatuto de residentes, i.e. restritas a determinadas áreas geográficas. Os estuários, em particular, devido à sua riqueza biológica, são muitas vezes escolhidos pelos Golfinhos-roazes como locais preferenciais para alimentação (Norris & Dohl, 1980; Ballance, 1992; Acevedo, 1991, *in* Freitas, 1995), razão pela qual são as áreas que mais frequentemente albergam populações residentes (Norris & Dohl, 1980).

Do ponto de vista trófico, é uma espécie oportunista, que consome sobretudo peixe, e possui estratégias alimentares tanto individuais como cooperativas. São animais sociais que ocorrem normalmente em grupos, de composição muito variada. Alguns constituem-se por um macho e uma fêmea adultos e a sua descendência (crias e juvenis), outros apenas por machos subadultos, e outros ainda por machos subadultos, fêmeas e a sua descendência (Wells *et al.*,

1980). Estas associações têm um tamanho geralmente inferior a 20 indivíduos, mas ocasionalmente podem formar-se agregações de várias centenas.

O Golfinho-roaz está classificado, no Livro Vermelho dos Vertebrados de Portugal (SNRPCN, 1990), com o estatuto de NÃO AMEAÇADO em Portugal Continental, Madeira e Açores, embora na vizinha Espanha seja considerada como INSUFICIENTEMENTE CONHECIDA, estatuto que muito mais se adequaria à sua verdadeira situação em Portugal. Encontra-se, contudo, protegida em Decretos Legislativos Regionais (Madeira e Açores) e está incluída no Anexo II da Convenção de Berna (*Espécies da fauna estritamente protegidas*), o que realça a sua sensibilidade em termos de conservação. Está, ainda, abrangida pelos Anexos II e IV da Directiva Habitats (*Espécies Animais e Vegetais de Interesse Comunitário cuja Conservação requer a designação de Zonas Especiais de Conservação, e Espécies Animais e Vegetais de Interesse Comunitário que exigem uma Protecção Rigorosa, respectivamente*).

Apesar do estatuto que lhe atribuíram em Portugal, os investigadores ressalvam a sua posição relembando que os mamíferos marinhos, de uma forma geral, colocam problemas de estudo muito específicos, nomeadamente pela aparente continuidade da sua área de distribuição oceânica e pelos problemas decorrentes da relativa inacessibilidade do meio aquático. Referem ainda uma situação muito particular que, definitivamente, deve alterar a forma de avaliação do estatuto de conservação de alguns Cetáceos. Ainda que o meio marinho aparente uma certa homogeneidade, algumas espécies apresentam uma distribuição localizada, em geral associada a condicionamentos ecológicos ou oceanográficos. Desta forma, torna-se possível uma situação em que uma espécie cosmopolita e de efectivos consideráveis a nível mundial e até mesmo na costa portuguesa, como é o caso do Golfinho-roaz, apresente, contudo, populações residentes de dimensões reduzidas e de conservação mais problemática.

SNRPCN (1990) avança com alguns factores de ameaça prováveis para os mamíferos marinhos, numa perspectiva global. Mercê do seu potencial reprodutor relativamente baixo e de uma prolongada fase juvenil, estes animais são particularmente sensíveis aos aumentos de mortalidade induzidos por causas antropogéneas. Destacam, entre outros factores, o risco de envenenamento por acumulação de contaminantes ambientais diversos -nomeadamente mercúrio, compostos organo-clorados e PCB-, o qual se encontra agravado pela posição de predadores de topo que certos grupos, nomeadamente os cetáceos, geralmente ocupam nas cadeias tróficas do meio marinho. As populações residentes são particularmente susceptíveis,

uma vez que estão permanentemente sujeitas aos efeitos destas substâncias, sendo este o caso da população do estuário do Sado, aquela que constitui o objecto deste estudo.

#### 1.4. ESTADO DO CONHECIMENTO DA ESPÉCIE EM PORTUGAL

O estuário do rio Sado tornou-se alvo de interesse científico e conservacionista e um local privilegiado para o conhecimento desta espécie pelo facto de albergar aquela que é, na actualidade, a única população residente de Golfinhos-roazes em Portugal. Os primeiros estudos aí desenvolvidos pretendiam sobretudo avaliar o padrão de frequência desta população (residente ou não residente) e estimar o seu efectivo (Teixeira & Duguay, 1981 *in* dos Santos, 1985; dos Santos, 1985; dos Santos & Lacerda, 1987). Em resultado deles constatou-se que a população de Golfinhos-roazes que ainda hoje se avista regularmente no estuário do Sado é constituída por indivíduos que se mantêm ao longo de todo o ano, representando na actualidade um dos poucos exemplos de populações costeiras residentes na Europa. Gaspar (1994), através de fotoidentificação, conseguiu reconhecer trinta e seis indivíduos de ocorrência regular neste estuário, valor que se aproximava das estimativas populacionais obtidas até então. Gaspar *et al.* (subm.) consideram que esta se trata de uma população muito pequena e em declínio, estimando a sua dimensão, em 1997, em apenas trinta indivíduos.

Uma das particularidades dos Golfinhos-roazes é o facto de ocorrerem em associações mais ou menos fluidas, aparentemente com alguma hierarquia (Wells *et al.*, 1980), aproximando-se de alguns modelos sociais de mamíferos terrestres. Até hoje os estudos efectuados no estuário do Sado têm recaído exclusivamente sobre estas unidades sem qualquer ênfase na contribuição individual dos seus elementos para a dinâmica do grupo. O generalizar da assumpção de que a distribuição, os movimentos e a exploração do habitat dos grupos observados traduzem de forma fidedigna o que se passa a nível individual está reconhecidamente errada, mas tem sido adoptada por facilidade de amostragem, numa fase em que, na verdade, qualquer acréscimo de informação é ainda extremamente útil. Mas é preciso não esquecer que os grupos são fluidos, i.e., não têm a mesma composição em termos de indivíduos em todos os momentos, e que, ainda mais no caso da existência de uma organização social e, possivelmente, hierarquias, o comportamento de alguns indivíduos pode condicionar o dos restantes de formas diversas. Na base da existência de variações nesse comportamento individual estão características como o sexo dos animais, a sua idade e estatuto reprodutor e, no caso de animais sociais e com capacidade de aprendizagem reconhecida, muito frequentemente as suas experiências

passadas. Se alguns destes parâmetros são de difícil avaliação, outros há que é possível conhecer e que darão pistas relevantes para a conservação desta população.

Para a população de Golfinhos-roazes do estuário do Sado poucos são ainda os trabalhos no âmbito da análise dos movimentos e distribuição, isoladamente ou relacionando-os com variáveis ambientais e/ou comportamentais. Freitas (1995) procurou determinar as áreas de utilização preferencial no estuário e relacionar as diferenças na intensidade de utilização e padrões de movimentos com as actividades comportamentais, com possíveis influências das marés e com a presença de embarcações. Seguindo uma linha semelhante, mas procurando aprofundar a análise, Freitas & dos Santos (1998) definiram igualmente diferentes subáreas dentro do estuário -em função de parâmetros como substrato, distância ao mar, circulação e qualidade da água, profundidade e abundância e tipo de presas- e procuraram avaliar quantitativamente a variação dos padrões de actividade em função das subáreas de habitat. Obtiveram diferenças nesses padrões que parecem relacionar-se, por exemplo, com a profundidade em cada local. Nunes (2001), para além de interpretar a utilização diferencial do estuário pelos Golfinhos-roazes e dos factores que a condicionam, realizou pela primeira vez uma análise dos movimentos em si, nomeadamente calculando velocidades médias e máximas atingidas e avaliando a influência da maré no sentido de deslocação dos golfinhos.

Esta utilização diferencial do espaço, apenas superficialmente analisada para a população residente de Golfinhos-roazes do estuário do Sado, carece de estudos aprofundados e objectivos numa nova abordagem que permita a proposta de medidas mais concretas de conservação. Até ao momento nenhum dos estudos aqui efectuados procurou estimar áreas vitais ou explorou as capacidades de análise de um SIG, embora vários tenham, de forma mais ou menos aprofundada, tentado detectar padrões na utilização dos vários locais de estuário (e.g. Harzen, 1995; Gaspar, 1994; Freitas, 1995; dos Santos, 1998; Freitas & dos Santos, 1998; Nunes, 2001).

## 1.5. OBJECTIVOS

A aplicação das potencialidades de um SIG ao meio marinho está dependente, mais do que de *software* adequado, da existência quer de dados biológicos (relativos às espécies) quer de dados ecológicos e oceanográficos (relativos ao meio em que se movem essas espécies). Se o acompanhamento das espécies por si só é já difícil, mais o poderá ser a aquisição de material cartográfico digital com informação do meio que permita criar o ambiente no qual serão

analisados e interpretados dados biológicos. Presentes essas dificuldades, tornou-se como objectivo geral deste trabalho a exploração das potencialidades de um SIG na análise da distribuição e dos padrões de movimentos de Golfinhos-roazes residentes do estuário do Sado. Desta forma irão criar-se as condições para o aprofundamento e aproveitamento de todas as capacidades de um SIG em futuras análises que poderão, e deverão, ter como objectivo a definição de linhas de acção concretas para a conservação e recuperação desta população.

Assim, pretende-se, pela primeira vez, fazer uma análise individual dos comportamentos associados aos movimentos e utilização do espaço em Golfinhos-roazes no estuário do Sado e área costeira adjacente. Para tal, irão explorar-se superficialmente algumas das capacidades de análise das funções implementadas por *software* específico de estudo dos movimentos animais, o *Animal Movement Program* (Hooge & Eichenlaub, 2000), incorporado num SIG, o *ArcView*® (Environmental Systems Research Institute, Inc., 1992-1998), versão 3.1.

## **2. ÁREA DE ESTUDO**

O estuário do Sado situa-se junto à cidade de Setúbal e constitui uma das mais ricas zonas húmidas de Portugal. Trata-se de um estuário de grandes dimensões que está separado do mar, no seu troço final, por um cordão dunar (a Península de Tróia), sendo a comunicação com o Oceano Atlântico feita através de um estreito canal com baixios (FIG. 2). Pode considerar-se constituído por duas zonas principais: a baía central (que inclui a baía de Setúbal), sob influência dominante das marés e o canal de Alcácer, sob maior influência de água doce do rio Sado. A influência das marés faz-se sentir até 25 km a montante de Alcácer do Sal.

A importância deste estuário no território nacional justificou a criação, em 1980, da Reserva Natural do Estuário do Sado (RNES), incluída na Rede Nacional de Áreas Protegidas, que abrange uma área estuarina de 13.500ha, na zona mais a montante da área de estudo (FIG. 2). Parte desta área está, igualmente, classificada como Biótopo CORINE (*Estuário do Sado, Parque Natural da Arrábida*), e procurou-se alcançar o reconhecimento a nível internacional pela sua integração nos Sítios *Estuário do Sado e Arrábida/Espichel*, incluídos na 1ª Fase da Lista Nacional de Sítios da Rede Natura 2000 aprovada pela Resolução do Conselho de Ministros nº 142/97 de 28 de Agosto. Goza, ainda, de estatutos de protecção internacionais que lhe são conferidos pela Convenção de Ramsar (Sítio Ramsar *Estuário do Sado*) e pela Directiva Aves - Directiva 79/409/CEE- (Zona de Protecção Especial).

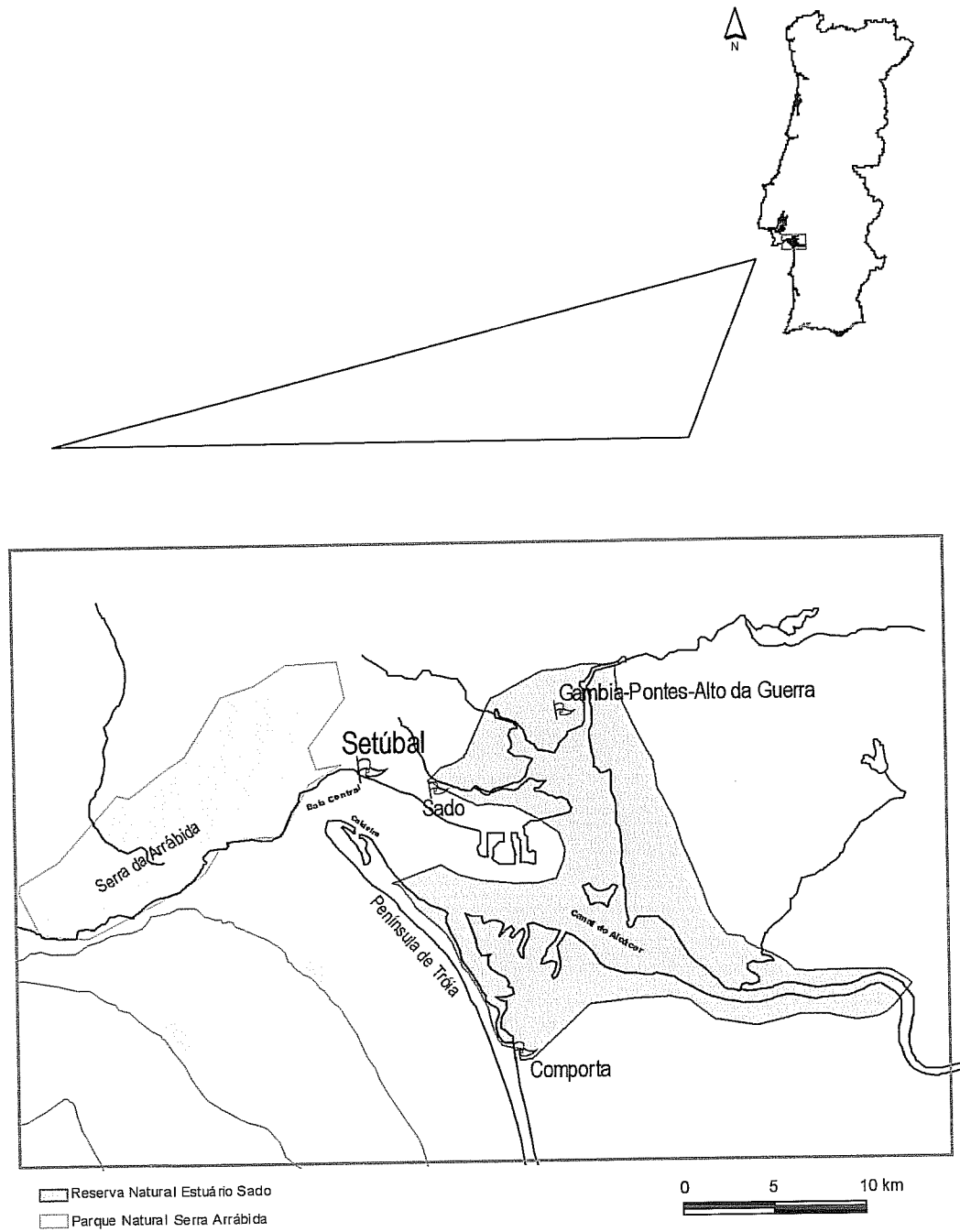


FIG. 2 - Área de estudo, evidenciando-se a Reserva Natural do Estuário do Sado e o Parque Natural da Serra da Arrábida.

Entre os critérios Ramsar que conduziram à sua classificação contam-se o albergar *um apreciável elenco de espécies ou subespécies de plantas ou animais raros, vulneráveis ou em perigo de extinção, ou um número apreciável de indivíduos de uma ou mais destas espécies* e o ser uma *importante fonte de alimento para peixes, local de desova, "nursery" e/ou rota de migração da qual as populações de peixes dependem* (in <http://darwin.icn.pt/sipnat> retirado a 17-12-2002). De uma forma geral, os estuários são locais extremamente ricos no que toca a fauna marinha, e o do Sado não é, efectivamente, excepção, sendo particularmente importante dos pontos de vista ornitológico, malacológico e ictiológico. Das 79 espécies de ictiofauna aí identificadas (Lopes da Cunha, 1994) contam-se algumas de elevado valor biológico, e até comercial, como o Charroco (*Halobatrachus didactylus*), o Sargo (*Diplodus vulgaris*) e os linguados (*Solea vulgaris* e *S. senegalensis*). As Tainhas (Mugilidae) e a Savelha (*Alosa fallax*) são espécies que merecem destaque pela sua importância na dieta dos Golfinhos-roazes, tal como, entre os moluscos, o Choco (*Sepia officinallis*), o Polvo (*Octopus vulgaris*) e a Lula (*Loligo vulgaris*) (dos Santos, 1985; Bruxelas *et al.*, 1992 in Freitas, 1995).

Na descrição deste Sítio, a propósito da Rede Natura, o Instituto de Conservação da Natureza (ICN) (<http://www.icn.pt/sipnat>) destaca a sua importância por constituir uma zona húmida de relevância internacional, com uma grande diversidade paisagística em resultado de actividades agro-silvo-pastoris de baixa intensidade. O ICN evidencia ainda, precisamente, o facto desta área suportar uma população residente de Golfinho-roaz -espécie de fauna constante do Anexo II da Directiva Habitats- com características únicas em Portugal. O principal factor de vulnerabilidade é unanimemente considerado como sendo a poluição, resultante de descargas de efluentes urbanos e industriais (entre os quais se destacam os TBT's, os PCB's, o DDT e os metais pesados), sobretudo da cidade de Setúbal e das indústrias e explorações agrícolas adjacentes.

### 3. METODOLOGIA

#### A. METODOLOGIA DE CAMPO

##### 3.1. Escolha dos Indivíduos

Os Golfinhos-roazes da população residente do estuário do Sado já identificados e catalogados nos estudos que antecederam este correspondem na sua grande maioria a indivíduos adultos (Gaspar *et al.*, subm.). De entre eles foram seleccionados os que apresentavam uma maior facilidade de reconhecimento e rapidez de identificação, particularmente *in loco*. Todos os animais escolhidos correspondem, como tal, a indivíduos adultos, com pelo menos 15 anos de idade na altura das primeiras amostragens, em 2000. As crias e os sub-adultos são, normalmente, de identificação mais problemática, pela escassez ou total ausência de marcas e pela evolução rápida no seu aspecto morfológico, o que os torna menos adequados para uma primeira abordagem de novas metodologias que, para mais, exigem a obtenção de amostras de grandes dimensões. Embora a uniformidade da idade nos indivíduos em estudo não permita interpretar em função dela os resultados obtidos, vai facilitar o reconhecimento da influência de outras variáveis no comportamento.

Apesar do sexo da maioria dos golfinhos do estuário do Sado não ser conhecido com total segurança, procurou-se que a amostra fosse equitativa, i.e., que houvesse um número semelhante de machos e de fêmeas (TAB. I), já que é conhecida para várias espécies a importância do sexo nos movimentos que efectuam.

TAB. I - Características dos Golfinhos-roazes observados no estuário do Sado (Gaspar *et al.*, subm.).

<i>Indivíduo</i>	<i>Sexo provável</i>	<i>Idade</i>	<i>1ª Observação</i>
FAC	F	Adulto	1983
FAR	F	Adulto	1984
GOR	F	Adulto	1984
LUA	M	Adulto	1984
MUR	M	Adulto	1981
THO	?	Adulto	1983
TRU	F	Adulto	1985

Os indivíduos observados apresentam, então, características marcadas que os distinguem claramente dos demais. Para a maioria deles o recorte do rebordo posterior da barbatana dorsal é suficiente para a identificação, sendo esse o caso de FAC, FAR, THO e TRU que apresentam cortes mais ou menos profundos com aspecto e localização diferentes (FIG. 3). O contorno da barbatana dorsal de LUA, que apresenta ainda uma marcada inclinação para a esquerda quando o animal é observado no eixo antero-posterior e uma mancha esbranquiçada no topo, individualizam-no dos restantes. No caso de MUR e GOR a identificação é feita com maior facilidade pelo padrão de coloração: MUR é um animal globalmente muito claro e GOR apresenta perturbações cutâneas que se manifestam de forma muito evidente em duas manchas brancas situadas dorsalmente, uma na zona da cabeça e outra entre a barbatana dorsal e a caudal.

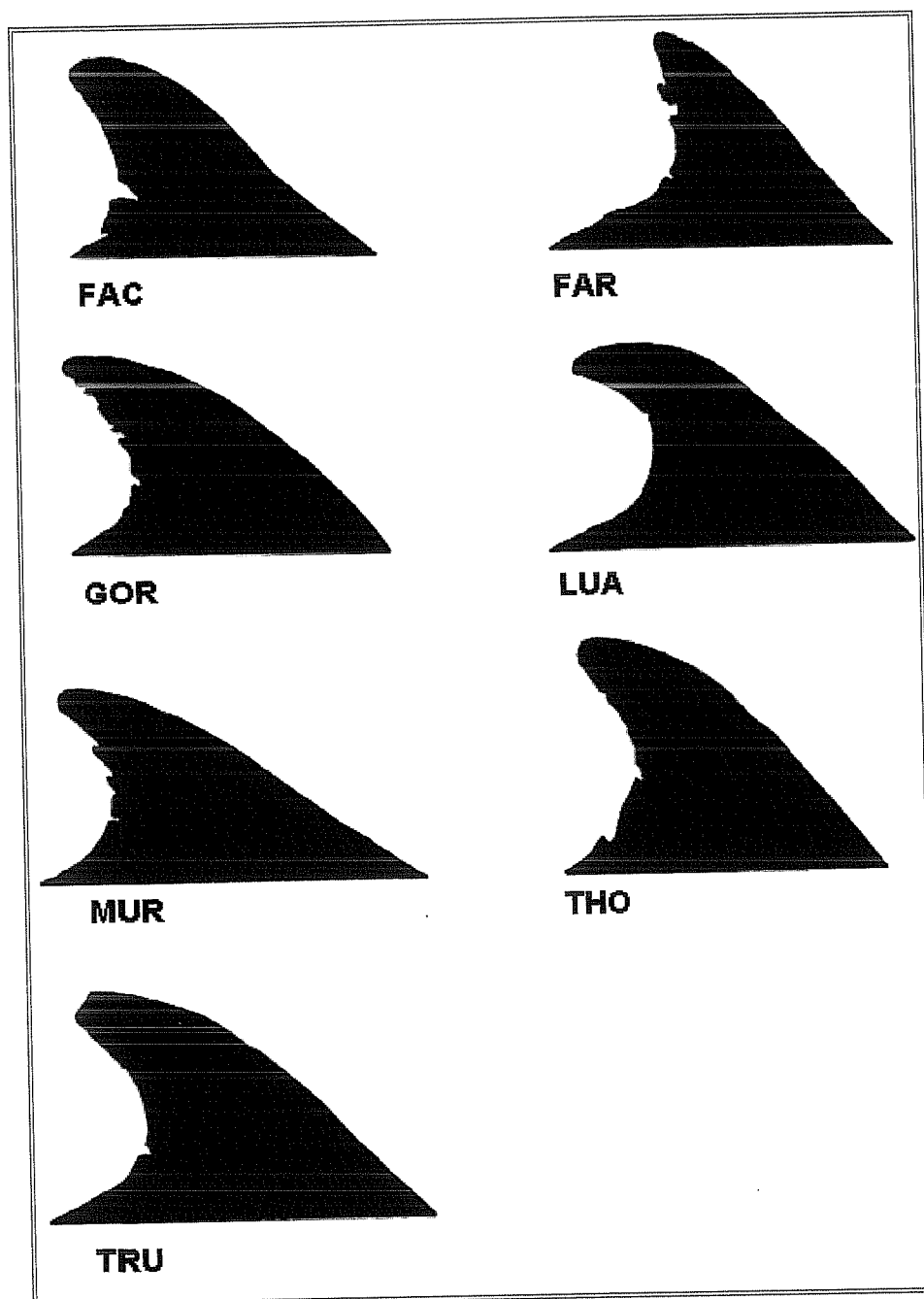


FIG. 3 - Contorno em perfil das barbatanas dorsais dos sete Golfinhos-roazes da população residente do estuário do Sado seleccionados para este estudo (adaptado de Harzen & Brunnick, 1995)

### 3.2. Selecção das Variáveis Comportamentais

Para a posterior interpretação dos movimentos e distribuição dos Golfinhos-roazes do estuário do Sado foi necessário registar informação relacionada com o comportamento dos animais que já provou, noutros estudos de objectivos semelhantes, ser relevante neste contexto.

Assim, em todas as localizações efectuadas registou-se, para o grupo em que seguia o golfinho seleccionado, o estado comportamental (*Deslocação, Alimentação, Repouso e Socialização*), a presença/ausência de sub-grupos, a velocidade (*Elevada, Moderada, Reduzida*), a distância entre indivíduos (*Grande -superior a 5 m, Pequena -inferior a 5 m*), a direcionalidade global dos indivíduos (*Elevada, Reduzida/Variável, Nula*), o tempo de submersão (*Elevado, Médio, Reduzido*) e a presença/ausência de crias (Anexo I). Entendeu-se como sub-grupo um conjunto de golfinhos detectado no ângulo de visão do observador, em que os indivíduos estão mais próximos entre si do que do conjunto em observação, distando dele 100 a 300m.

As categorias de estados comportamentais foram definidas com base em trabalhos anteriores, que pretendiam igualmente determinar factores condicionantes dos movimentos (e.g. Freitas, 1995; dos Santos, 1998; Nunes, 2001). À semelhança desses e de outros estudos, assumiu-se que a actividade do grupo seria partilhada por todos os indivíduos, já que golfinhos que se encontrem na proximidade de outros geralmente iniciam o mesmo tipo de comportamento em simultâneo (Ballance, 1992).

Uma descrição sucinta das categorias comportamentais utilizadas será:

**Alimentação** – movimentos erráticos à superfície, geralmente calmos, podendo ocorrer ocasionalmente momentos de agitação com ou sem presas; com ou sem uma direcção geral de deslocação; os mergulhos são de duração variável e não sincronizados.

**Deslocação** – os movimentos à superfície são rápidos ou moderados, com emergências direccionadas; os animais encontram-se próximos uns dos outros, e percorrem distâncias relativamente grandes; emergências e mergulhos sincronizados.

**Socialização** – grande agitação à superfície, sem a presença de presas; episódios de contacto físico entre os animais; é possível observar fora de água várias partes do corpo dos golfinhos; emergências dos animais em simultâneo e agregados, podendo permanecer à superfície vários minutos.

**Repouso** – pouca ou nenhuma actividade à superfície; movimentos muito calmos e mergulhos praticamente inexistentes; indivíduos próximos uns dos outros; a cabeça e a barbatana dorsal surgem simultaneamente à superfície, onde o golfinho permanece flutuando por alguns segundos.

### 3.3. Amostragem

Foram efectuados 19 dias de amostragens entre Maio e Novembro de 2002 -num esforço total de 141h23m-, período em que se obteve a grande maioria das localizações utilizadas neste trabalho. Nas análises incluíram-se, ainda, informações pontuais obtidas em Julho e Agosto de 2001, e dados de 2000 relativos a estudos efectuados por outros investigadores (Carvalho, 2000; Brito, 2001; Louro, 2001; Nunes, 2001).

Os dados relativos a 2001 foram obtidos a bordo de uma embarcação com motor fora de bordo Honda 40HP, com aproximadamente 4m de comprimento. Em 2002 o acompanhamento dos animais foi efectuado a partir de uma embarcação *Starfisher 840*, de 8,40 m de comprimento e um motor interior de 230 HP. Tal como noutros trabalhos em condições idênticas (e.g., Ballance, 1992), os golfinhos foram acompanhados a uma distância nunca inferior a 50m, na tentativa de induzir o mínimo possível de perturbação no comportamento dos vários animais do grupo. Uma vez que, na verdade, se registou a posição da embarcação e não dos golfinhos, procurou manter-se sempre aproximadamente a mesma distância entre os animais e o barco. Esta distância deverá ser um compromisso entre o erro que irá conferir às localizações -que se pretende que seja mínimo- e a distância necessária para evitar a perturbação, e consequente alteração de comportamento, dos animais. Para além da distância entre os indivíduos e a embarcação -avaliada sempre pelo mesmo observador de forma empírica-, registaram-se as condições meteorológicas e as condições do mar em cada dia de amostragem.

A primeira localização de cada dia de amostragem ocorria ao longo de um transecto pré-definido, com início no porto de recreio de Setúbal (38°31'N, 08°54'W), e terminando na zona mais a Sul da foz do rio Sado, junto à Baliza nº 5 (38°29'N, 08°55'W). Este procedimento era sempre adoptado exceptuando as situações em que as condições meteorológicas o não permitiam. O primeiro grupo encontrado neste percurso, e em que se identificassem um ou mais dos golfinhos em estudo, era então acompanhado pelo tempo que fosse possível. No caso dos animais não serem detectados neste transecto, efectuava-se um alternativo desde a Baliza nº 5 até à Desmagnetização no Canal Sul (38°27'N, 08°50'W).

Efectuou-se um seguimento focal dos Golfinhos-roazes seleccionados *a priori* para este estudo, com registo contínuo das suas posições (i.e. sempre que foi possível a sua identificação), por forma a maximizar o número de dados recolhido em cada sessão de amostragem. A identificação dos indivíduos efectuou-se quase sempre no campo, registando-se as coordenadas geográficas, o dia, a hora e as variáveis comportamentais pré-definidas. Alguns golfinhos foram reconhecidos posteriormente por foto-identificação. Todas as informações foram anotadas manualmente em tabelas concebidas para o efeito (ANEXO I). As posições (em coordenadas geográficas Latitude/Longitude, European Datum 1950) foram obtidas utilizando um aparelho de Global Positioning System, Garmin GPS 38 Personal Navigator (©1996 Garmin International). O erro médio de leitura das posições é de 15 m, valor que é menosprezável em relação ao erro médio introduzido pela distância entre a embarcação e os indivíduos (aproximadamente 100 m).

## B. METODOLOGIA DE ANÁLISE

### 3.1. Preparação de Ficheiros

Dado que, por limitação do próprio aparelho de GPS, as localizações foram registadas em coordenadas geográficas Latitude/Longitude, European Datum 1950, houve necessidade de as converter nesta fase em coordenadas rectangulares do Sistema de Projecção Gauss, Datum de Lisboa, Elipsóide Internacional, de forma a que pudessem ser incorporadas na cartografia digital disponível. As cartas digitais georreferenciadas utilizadas, os Atlas Digitais do Ambiente, estão disponíveis para *download* na *internet* no *site* da responsabilidade do Instituto do Ambiente (<http://www.iamambiente.pt>). As transformações de coordenadas foram efectuadas no *ArcView*®, utilizando a extensão *Projector*, e conferem um erro não mensurável, mas pouco significativo às localizações.

Foram criadas, em *MSEXcel*®, tabelas com as coordenadas rectangulares (X,Y) das localizações e todas as informações registadas no campo, associadas a cada posição (ANEXO I). A preparação dos dados para utilização no *ArcView*® e no *Animal Movement Program* é consideravelmente acessível. Entre os vários tipos de ficheiros aceites contam-se *dBase IV* ou *ASCII*, que podem ser gerados em *software* de utilização corrente como *MSEXcel*® ou *MSAccess*®. Desta forma, as tabelas originalmente criadas como ficheiros de extensão *.xls*, foram convertidas em ficheiros de pontos de extensão *.dbf*, um para cada golfinho observado.







Em termos de dados espaciais, o ArcView ® trabalha com vários formatos, nomeadamente coberturas geográficas em ARC/INFO ®, ficheiros CAD ou ficheiros *shapefile* ArcView, que serão os utilizados neste trabalho. Os elementos (*themes*) que é possível visualizar no ArcView ® podem ser pontos (e.g. os ficheiros das amostras), poli-linhas (*polylines*, e.g. algumas cartas digitais), linhas (*lines*) ou polígonos (*polygons*, e.g. os contornos das áreas vitais).

Todas as análises foram efectuadas com o *software Animal Movement Program* versão 2.0 Beta (Hooge & Eichenlaub, 2000), extensão para ArcView ® versão 3.1 (Environmental Systems Research Institute, Inc., 1992-1998).

### 3.2. Distribuição

#### a) *Definição do Tamanho Mínimo da Amostra*

Uma assumção comum a todos os modelos de área vital é um tamanho adequado da amostra, um parâmetro que, contudo, varia consideravelmente com diferentes métodos de estimativa (White & Garrot, 1990; Worton, 1987, Boulanger & White, 1990 *in* Hooge *et al.*, 2001). O método do Mínimo Polígono Convexo é o mais sensível ao efeito do tamanho da amostra, razão porque foi implementado no *Animal Movement Program* o teste *Minimum Convex Polygon Sample Size Bootstrap*, que examina a média e o erro padrão da área vital estimada em função de um tamanho crescente da amostra (Hooge *et al.*, 2001). Para esta análise são utilizadas, para cada indivíduo, todas as localizações obtidas durante o estudo e, como *output*, são gerados um gráfico e uma tabela da área vital acumulada -em função do número de localizações efectuadas para cada golfinho-, e dos erros padrão que lhe estão associados. Para maior robustez dos resultados o teste calcula um número de replicados da estimativa da área vital definido pelo utilizador, e possibilita a escolha do tamanho da amostra (nunca inferior a três) para início da simulação, bem como o espaçamento dessa simulação. Neste trabalho optou-se por utilizar 100 replicados a intervalos de 5 localizações, com início numa amostra também de 5 localizações, para as amostras de maior dimensão. Estes valores foram seleccionados de forma a otimizar a fiabilidade dos resultados obtidos, sem comprometerem em demasia a velocidade de processamento e a capacidade de representação gráfica, extremamente útil na sua interpretação. Este teste foi igualmente efectuado para amostras de dimensão reduzida (de pouco mais de 10 localizações), utilizando 100 replicados a intervalos unitários de incremento do tamanho da amostra, com início numa amostra de 3 localizações.

Esta análise faz sentido na medida em que é desconhecido o tamanho mínimo da amostra necessário para estimar áreas vitais de Golfinhos-roazes no estuário do Sado com algum rigor, e as amostras utilizadas por outros autores em populações numa situação idêntica variam entre dez localizações (e.g. Chilvers, 2001) e mais de uma centena por indivíduo (e.g. Urian *et al.*, 2000). Considera-se que uma área vital está totalmente amostrada quando o gráfico atinge a assíntota, i.e., quando o incremento da área vital com o aumento das localizações é insignificante e a linha da curva se aproxima de uma recta paralela ao eixo das abcissas.

### **b) Nuvem de Pontos**

Além de gerar um valor para a autocorrelação entre os dados de uma amostra (ver **B.3.2.d**), a função *Location Statistics* do *Animal Movement Program* calcula uma série de estatísticas descritivas do padrão de localizações (ANEXO II) e gera representações gráficas de algumas delas, úteis na sua interpretação. De maior interesse são os eixos de excentricidade (eixo maior e eixo menor), a média aritmética e a média harmónica, que revelam a orientação e a dispersão espaciais da nuvem de pontos.

### **c) Teste à existência de "Site Fidelity"**

Área vital é aquela em que um animal normalmente se desloca durante as suas actividades de rotina (Burt, 1943, Jewell, 1966 *in* Wells *et al.*, 1980), e para que exista, tal como está definida, o animal deverá exibir *site fidelity* (fidelidade de frequência do local) (Spencer *et al.*, 1990, Hooge, 1995 *in* Hooge *et al.*, 2001). O teste desenvolvido por Hooge & Eichenlaub (2000) produz vários percursos aleatórios, em número definido pelo utilizador, com base em ângulos aleatórios gerados pelo programa e nas distâncias observadas entre pontos sequenciais; o ponto de início da simulação é seleccionado pelo investigador. Este teste pode ser usado para destrinçar diferenças no comportamento devidas a *site fidelity* ou a meras explorações aleatórias ou dirigidas. Neste estudo optou-se por utilizar 1000 simulações, conforme sugerido por Hooge & Eichenlaub (2000), com início no primeiro ponto da amostra.

A hipótese nula do teste efectuado pelo *Animal Movement Program* é **H<sub>0</sub>**: O movimento observado é aleatório (i.e., não existe *site fidelity*), e será rejeitada quando esse movimento for mais restrito do que os percursos aleatórios simulados pelo programa. Para que exista verdadeira fidelidade de frequência, as localizações obtidas para cada animal não deverão exibir nem dispersão (medida pelo quadrado da distância das localizações ao centro de

actividade,  $r^2$ ) nem direcionalidade (ou linearidade) significativas (Hooge *et al.*, 2001). Este teste gera valores de  $p$ , o qual corresponde à proporção de percursos com valores mais elevados para a dispersão média; uma proporção elevada significará que a maioria dos percursos aleatórios apresentam uma dispersão superior à do percurso real, logo que existe *site fidelity* (nível de significância de 95%).

#### d) Estimativa de Áreas Vitais

Se a análise preliminar dos dados revela que existe *site fidelity*, e o tamanho da amostra permite uma estimativa próxima da realidade, o próximo passo é calcular a área vital de cada golfinho.

O **Método do Mínimo Polígono Convexo**, o mais antigo e mais comum método de estimativa, considera a área vital como sendo o menor polígono convexo que inclua todas as localizações do animal. Por definição, um polígono é convexo se uma linha recta que une qualquer par de pontos nele incluídos ficar sempre dentro dos seus limites (Macdonald *et al.*, 1980 *in* Amlaner & Macdonald, 1980). Esta técnica apresenta grandes vantagens em relação aos demais por ser aplicado desde há muito neste tipo de estudos, ser de computação relativamente simples, não ser afectado por dados autocorrelacionados (i.e., por localizações sucessivas muito próximas no tempo) (Harris *et al.*, 1990) e pela possibilidade de comparação dos resultados com muitos outros disponíveis na bibliografia científica. Contudo, o tamanho e a forma da área vital estimada pelo método do Mínimo Polígono Convexo podem ser grandemente afectadas pelo tamanho da amostra e pelos *outliers* (localizações periféricas), e essa área pode incluir grandes extensões nunca utilizadas pelo animal. Adicionalmente, este método não fornece qualquer informação sobre a intensidade de utilização do espaço. A remoção de uma pequena percentagem dos pontos da amostra pode mitigar o efeito das localizações periféricas (Hooge *et al.*, 2001), razão porque tal foi efectuado neste trabalho. O *Animal Movement Program* permite eliminar estas localizações considerando como centro a média harmónica, uma medida mais realista e estável do centro de actividade, se comparada com a média aritmética, desprovida de significado biológico (Macdonald *et al.*, 1979 *in* Amlaner & Macdonald, 1980; White & Garrot, 1990). A média harmónica é uma computação do centro de maior ocorrência (i.e., de maior concentração) de localizações, correspondendo a uma forma de cálculo do centro de actividade.

A média aritmética corresponde, na prática, ao centro de ambos os eixos de excentricidade da nuvem dos pontos correspondentes às localizações.

Um outro método que tem vindo a ganhar importância neste campo de investigação, e uma das técnicas probabilísticas mais robustas, é o **Método de Kernel** (Worton, 1989). Trata-se de uma técnica não paramétrica, e portanto sem pressupostos de forma, que calcula a função densidade de probabilidade de ocorrência do animal no espaço, a partir da concentração das localizações (Worton, 1989; Seaman & Powell, 1996), i.e., a cada ponto no interior de uma área vital assim calculada está associada uma probabilidade de que o animal se encontre nessa localização. No contexto da análise da área vital, a densidade numa dada localização é uma estimativa da quantidade de tempo aí dispendida. Como limitação, os métodos probabilísticos apresentam o facto de poderem ser afectados pela autocorrelação das localizações sequenciais (Harris *et al.*, 1990). Em estudos de análise dos movimentos considera-se que existe independência dos dados numa amostra, ou que não existe autocorrelação, se, no espaço de tempo decorrido entre localizações consecutivas, o animal tem a capacidade de percorrer a distância entre os dois pontos mais distantes da sua área vital (White & Garrot, 1990; Tew, 1989 *in* Rooney *et al.*, 1998). Embora a independência das observações seja um pressuposto de alguns dos métodos de estimativa de áreas vitais, optou-se por utilizar a totalidade das localizações obtidas. Na verdade, estudos recentes têm revelado que o erro decorrente da exclusão de valores correlacionados poderá ser ainda superior (Hooge *et al.*, 2001; Swihart & Slade, 2003), e que, para espécies com grande mobilidade, a utilização de dados estatisticamente independentes resulta geralmente numa subestimativa da dimensão da área vital (Anderson & Rongstad, 1989; Reynolds & Laundré, 1990 *in* Pimenta, 1998). Swihart & Slade (2003), responsáveis por métodos de computação capazes de definir critérios de independência, e outrora advogados da remoção de pontos da amostra para que se atingisse esse critério, consideram na actualidade que o uso exclusivo de localizações independentes é desnecessário quando as áreas vitais são estimadas por métodos de Kernel ou de polígonos. Ainda assim, calculou-se uma medida da autocorrelação sequencial dos dados em cada uma das amostras, o Índice de Schoener ( $t^2/r^2$ , em que  $t$  corresponde à distância média entre observações sucessivas e  $r$  representa a distância média de cada observação ao centro de actividade) (Rodgers & Carr, 1998; Swihart & Slade, 1985 *in* Hooge & Eichenlaub, 2000), através da função *Location Statistics* disponível no *Animal Movement Program*. Um desvio significativo do Índice de Schoener de um valor esperado de 2,0 (i.e., <1,6 ou >2,4) indica uma forte correlação entre distância e tempo, ou seja, o animal não terá tido tempo para se deslocar uma grande distância no período que

decorreu até uma nova localização, ou então repete um padrão de movimentos que tinha já executado (Rodgers & Carr, 1998). Os criadores deste programa não incluíram outros testes à existência de autocorrelação sequencial propositadamente porque a maioria deles apresenta, na actualidade, imperfeições e produz, ao excluir pontos da análise, um erro maior do que aquele causado pela autocorrelação. Embora o método de Kernel seja, igualmente, sensível a pequenas alterações do parâmetro de alisamento ( $h$ ) que entra na sua fórmula, comparando os resultados obtidos por vários métodos, verifica-se que a escolha deste parâmetro por *Least Squares Cross Validation* proporciona uma imagem mais clara da Distribuição da Utilização subjacente (“distribuição bi-dimensional da frequência relativa para os pontos de localização de um animal durante um determinado período de tempo” Van Winkle, 1975 *in* Worton, 1989) e produz estimativas de áreas vitais com muito pouco erro (Seaman & Powell, 1996, Hooge & Eichenlaub, 2000). Este é um dos processos permitidos pelo *Animal Movement Program* e que gera resultados mais aproximados da realidade biológica.

Geralmente, ao escolher os contornos de probabilidade do resultado final da área vital, a maioria dos autores considera o de 95% como a área que o animal efectivamente utiliza e o de 50% como a *core area* (centro de actividade) (Hooge & Eichenlaub, 2000). Estes contornos delimitam a área da distribuição de probabilidade que deverá incluir 95% ou 50% dos pontos, de acordo com o modelo criado pelo método de Kernel.

Neste trabalho escolheram-se, para o cálculo das áreas vitais, os métodos de Kernel (95%, 50%) –por gerar estimativas mais realistas e permitir avaliar padrões na intensidade de utilização da área vital, nomeadamente identificando os centros de actividade- e do Mínimo Polígono Convexo –por permitir comparações com outros autores. Para o Mínimo Polígono Convexo utilizaram-se todas as localizações obtidas, já que este método não exige a sua independência, excluindo 5% de *outliers* que corresponderão a incursões fora da área vital normalmente utilizada. Também para o método de Kernel foram utilizadas as amostras na sua íntegra, procurando assim evitar a introdução de erros associados quer à remoção de localizações, quer à redução do tamanho dessas amostras.

Pelo facto de o *Animal Movement Program* estar integrado num SIG é possível realizar cálculos mais realistas da área vital excluindo do resultado final as parcelas de terra que nunca são utilizadas pelos Golfinhos-roazes, o que é particularmente útil no caso do método do Mínimo Polígono Convexo que abrange grandes áreas que na verdade não são utilizadas pelos animais. Este passo é conseguido pela aplicação de funções implementadas pela extensões *XTools*

(DeLaune, 2000) e *Geoprocessing* para *ArcView*®, que permitem a transformação do tema correspondente ao limite de Portugal num polígono que pode, então, ser sobreposto e subtraído aos das áreas vitais.

#### *e) Distribuição e Variáveis Comportamentais*

Para avaliar possíveis influências de variáveis relacionadas com o comportamento na distribuição dos indivíduos, efectuou-se uma *Nearest Neighbor Analysis* (Clark & Evans, 1954 in Hooge & Eichenlaub, 2000). Esta é uma das análises estatísticas disponíveis no *Animal Movement Program*, e corresponde a um teste à existência de total aleatoriedade espacial na forma como as localizações se encontram dispersas no espaço. Para este teste efectuaram-se *queries* às tabelas de pontos de cada Golfinho-roaz, fazendo uma escolha selectiva das localizações associadas às diferentes categorias consideradas para cada variável (Estado comportamental, Presença de Subgrupos, Velocidade de Deslocação, Distância entre indivíduos, Direcionalidade do Grupo, Tempo de Submersão, Presença de crias). Esta análise só foi utilizada para variáveis a que correspondiam amostras de dimensão adequada ao teste ( $n \geq 8$ ). Como polígono limitante da análise consideraram-se as áreas vitais de cada indivíduo calculadas pelo método do Mínimo Polígono Convexo 100% (i.e. com todas as localizações).

A *Nearest Neighbor Analysis* consiste num teste à hipótese nula de que o padrão de movimento observado para um determinado indivíduo é aleatório. Como *output* deste teste, o programa apresenta o valor de  $r$  e o resultado do teste, i.e., se deve ser aceite ou rejeitada a hipótese nula. Valores de  $r$  inferiores a 1 revelam uma tendência para um padrão com aglomerações de localizações, valores superiores a 1 caracterizam uma distribuição espacial uniforme dos pontos da amostra, e valores próximos de 1 um padrão aleatório.

Para evitar raciocínios circulares, foram utilizadas nesta análise apenas as localizações não correlacionadas, i.e., independentes no espaço e no tempo. Como critério de independência só foram consideradas localizações consecutivas entre as quais existisse um período de tempo superior ou igual a 60 minutos, com base no que foi efectuado noutros estudos nesta população (e.g. Freitas & dos Santos, 1998).

### **3.3. Movimentos**

#### **a) Movimentos Direccionados**

Uma outra função útil na análise exploratória de dados espaciais dirigidos é *Create Polyline from Point File*, que gera percursos a partir de um ficheiro de pontos, unindo-os de forma sequencial. Em resultado é criado um novo tema constituído por várias linhas (uma por cada duas localizações consecutivas) -*polyline*-, ordenadas temporalmente. O resultado gráfico e a tabela associada permitem avaliar o sentido de deslocação e todas as características de cada troço do percurso, uma vez que as linhas são independentes e estão associadas aos atributos dos pontos nas tabelas originais. Para esta análise seleccionaram-se conjuntos de localizações consecutivas, cada um correspondendo a um dia de amostragem, independentemente do tempo decorrido entre elas. Os percursos produzidos pelo *Animal Movement Program* subestimam a verdadeira amplitude dos movimentos dos animais, já que as localizações consecutivas são unidas por uma recta, ignorando possíveis desvios a um transecto linear.

#### **b) Cálculo de Distâncias e Velocidades**

Os únicos campos requeridos na análise efectuada pela função *Create Polyline from Point File* são as coordenadas X e Y mas, em existindo um campo com a data e outro com o tempo, a distância percorrida bem como a velocidade atingida entre localizações sucessivas são apresentadas na tabela associada ao novo tema *polyline* (Hooge & Eichenlaub, 2000). Uma opção de cálculo de estatísticas simples aplicável a qualquer campo de uma tabela inserida no *ArcView*® proporciona uma apreciação global dos dados que incorpora. Assim, se aplicada aos campos da velocidade e da distância recém-calculadas, apresenta os valores máximo e mínimo, a média, a soma, o desvio padrão e a variância.

Para esta análise utilizaram-se os mesmos conjuntos de localizações analisados em **3.3.a)**. As distâncias totais diárias percorridas que se apresentarão foram obtidas somando as distâncias entre localizações sucessivas. Os valores calculados desta forma vão subestimar as distâncias reais percorridas, uma vez que, como foi referido no ponto anterior, é assumido um trajecto linear entre localizações consecutivas.

As velocidades calculadas correspondem a velocidades atingidas em relação ao fundo, já que não entram em consideração com a influência da corrente. A velocidade máxima corresponde ao valor mais elevado atingido nos vários troços entre localizações sucessivas, para

cada golfinho, enquanto que a velocidade média representa a média de todos os valores calculados para um mesmo indivíduo.

#### 4. RESULTADOS

Foram obtidas, para todos os Golfinhos-roazes observados, 466 localizações (FIG. 4, TAB. II).

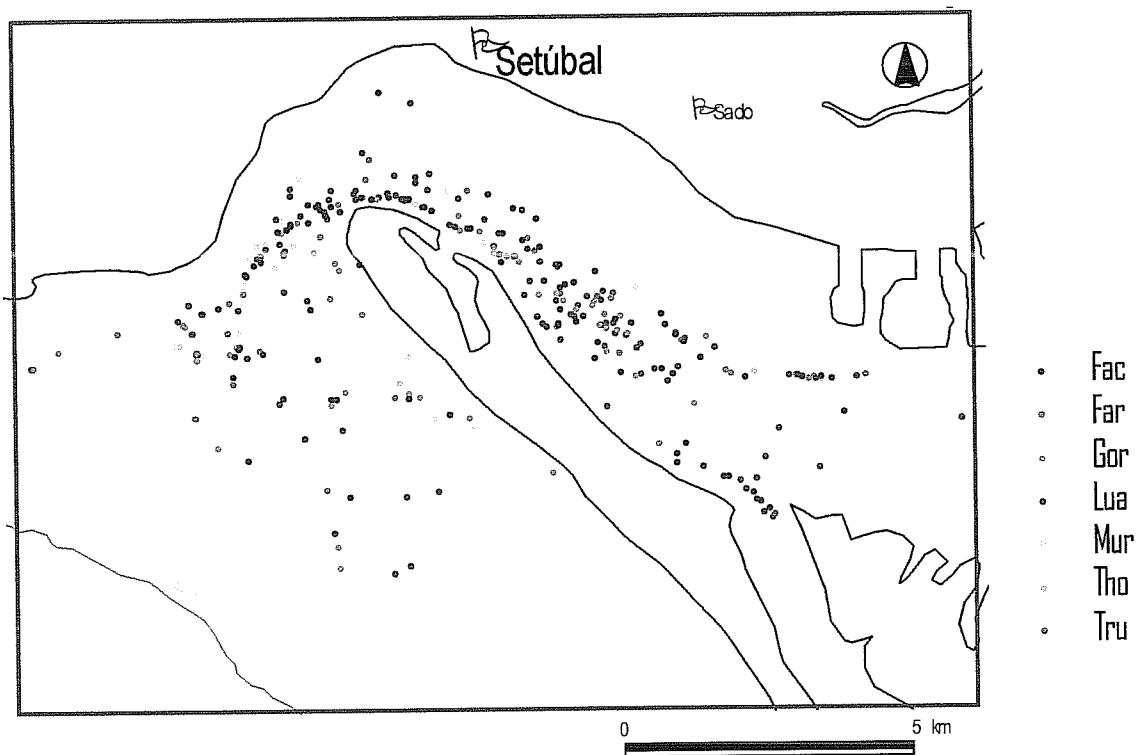


FIG. 4 - Representação da totalidade das localizações obtidas para cada um dos sete Golfinhos-roazes observados no estuário do Sado (FAC, FAR, GOR, LUA, MUR, THO e TRU).

TAB. II - Número de localizações obtidas para cada um dos sete indivíduos amostrados.

<i>Indivíduo</i>	<i>Nº localizações 2000-2001</i>	<i>Nº localizações 2002</i>	<i>Nº total localizações</i>
FAC	37	77	114
FAR	-	51	51
GOR	-	68	68
LUA	38	91	129
MUR	10	65	75
THO	-	16	16
TRU	-	13	13
<b>TOTAL</b>	<b>85</b>	<b>381</b>	<b>466</b>

As maiores amostras (maior número de localizações) correspondem a FAC e LUA, com 114 e 129 pontos (TAB. II, FIG. 5 e 8), e as menores a THO e TRU, com 16 e 13 pontos (TAB. II, FIG. 10 e 11). Os restantes três indivíduos, FAR, GOR e MUR, apresentam amostras de dimensão intermédia (TAB. II, FIG. 6, 7 e 9).

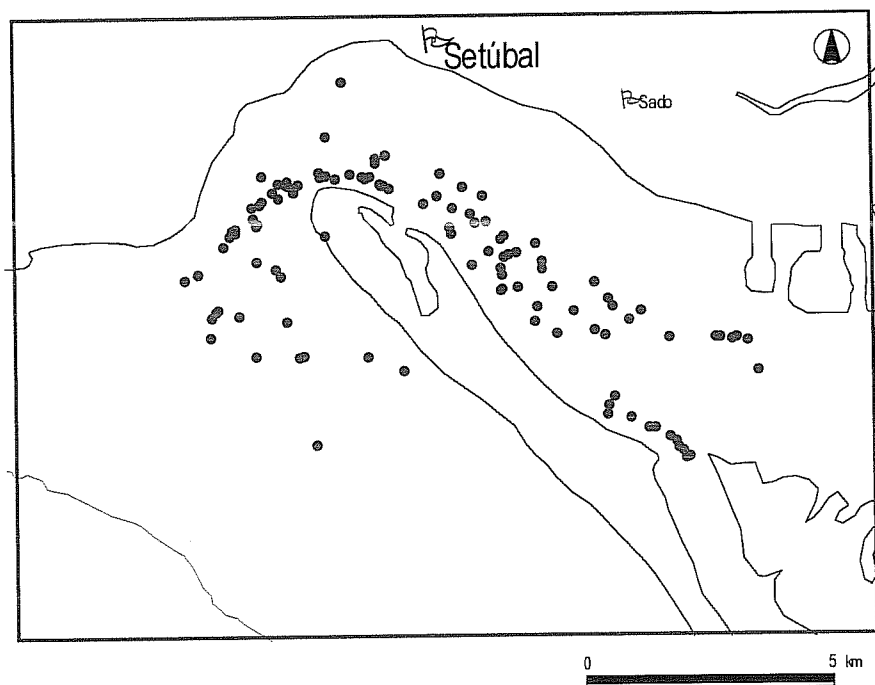


FIG. 5 - Representação da totalidade das localizações obtidas para FAC.

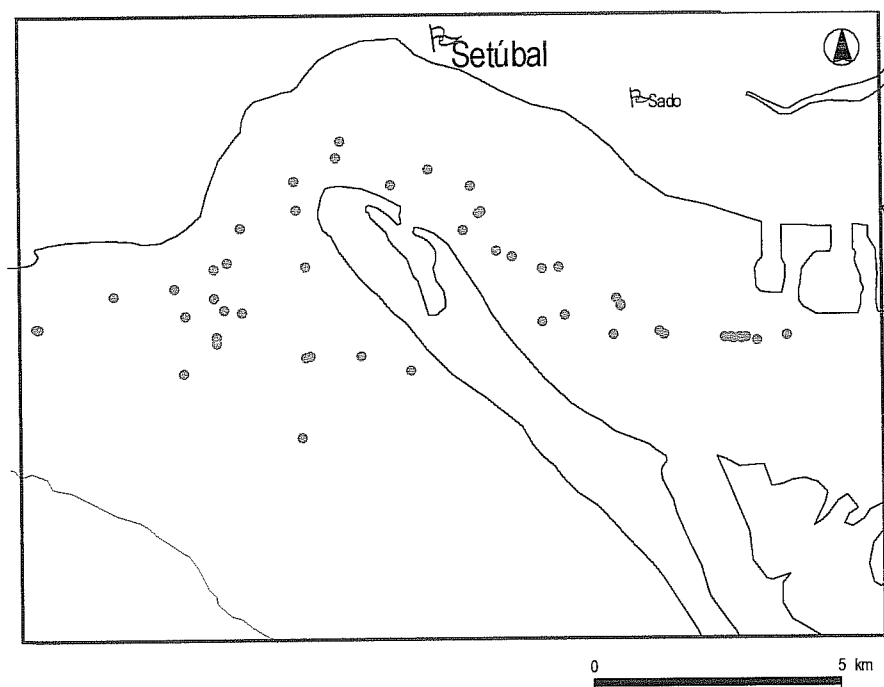


FIG. 6 - Representação da totalidade das localizações obtidas para FAR.

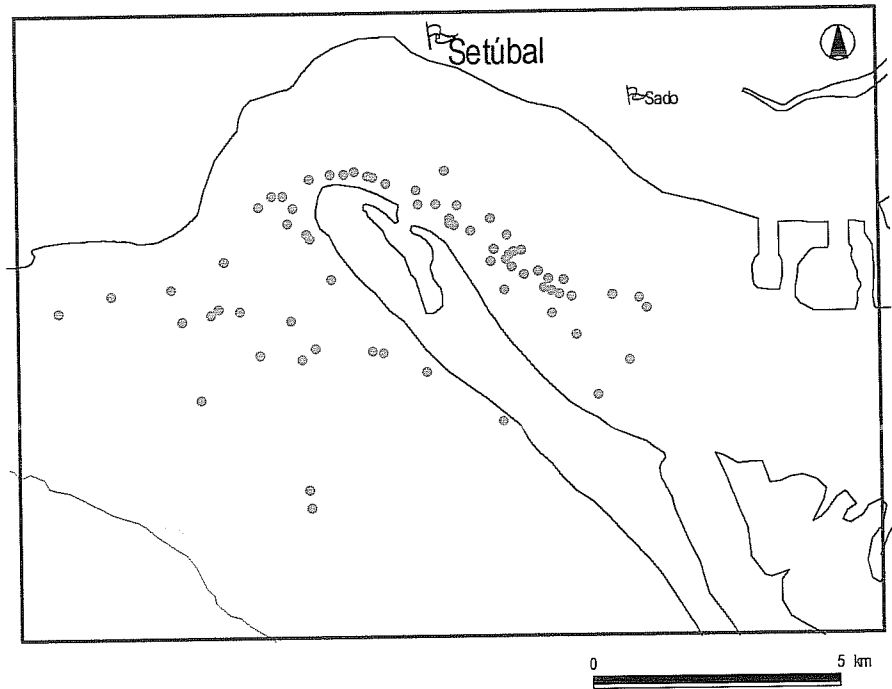


Fig. 7 - Representação da totalidade das localizações obtidas para GOR.

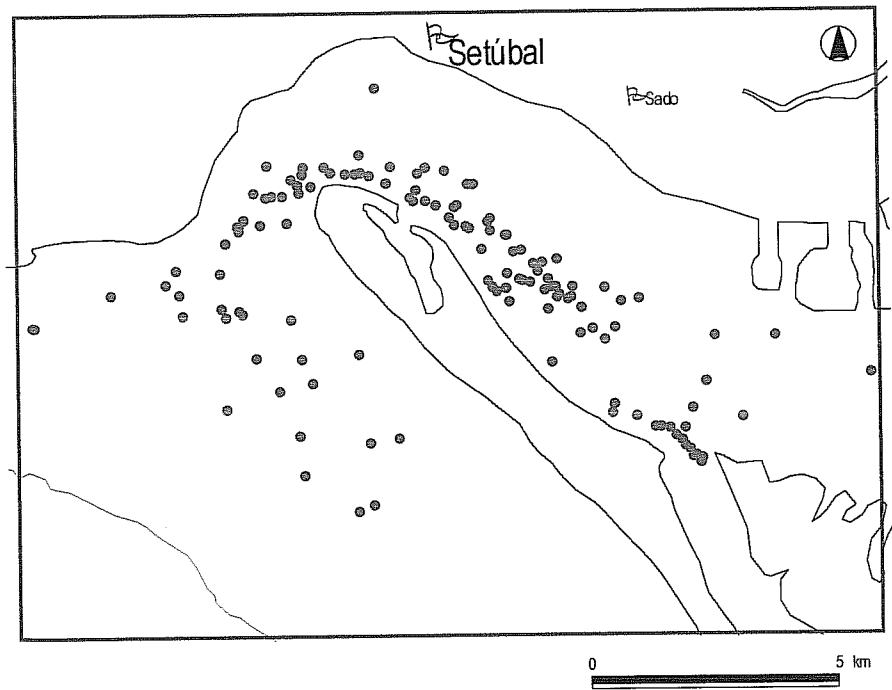


Fig. 8 - Representação da totalidade das localizações obtidas para LUA.

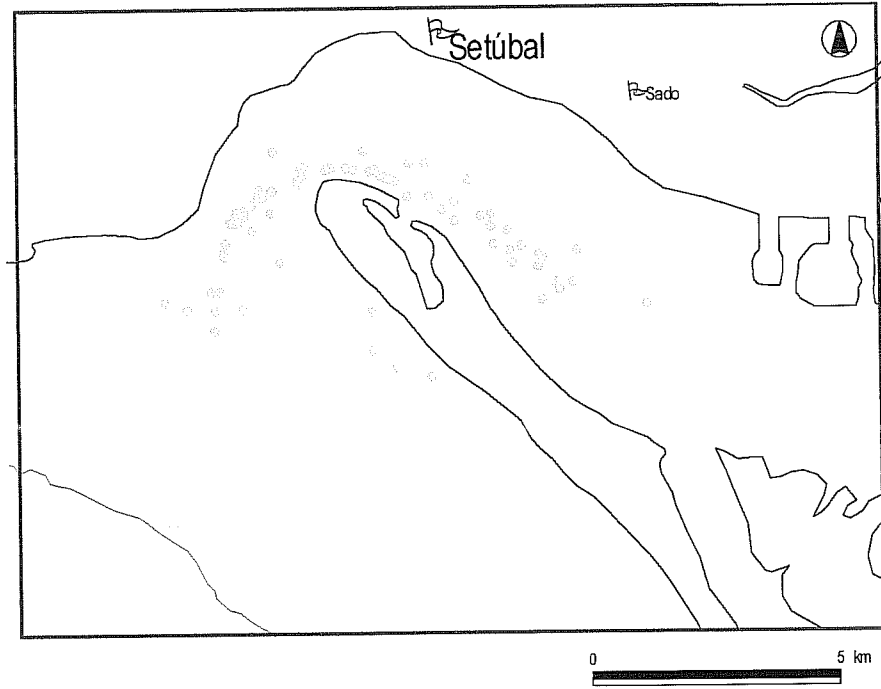


Fig. 9 - Representação da totalidade das localizações obtidas para MUR.

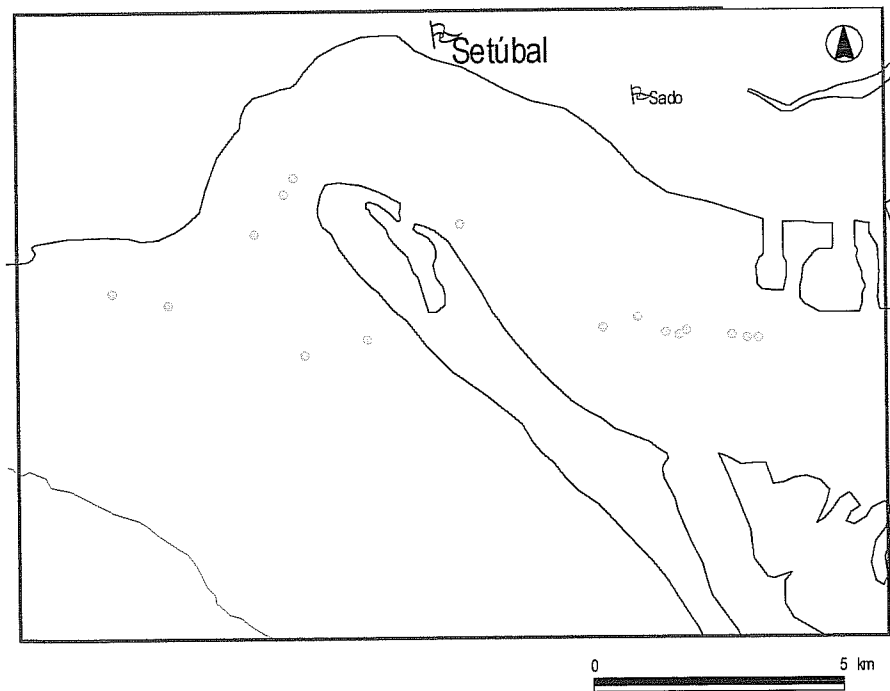


Fig. 10 - Representação da totalidade das localizações obtidas para THO.

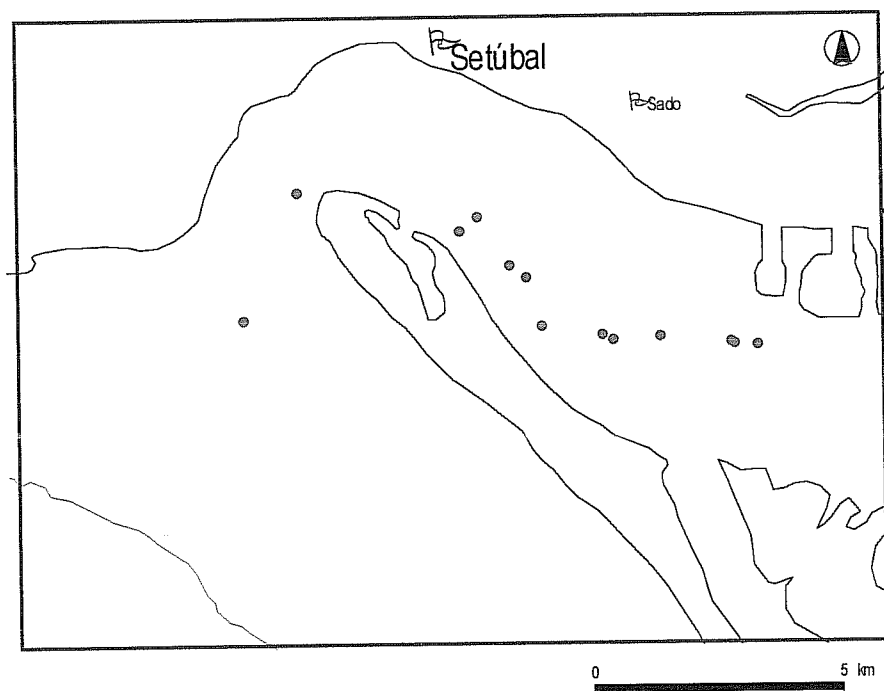


FIG. 11 - Representação da totalidade das localizações obtidas para TRU.

#### 4.1. Distribuição

##### a) *Definição do Tamanho Mínimo da Amostra*

Analisando apenas as curvas da área vital em função do tamanho da amostra constata-se que FAC e LUA apresentam incrementos na dimensão da área vital negligenciáveis perto do final (FIGURAS 12 e 15, ANEXO III). Para estes dois animais a assíptota foi atingida às 100 e 105 localizações, respectivamente. Assim, dever-se-á considerar 105 como o número mínimo de localizações necessário para estimar com rigor áreas vitais na população residente de Golfinhos-roazes do estuário do Sado, pelo método do Mínimo Polígono Convexo.

Apesar de normalmente se apresentar, para uma dada população, um valor único para o tamanho mínimo da amostra mais adequado a estimativas de áreas vitais, há que manter presentes as diferenças individuais que poderão condicionar esse tamanho, como o sexo e a idade dos animais. Assim, não deverão ser desprezadas as interpretações possíveis das áreas

vitais calculadas para GOR e MUR, para os quais, embora não tenha sido atingida a assíptota, os incrementos no tamanho da área vital são consideravelmente reduzidos quando a amostra atinge a sua máxima dimensão (FIGURAS 14 e 16, ANEXO III), 68 e 75 localizações, respectivamente.

Para FAR, e sobretudo para THO e TRU, a dimensão da amostra é manifestamente insuficiente para permitir uma análise minimamente fiável de áreas vitais (FIGURAS 13, 17 e 18, ANEXO III), como comprova o acentuado declive das curvas, indicando um aumento significativo na estimativa da área em função do aumento do número de localizações.

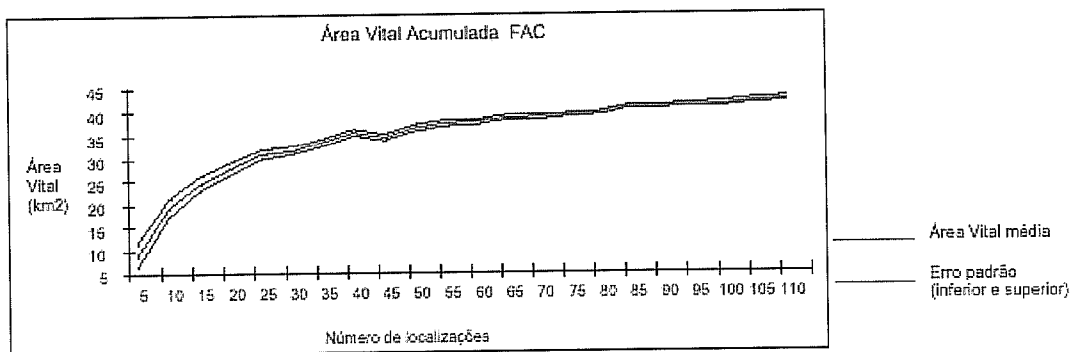


FIG. 12 - Curvas da Área Vital média, calculada pelo método do Mínimo Polígono Convexo, e do Erro padrão (inferior e superior), em função do número de localizações efectuadas ( $n= 114$ , 100 replicados de áreas vitais estimados de 5 em 5 localizações), para FAC.

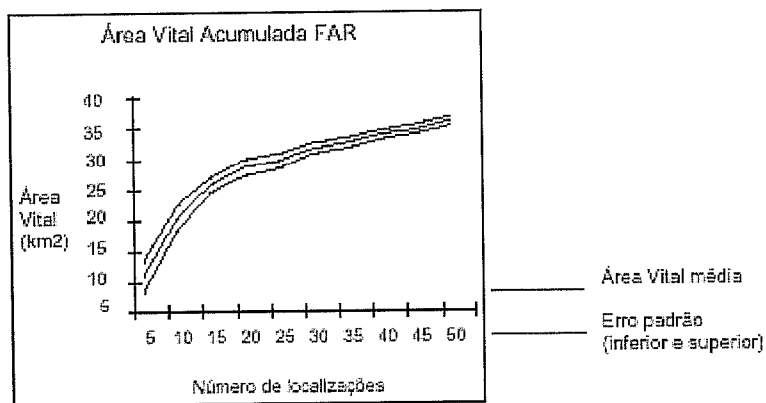


FIG. 13 - Curvas da Área Vital média, calculada pelo método do Mínimo Polígono Convexo, e do Erro padrão (inferior e superior), em função do número de localizações efectuadas ( $n= 51$ , 100 replicados de áreas vitais estimados de 5 em 5 localizações), para FAR.

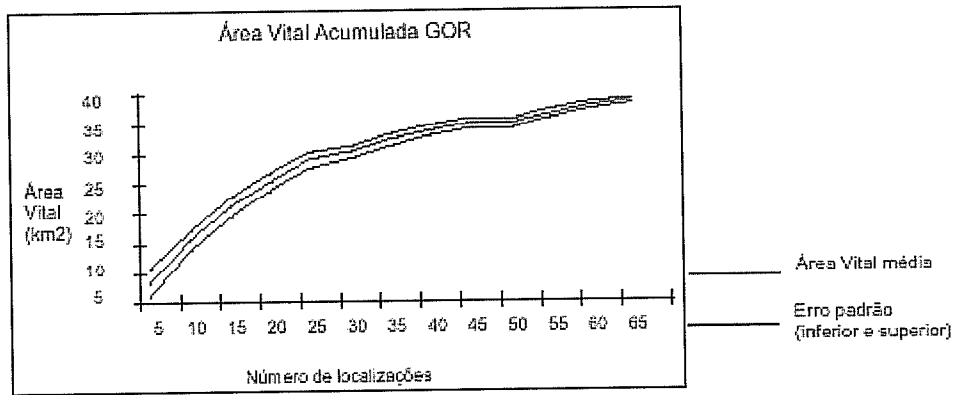


FIG. 14 - Curvas da Área Vital média, calculada pelo método do Mínimo Polígono Convexo, e do Erro padrão (inferior e superior), em função do número de localizações efectuadas ( $n= 68, 100$  replicados de áreas vitais estimados de 5 em 5 localizações), para GOR.

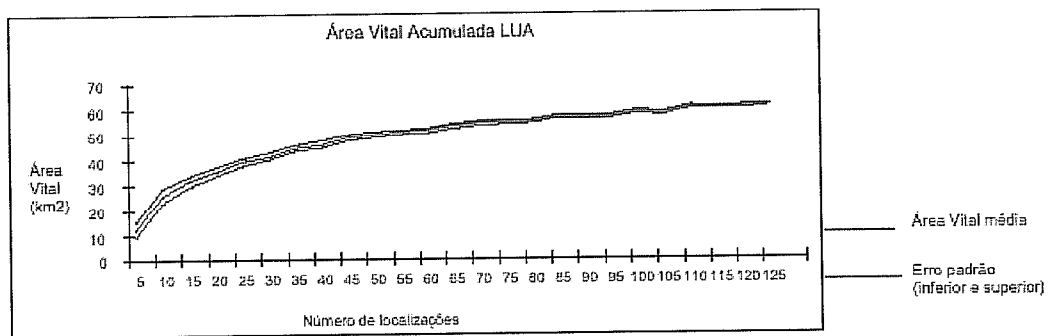


FIG. 15 - Curvas da Área Vital média, calculada pelo método do Mínimo Polígono Convexo, e do Erro padrão (inferior e superior), em função do número de localizações efectuadas ( $n= 129, 100$  replicados de áreas vitais estimados de 5 em 5 localizações), para LUA.

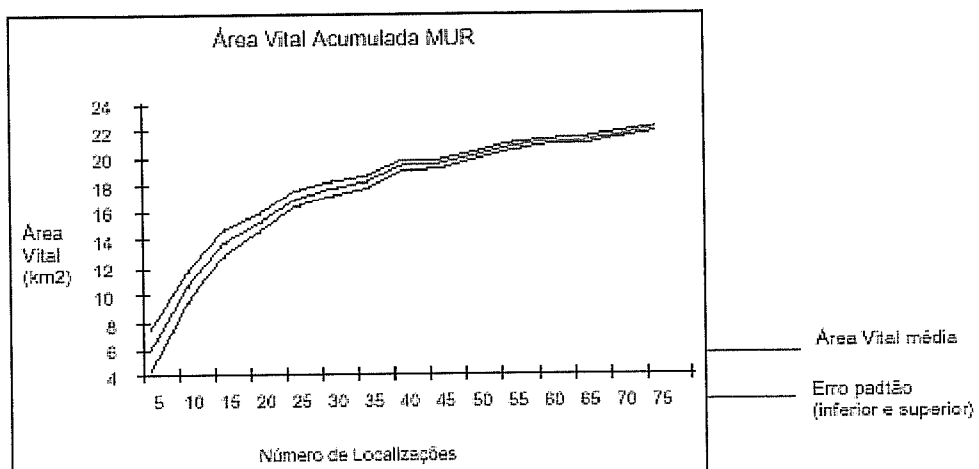


FIG. 16 - Curvas da Área Vital média, calculada pelo método do Mínimo Polígono Convexo, e do Erro padrão (inferior e superior), em função do número de localizações efectuadas ( $n= 75, 100$  replicados de áreas vitais estimados de 5 em 5 localizações), para MUR.

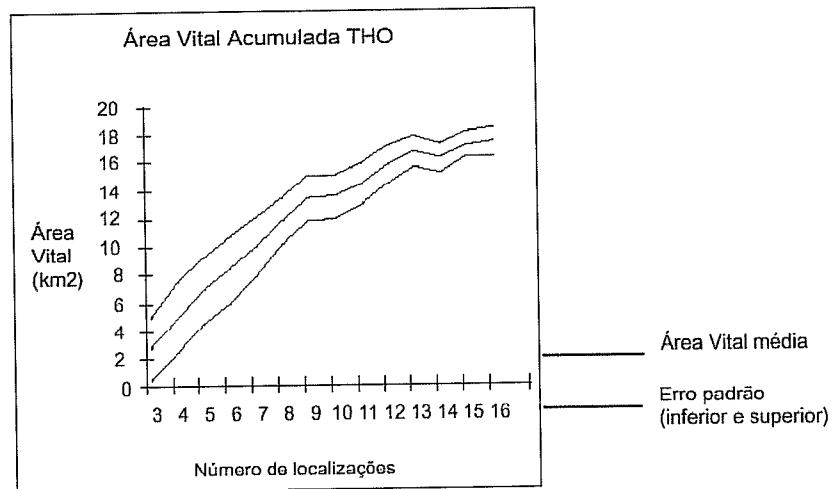


Fig. 17 - Curvas da Área Vital média, calculada pelo método do Mínimo Polígono Convexo, e do Erro padrão (inferior e superior), em função do número de localizações efectuadas ( $n= 16$ , 100 replicados de áreas vitais estimados para cada incremento unitário das localizações), para THO.

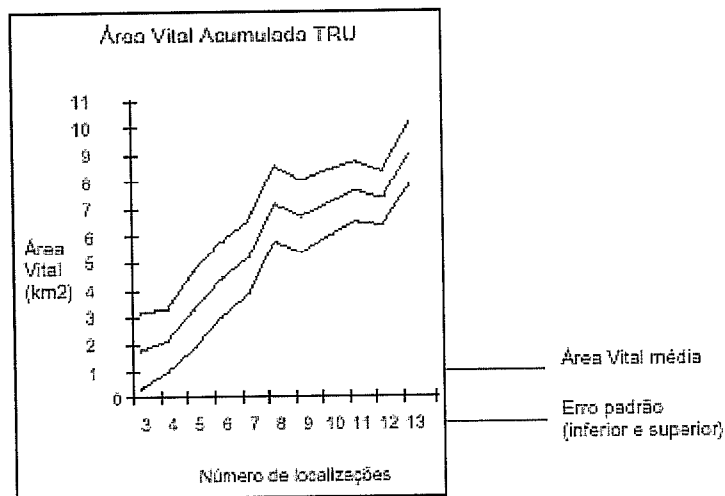
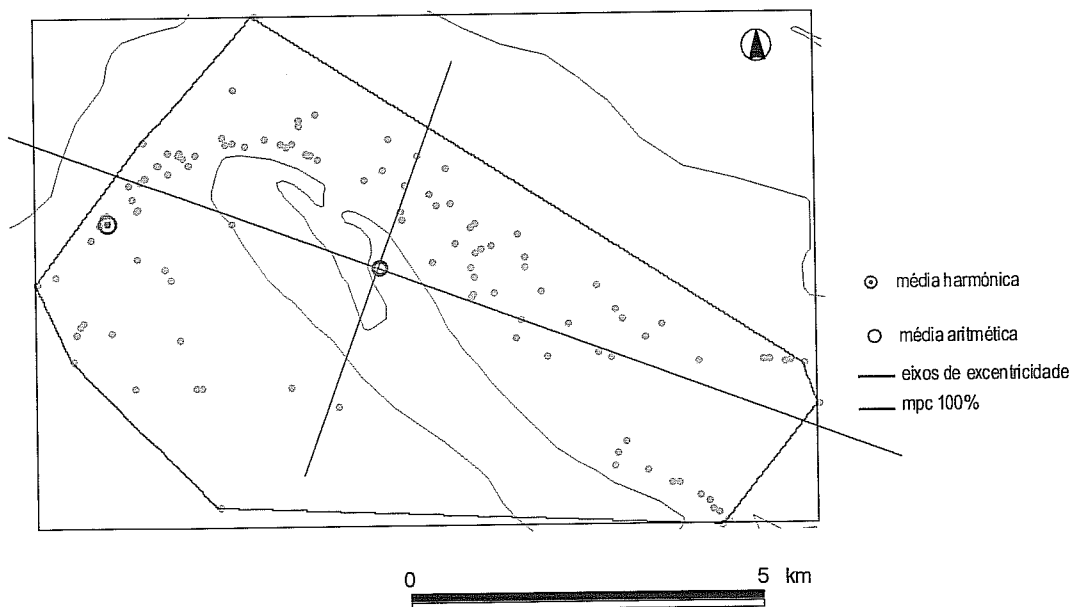


Fig. 18 - Curvas da Área Vital média, calculada pelo método do Mínimo Polígono Convexo, e do Erro padrão (inferior e superior), em função do número de localizações efectuadas ( $n= 13$ , 100 replicados de áreas vitais estimados para cada incremento unitário das localizações), para TRU.

### b) Nuvem de Pontos

O eixo de excentricidade principal das nuvens de pontos dos Golfinhos-roazes estudados orienta-se aproximadamente no sentido Este-Oeste (FIG. 19 a 22), o que revela que existe uma maior dispersão das localizações ao longo deste eixo. O eixo menor está orientado para Norte, com uma certa concentração dos pontos junto à Península de Tróia, não se alargando a nuvem, portanto, para a baía de Setúbal.

As médias aritméticas localizam-se, para todos os indivíduos, muito próximo da Caldeira de Tróia. FAC e MUR (FIG. 19 e 22) apresentam uma média harmónica localizada na zona da foz do estuário, revelando uma maior aglomeração de pontos nessa área, enquanto que para GOR e LUA (FIG. 20 e 21) essa média está situada ligeiramente a montante da Caldeira de Tróia, na margem norte da Península de Tróia.



**FIG. 19** – Representação gráfica da função *Location statistics* para o Golfinho-roaz FAC, com a média aritmética, a média harmónica e os eixos de excentricidade (maior e menor) da nuvem de pontos, bem como o contorno da área vital estimada pelo método do Mínimo Polígono Convexo 100% (i.e., utilizando todas as localizações –ver 3.2. d)).

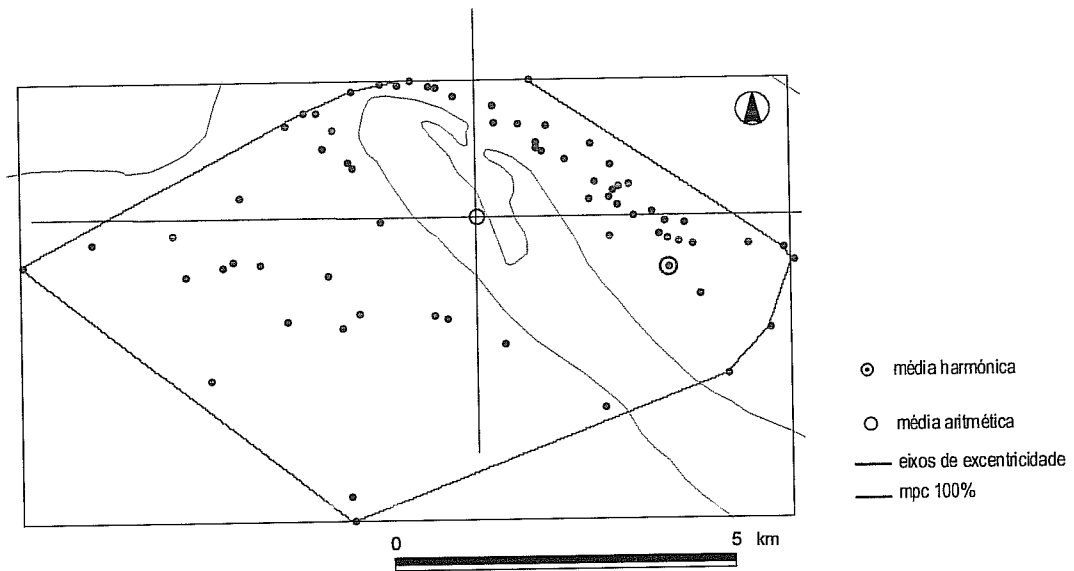


FIG. 20 - Representação gráfica da função *Location statistics* para o Golfinho-roaz GOR com a média aritmética, a média harmónica e os eixos de excentricidade (maior e menor) da nuvem de pontos, bem como o contorno da área vital estimada pelo método do Mínimo Polígono Convexo 100% (i.e., utilizando todas as localizações –ver 3.2. d)).



FIG. 21 - Representação gráfica da função *Location statistics* para o Golfinho-roaz LUA com a média aritmética, a média harmónica e os eixos de excentricidade (maior e menor) da nuvem de pontos, bem como o contorno da área vital estimada pelo método do Mínimo Polígono Convexo 100% (i.e., utilizando todas as localizações –ver 3.2. d)).

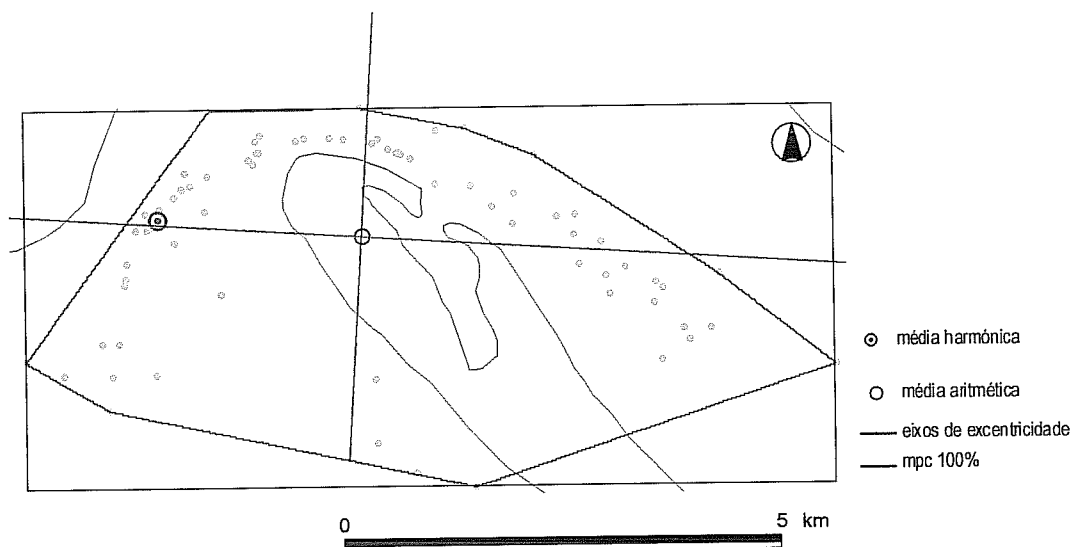


FIG. 22- Representação gráfica da função *Location statistics* para o Golfinho-roaz MUR com a média aritmética, a média harmónica e os eixos de excentricidade (maior e menor) da nuvem de pontos, bem como o contorno da área vital estimada pelo método do Mínimo Polígono Convexo 100% (i.e., utilizando todas as localizações –ver 3.2. d)).

### c) Teste à existência de "Site Fidelity"

O resultado esperado para este ponto da análise é a existência de *site fidelity* para os golfinhos testados, uma vez que pertencem a uma população residente. Não rejeitar a hipótese nula de que o movimento observado é aleatório significará que não existe *site fidelity* para esse indivíduo.

TAB. III - Resultados do teste à existência de *Site Fidelity*.

Indivíduos	número de localizações	decisão	site fidelity	p
FAC	114	rejeitar $H_0$	existente	$p > 99,0$
FAR	51	não rejeitar $H_0$	inexistente	$p > 92,3$
GOR	68	rejeitar $H_0$	existente	$p > 99,0$
LUA	129	rejeitar $H_0$	existente	$p > 99,0$
MUR	75	rejeitar $H_0$	existente	$p > 99,0$
THO	16	não rejeitar $H_0$	inexistente	$p > 71,0$
TRU	13	não rejeitar $H_0$	inexistente	$p > 62,7$

De acordo com os resultados obtidos (TAB. III), os únicos indivíduos a não possuir *site fidelity*, i.e. que exibem movimentos ao acaso sem aparente relação com a área em que ocorrem, são FAR, THO e TRU. Se nos dois últimos casos os resultados não surpreendem, já que a amostra é muito reduzida o que condiciona todas as análises que a partir delas possam ser efectuadas, no caso de FAR o resultado seria menos esperado. Apesar da amostra ser constituída por maior número de localizações, não deverá ter, ainda assim, dimensão suficiente para que se obtenham resultados totalmente fidedignos para este indivíduo. Efectivamente, na primeira fase de análise a que as amostras foram sujeitas (ver 4.1.a)), FAR foi um dos indivíduos que revelou não possuir um número de localizações adequado a uma interpretação sem restrições das estimativas de área vital, o que poderá ter implicações noutras análises.

#### *d) Estimativa de Áreas Vitais*

Apesar dos resultados obtidos anteriormente apresentar-se-ão os valores estimados para as áreas vitais de todos os Golfinhos-roazes observados. Optou-se por fazê-lo por se considerar que será elucidativo da importância de efectuar todos estes passos na análise, ao revelar possíveis erros resultantes da violação de alguns dos pressupostos subjacentes aos métodos de estimativa de áreas vitais correntemente utilizados. A representação gráfica dos contornos das áreas vitais calculadas pelos dois métodos só é apresentada para FAC, LUA, GOR e MUR.

Para todos os indivíduos observados as amostras apresentam uma forte correlação sequencial dos dados ( $t^2/r^2$  inferior a 1,6) (TAB. IV), i.e., as localizações efectuadas não são independentes em termos espaciais e temporais. Contudo, e tendo em conta a opinião corrente de que o cumprimento do critério de independência introduziria maior erro nas estimativas (ver 3.2.d)), as áreas vitais serão calculadas ignorando este resultado.

As dimensões das áreas vitais de FAR, THO e TRU destacam-se das restantes (TAB. IV) por apresentarem valores relativamente baixos quando estimadas pelo método do Mínimo Polígono Convexo (31,1 km<sup>2</sup>, 16,9 km<sup>2</sup> e 11,3 km<sup>2</sup>, respectivamente), e elevados quando essa estimativa é feita pelo método de Kernel 95% (67,2 km<sup>2</sup>, 64,3 km<sup>2</sup> e 41,1 km<sup>2</sup>, respectivamente). Também para o centro de actividade (*core area*, Kernel 50%) existem diferenças consideráveis entre estes indivíduos e os restantes, diferenças essas que são particularmente evidentes para FAR (TAB. IV) que apresenta o centro de actividade mais extenso (20,8 km<sup>2</sup>).

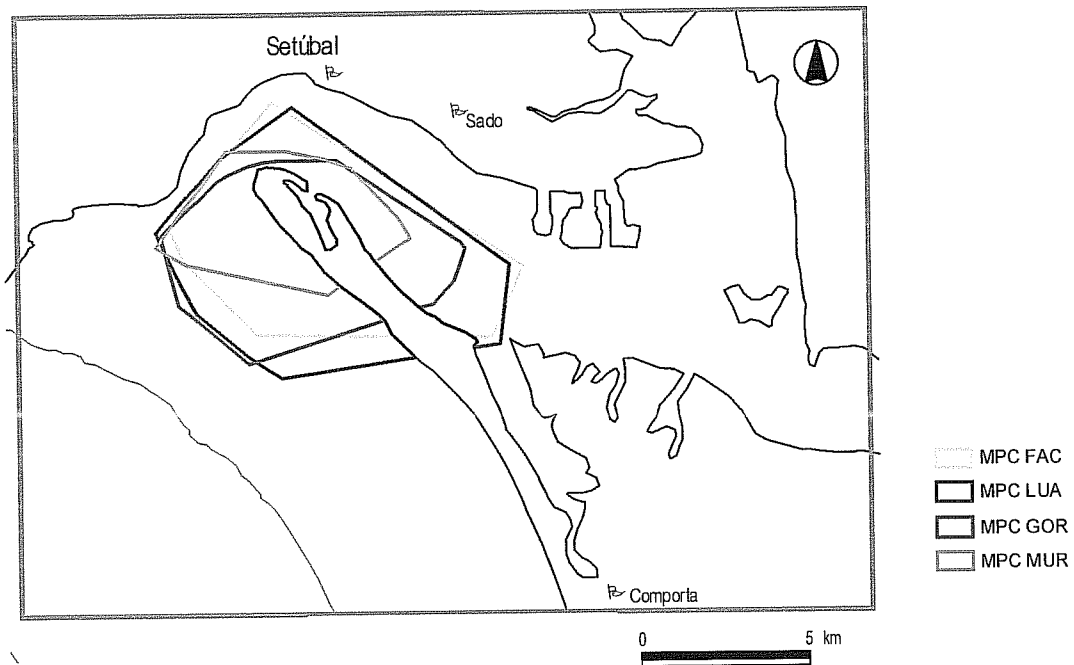
Dever-se-ão, então e como esperado em resultado do teste *Minimum Convex Polygon Sample Size Bootstrap*, interpretar apenas as áreas vitais calculadas para LUA e FAC e, com algumas ressalvas, GOR e MUR.

TAB. IV - Dimensão das áreas vitais (km<sup>2</sup>) para cada um dos sete Golfinhos-roazes amostrados, estimadas pelos dois métodos, Mínimo Polígono Convexo (95%) e Kernel (95%, 50%), excluindo a área relativa a terra. Índice de autocorrelação para cada amostra (Índice de Schoener,  $t^2/r^2$ ).

<i>Indivíduo</i>	<i>MPC* (km<sup>2</sup>)</i>	<i>K95+ (km<sup>2</sup>)</i>	<i>K50' (km<sup>2</sup>)</i>	<i>Índice de Schoener (t<sup>2</sup>/r<sup>2</sup>)</i>
FAC	37,1	47,8	10,0	0,46
FAR	31,1	67,2	20,8	0,32
GOR	30,1	43,6	4,5	0,78
LUA	44,1	50,8	7,9	0,47
MUR	16,6	25,4	5,1	0,76
THO	16,9	64,3	8,2	0,61
TRU	11,3	41,1	13,6	0,82

\* - Método do Mínimo Polígono Convexo (95%); + - Método de Kernel 95%; ' - Método de Kernel 50% ("Core area")

As áreas vitais de FAC e LUA, uma fêmea e um macho, deverão ser as que mais se aproximam da realidade, uma vez que o tamanho da amostra revelou ser adequado para uma estimativa fiável. Para estes animais, e ainda para GOR, as áreas calculadas por ambos os métodos aproximam-se dos 40km<sup>2</sup>. De uma forma consistente entre métodos, a maior área vital é a de LUA (44,1 km<sup>2</sup> MPC e 50,8 km<sup>2</sup> K95%) e a menor a de MUR (16,6 km<sup>2</sup> MPC e 25,4 km<sup>2</sup> K95%). Observando os contornos obtidos pelo método do Mínimo Polígono Convexo com 95% das localizações (FIG. 23) são evidentes essas diferenças na dimensão total. FAC e LUA apresentam, então, as maiores áreas, enquanto que GOR e, sobretudo, MUR apresentam áreas menores.



**FIG. 23** - Contornos das áreas vitais dos Golfinho-roazes FAC, GOR, LUA e MUR estimadas pelo método do Mínimo Polígono Convexo, com 95% das localizações.

Para o método de Kernel, uma vez mais FAC e LUA apresentam áreas vitais de contornos e dimensões muito semelhantes (TAB. IV, FIG. 24 e 26), inclusivamente para o centro de actividade. GOR e MUR apresentam dimensões intermédias em relação aos restantes (TAB. IV), mas os seus contornos não são muito semelhantes (FIG. 25 e 27), nem mesmo no que se refere ao centro de actividade.

Apesar dessas ligeiras diferenças, os centros de actividade (que correspondem às zonas de maior intensidade de utilização, i.e., com maior densidade de localizações) de quase todos os indivíduos estão concentrados entre a extremidade da Península de Tróia (boca do estuário) e a zona imediatamente a montante da Caldeira de Tróia.

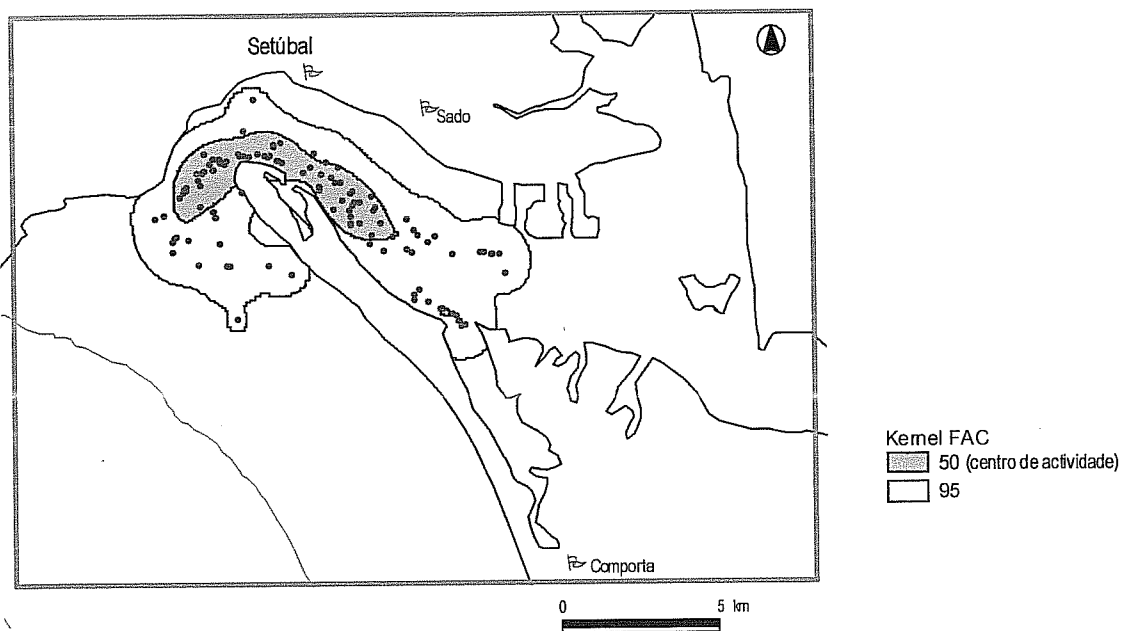


FIG. 24 - Área vital do Golfinho-roaz FAC, estimada pelo Método de Kernel (contornos de probabilidade 95% e 50%).

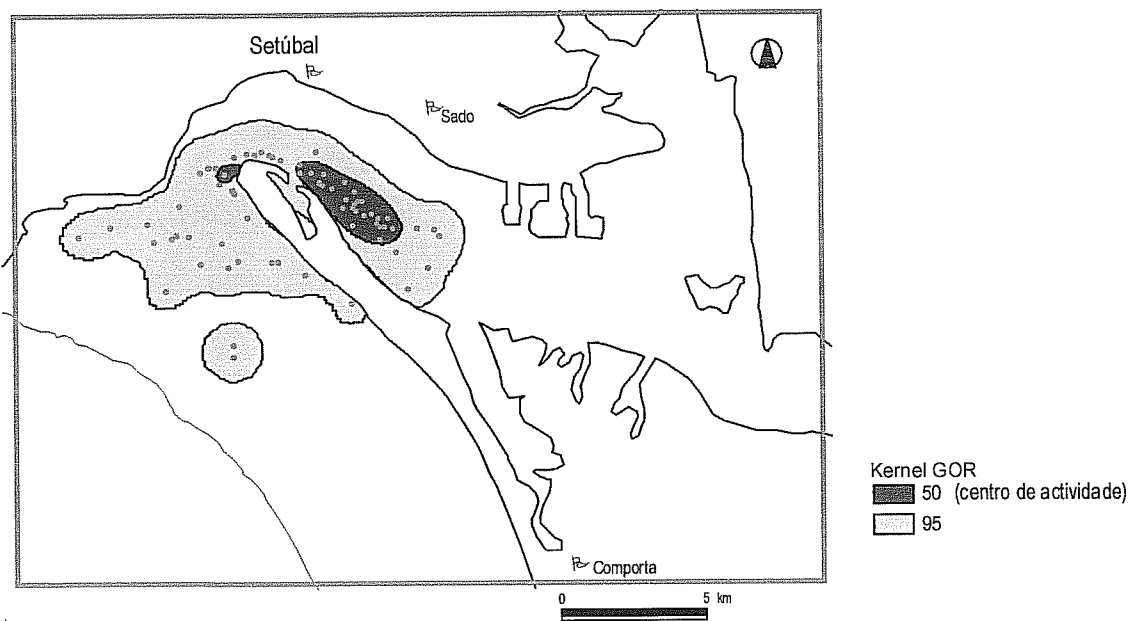


FIG. 25 - Área vital do Golfinho-roaz GOR, estimada pelo Método de Kernel (contornos de probabilidade 95% e 50%).

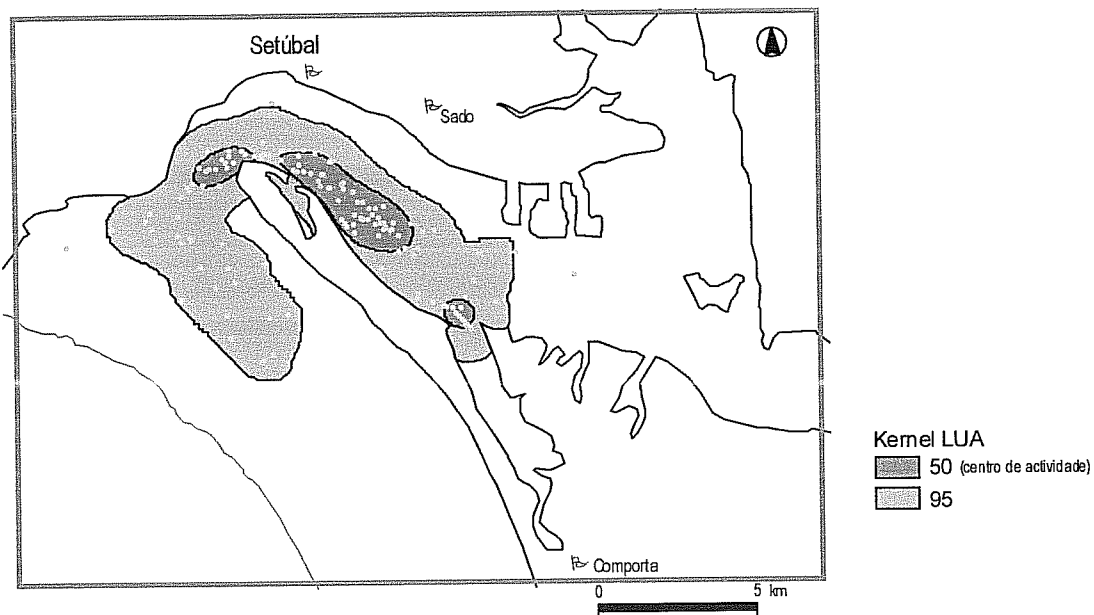


FIG. 26 - Área vital do Golfinho-roaz LUA, estimada pelo Método de Kernel (contornos de probabilidade 95% e 50%).

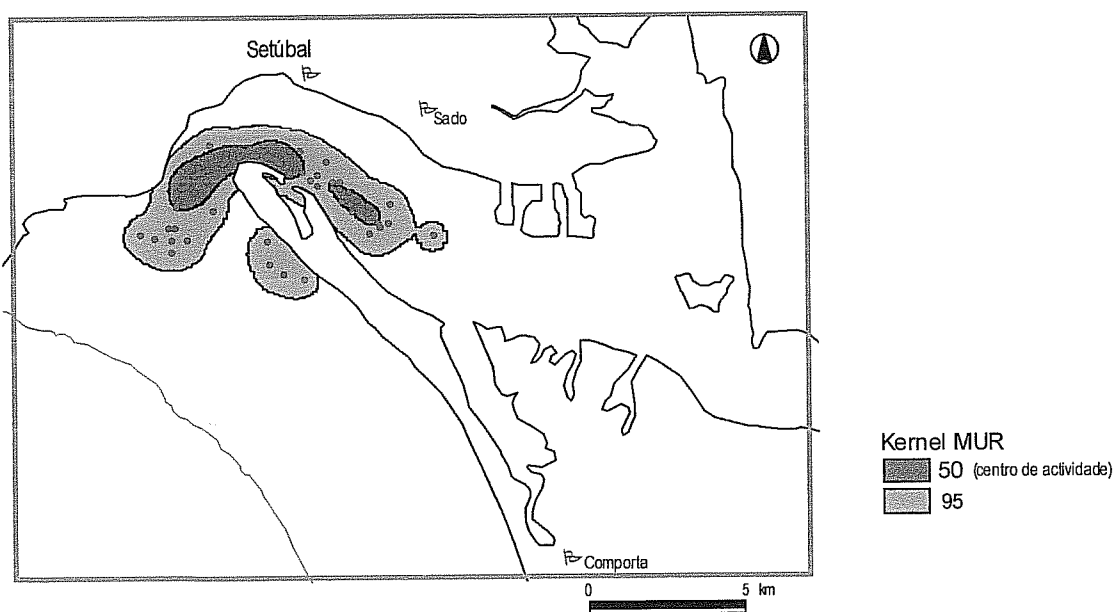


FIG. 27 - Área vital do Golfinho-roaz MUR, estimada pelo Método de Kernel (contornos de probabilidade 95% e 50%).

### e) Distribuição e Variáveis Comportamentais

Os únicos resultados consistentes entre indivíduos diferentes são os obtidos para os estados comportamentais *Deslocação* e *Alimentação*, que revelaram sempre um padrão aleatório na distribuição espacial dos dados (TAB. V a VIII). Apenas para FAC uma e outra categoria exibiram um padrão diverso do aleatório, agregado no caso da *Deslocação* e uniforme para *Alimentação* (TAB. V).

A variável *Distância reduzida* apresenta um padrão de distribuição com agregações para FAC e MUR e a *Distância elevada* apresenta um padrão uniforme para os dois Golfinhos-roazes que puderam ser testados, FAC e LUA, ainda que com amostras pequenas.

A variável *Presença de crias* só revelou padrões na distribuição dos pontos para GOR e MUR, agregado no primeiro caso e uniforme no segundo.

TAB. V - Testes Nearest Neighbor Analysis efectuados para FAC.

<b>Variável testada</b>	<b>z</b>	<b>R</b>	<b>Decisão</b>	<b>Padrão espacial</b>	<b>n</b>
<i>Alimentação</i>	2,05	1,20	rejeitar $H_0$	uniforme	28
<i>Deslocação</i>	-2,22	0,78	rejeitar $H_0$	agregações	28
<i>Distância reduzida</i>	-2,39	0,77	rejeitar $H_0$	agregações	29
<i>Distância elevada</i>	2,13	1,39	rejeitar $H_0$	uniforme	8
<i>Presença de crias</i>	-0,18	0,98	não rejeitar $H_0$	aleatório	18

TAB. VI - Testes Nearest Neighbor Analysis efectuados para GOR.

<b>Variável testada</b>	<b>z</b>	<b>R</b>	<b>Decisão</b>	<b>Padrão espacial</b>	<b>n</b>
<i>Alimentação</i>	1,51	1,20	não rejeitar $H_0$	aleatório	15
<i>Deslocação</i>	0,06	1,08	não rejeitar $H_0$	aleatório	17
<i>Distância reduzida</i>	0,05	1,01	não rejeitar $H_0$	aleatório	24
<i>Distância elevada</i>	-	-	-	-	insuficiente
<i>Presença de crias</i>	-2,50	0,69	rejeitar $H_0$	agregações	18

TAB. VII - Testes *Nearest Neighbor Analysis* efectuados para LUA.

<i>Variável testada</i>	<i>z</i>	<i>R</i>	<i>Decisão</i>	<i>Padrão espacial</i>	<i>n</i>
<i>Alimentação</i>	1,87	1,18	não rejeitar $H_0$	aleatório	29
<i>Deslocação</i>	-1,22	0,89	não rejeitar $H_0$	aleatório	34
<i>Distância reduzida</i>	-1,96	0,81	não rejeitar $H_0$	aleatório	28
<i>Distância elevada</i>	3,01	1,45	rejeitar $H_0$	uniforme	12
<i>Presença de crias</i>	-0,83	0,88	não rejeitar $H_0$	aleatório	13

TAB. VIII - Testes *Nearest Neighbor Analysis* efectuados para MUR.

<i>Variável testada</i>	<i>z</i>	<i>R</i>	<i>Decisão</i>	<i>Padrão espacial</i>	<i>n</i>
<i>Alimentação</i>	1,22	1,17	não rejeitar $H_0$	aleatório	14
<i>Deslocação</i>	-1,08	0,89	não rejeitar $H_0$	aleatório	25
<i>Distância reduzida</i>	-4,95	0,56	rejeitar $H_0$	agregações	35
<i>Distância elevada</i>	-	-	-	-	insuficiente
<i>Presença de crias</i>	2,27	1,34	rejeitar $H_0$	uniforme	12

## 4.2. MOVIMENTOS

### a) *Movimentos Direcctionados*

Da análise de percursos pode verificar-se, por exemplo, que aqueles que foram efectuados de manhã por FAC e MUR, para os dias analisados, correspondem a movimentações para o interior do estuário (FIG. 28 e 31), em direcção à zona adjacente à Caldeira de Tróia. De tarde GOR, LUA e MUR (FIG. 29, 30 e 31) efectuam movimentos sem uma direcção global definida junto à entrada do estuário, na extremidade da Península de Setúbal, enquanto que FAC se manteve na zona exterior do estuário.

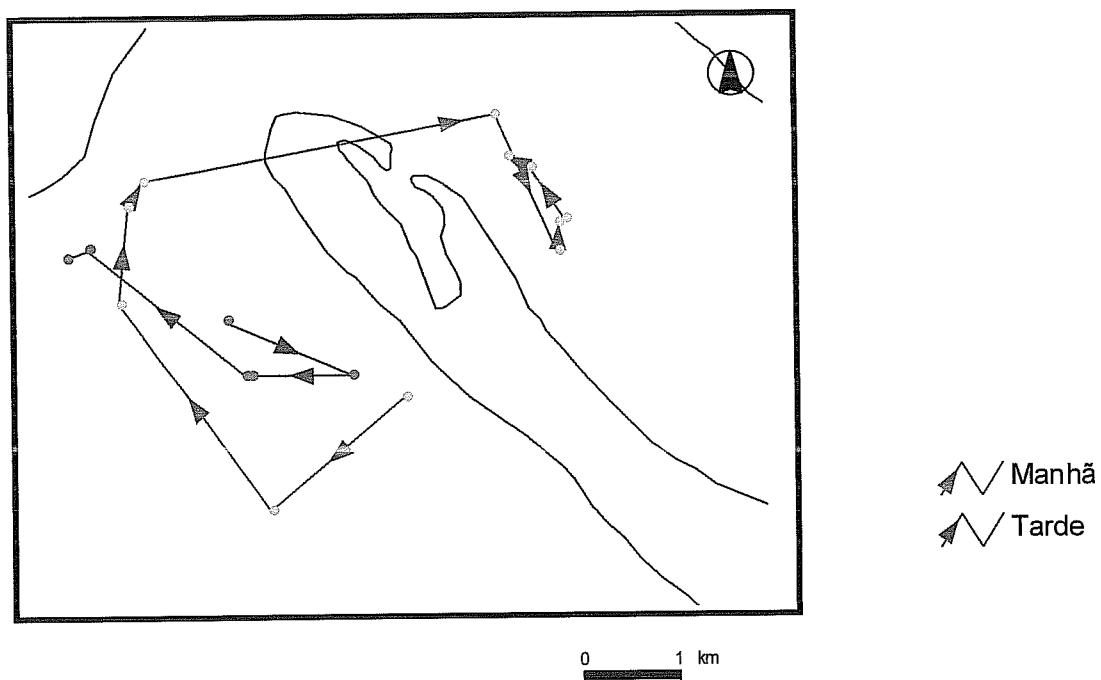


FIG. 28 - Representação gráfica de dois percursos efectuados por FAC em dias distintos, um no período da manhã (05-09-2002, 09h58 a 13h46) outro no período da tarde (29-08-2002, 11h12 a 14h57).

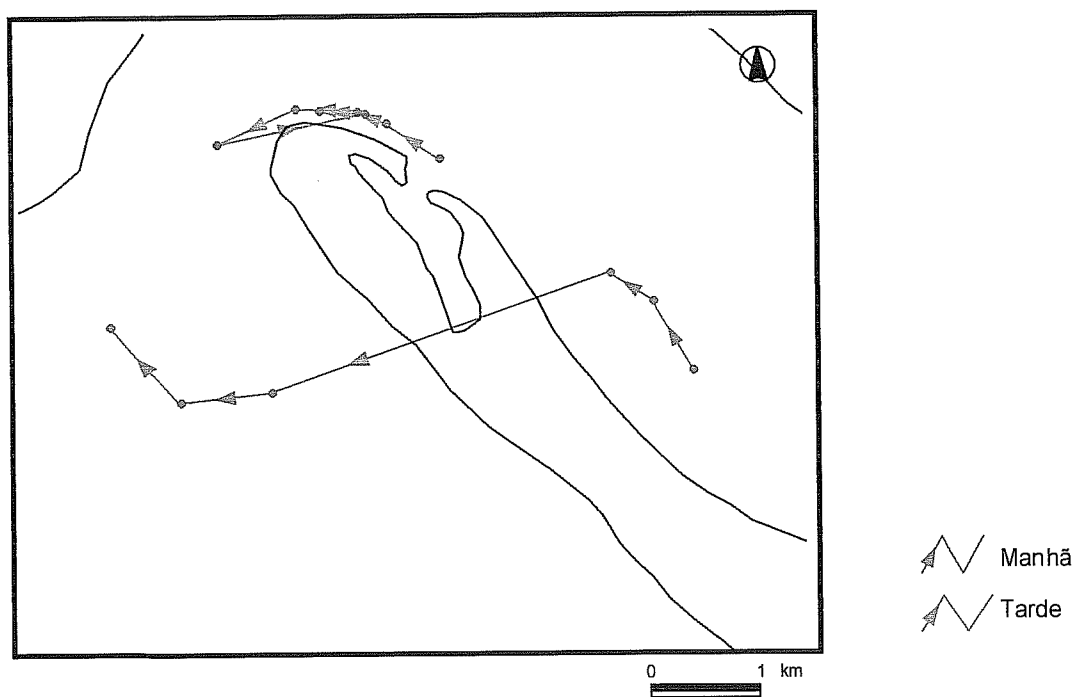


FIG. 29 - Representação gráfica de dois percursos efectuados por GOR em dias distintos, um no período da manhã (16-07-2002, 08h42 a 13h01) outro no período da tarde (10-07-2002, 12h54 a 16h07).

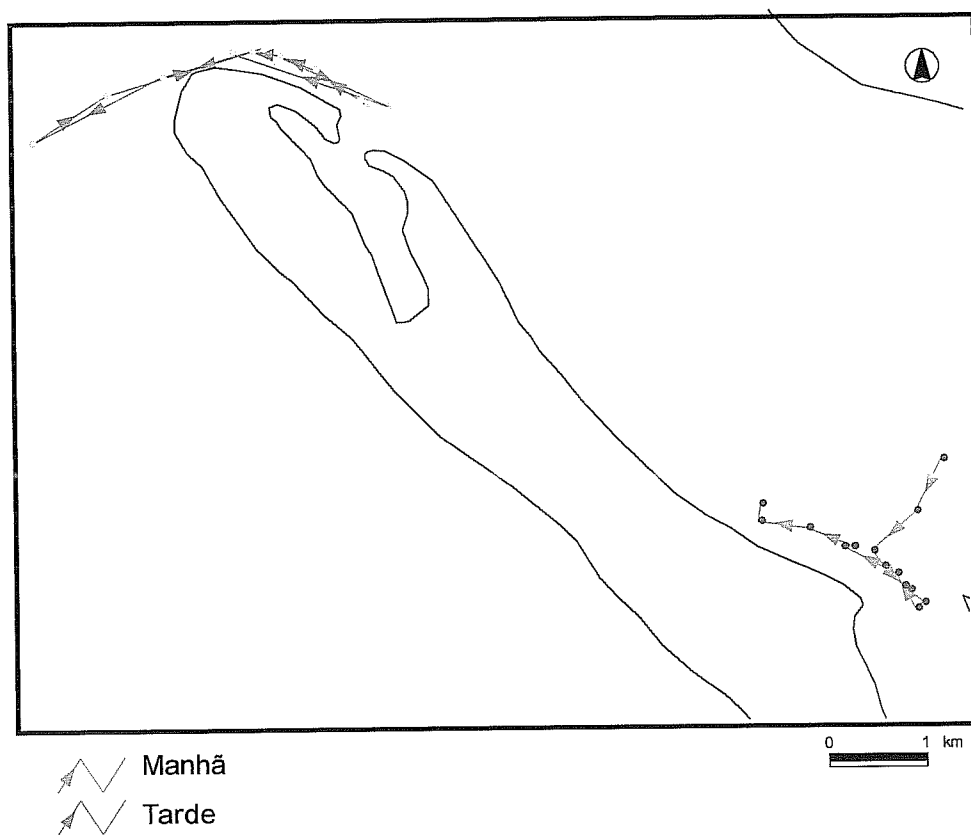


FIG. 30 - Representação gráfica de dois percursos efectuados por LUA em dias distintos, um no período da manhã (14-07-2000, 10h51 a 12h30) outro no período da tarde (10-07-2002, 12h56 a 16h07).

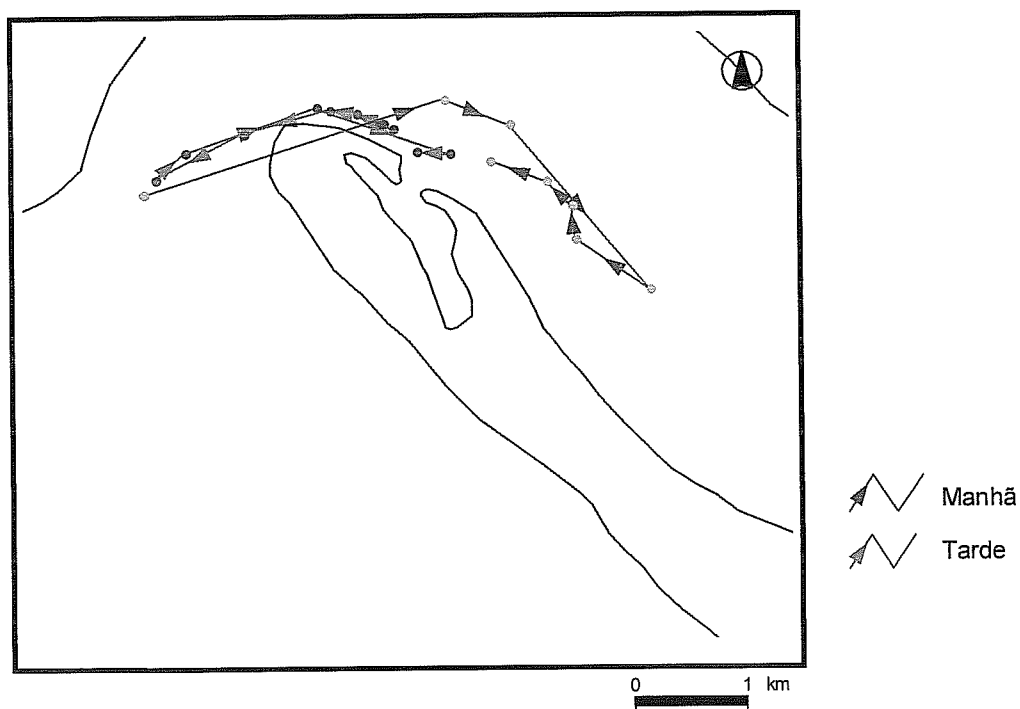


FIG. 31 - Representação gráfica de dois percursos efectuados por MUR em dias distintos, um no período da manhã (05-09-2002, 11h02 a 13h54) outro no período da tarde (10-07-2002, 13h08 a 16h13).

### b) Cálculo de Distâncias e Velocidades

Ignorando a diferença no tempo de observação efectiva e as características individuais dos animais em estudo, pode estimar-se que, em média, os Golfinhos-roazes do estuário do Sado deslocam-se, no período diurno, uma distância máxima de aproximadamente 15 km (TAB. IX). Os indivíduos que apresentaram um deslocamento maior foram LUA e FAC, tendo-se movido desde o início do acompanhamento até ao final do dia mais de 20 km. O golfinho para o qual a distância apresentada corresponde ao maior período de seguimento é GOR, tendo-se deslocado cerca de 17 km em 7 horas.

TAB. IX - Distância diária máxima percorrida pelos Golfinhos-Roazes observados.

<i>Indivíduo</i>	<i>Distância máxima (km)</i>	<i>Período do dia</i>	<i>Tempo de observação (h:m)</i>
FAC	20,16	9:45-16:05	6:20
FAR	16,68	9:22-13:11	3:49
GOR	16,85	11:11-18:12	7:01
LUA	20,83	9:55-15:06	5:11
MUR	9,91	11:40-13:54	2:14
THO	12,39	10:15-14:27	4:12
TRU	5,95	9:45-11:21	1:36

A velocidade máxima estimada para os Golfinhos-roazes do estuário do Sado observados variou entre 4,7 km/h, para TRU, e 32,4 km/h, para GOR (TAB. X). As velocidades médias atingidas situam-se entre 2,9 km/h e 4,7 km/h.

TAB. X - Velocidades (máxima e média) atingidas pelos Golfinhos-roazes do estuário do Sado.

<i>Indivíduo</i>	<i>V. máx. (km/h)</i>	<i>V. média (km/h)</i>	<i>n</i>
FAC	9,0	3,2	81
FAR	24,8	4,7	41
GOR	32,4	3,6	51
LUA	15,1	3,2	97
MUR	6,5	2,9	52
THO	6,1	3,6	10
TRU	4,7	2,9	7

## 5. DISCUSSÃO

### 5.1. DISTRIBUIÇÃO

A dispersão e orientação das nuvens de pontos obtidas para cada um dos indivíduos em estudo está de acordo com resultados de autores como Freitas (1995) ou Nunes (2001), o que poderá revelar um padrão coerente e recorrente de utilização do espaço pelos Golfinhos-roazes no estuário do Sado ao longo dos anos. Os pontos mais extremos das distribuições estão, contudo, um pouco aquém do alcance referido por dos Santos & Lacerda (1987) e Gaspar (1994), que seguiram os Golfinhos-roazes até cerca de 20 km para Sul ao longo da costa marinha de Tróia e até aos 28 km no Canal de Alcácer. Desta feita foi LUA foi o indivíduo que mais se afastou da extremidade da Península de Tróia, não excedendo, no entanto, os 11 km para montante do rio Sado e 8km na costa de Tróia. A média harmónica, que corresponde a uma medida da densidade de localizações numa dada área, situa-se na zona Sul da foz do estuário para FAC e MUR, e, para GOR e LUA, ligeiramente a montante da Caldeira de Tróia, na margem norte da Península de Tróia.

O número de localizações utilizado por diversos autores para estimar áreas vitais de Golfinhos-roazes em diferentes pontos do globo é bastante variado, muito provavelmente em consequência não só da relativa actualidade deste tipo de análise, como da dificuldade que existe em obter amostras de tamanho considerável quando se trabalha com organismos estritamente marinhos. O protocolo experimental capaz de gerar mais resultados neste âmbito passa pela captura e marcação de animais com equipamento radio-transmissor. Contudo, além de extremamente intrusivas e potencialmente danosas para espécies ou populações com estatuto de conservação delicado, estas técnicas envolvem grandes equipas e uma logística onerosa. Assim, o que se tem verificado é que muitos estudos utilizam a fotoidentificação e o reconhecimento individual no campo para a recolha de dados, limitando dessa forma a sua quantidade.

Pese embora esses e outros constrangimentos (ver 6.1.), neste estudo calculou-se pela primeira vez o número mínimo de localizações necessário para estimar áreas vitais fiáveis para a população de Golfinhos-roazes do estuário do Sado, que se considerou como sendo 105. Em Sarasota, Florida, Urian *et al.* (2000) obtiveram, também para Golfinhos-roazes, um valor muito próximo, de 100 observações. Quando todas as localizações foram utilizadas, e tal como aconteceu neste trabalho, os métodos do Mínimo Polígono Convexo e de Kernel proporcionaram estimativas próximas de áreas vitais. Ainda à semelhança do que se passou neste estudo, Urian

*et al.* (2000), fazendo os cálculos com apenas 10 localizações (número que escolheram aleatoriamente), verificaram que o Mínimo Polígono Convexo subestimou de forma significativa a dimensão da área vital, enquanto que o método de Kernel a sobrestimou de forma igualmente significativa. A conclusão óbvia é a de que estimativas de áreas vitais baseadas num pequeno número de localizações podem ser consideravelmente enviesadas e, como tal inadequadas. As desejáveis comparações entre diferentes áreas de estudo requerem uma uniformização não só das técnicas, mas sobretudo do tamanho das amostras utilizadas. Lamentavelmente, são ainda poucos os estudos que não se deixam aliciar pela vontade de produzir resultados rapidamente e que ousam debruçar-se sobre um tópico aparentemente desinteressante como a afinação dos métodos de estimativa de áreas vitais para o meio marinho. É de crer, contudo, que a facilidade com que um *software* com as características do *Animal Movement Program* avalia de forma satisfatória, por exemplo, a questão da adequação do tamanho da amostra aos objectivos destes estudos venha permitir ultrapassar esta pequena limitação da análise de movimentos em animais marinhos até à data.

A questão da fidelidade de frequência de uma dada área (*site fidelity*) será, talvez, um pouco mais complexa mas, ainda assim, bastante relevante. No caso dos Golfinhos-roazes, mesmo em populações estudadas quase ininterruptamente desde há vários anos, o estatuto das populações -residentes ou não residentes- é por vezes difícil de avaliar, podendo haver grande variação individual (Bilgre & Defran, 1996) ou inclusivamente situações mistas de convivência de animais residentes e migradores (Sayigh *et al.*, 1998; Koster *et al.*, 2000). A regra neste tipo de estudos é haver uma avaliação da *site fidelity* com base em reavistamentos dos indivíduos, numa mesma área e por um período alargado de tempo (e.g. Gaspar, 1994; Ortega-Ortiz & Delgado-Estrella, 1998; Campbell, 1998). Obviamente este critério torna pouco exequíveis estudos com limitações financeiras e, como tal, temporais, já que requer uma fase de observação preparatória consideravelmente alargada. Mais uma vez, o pacote de SIG que tem sido explorado neste trabalho pode limitar, por um lado, as dificuldades desses estudos, e assegurar, por outro, a qualidade dos resultados que produzem, já que permite analisar amostras recolhidas num período de tempo mais curto e para apenas alguns indivíduos com uma estatística robusta que permite extrapolar para o nível da população. Obviamente que tais extrapolações deverão ser sempre efectuadas com cautela, podendo ser particularmente perigosas em situações como populações mistas de animais residentes e migradores.

Pela primeira vez, estimaram-se áreas vitais focais para os Golfinhos-roazes do estuário do Sado, por dois dos métodos mais comuns e fiáveis. De uma forma geral, os resultados obtidos por um e outro método aproximaram-se satisfatoriamente, para os indivíduos que revelaram possuir uma amostra adequada. Em estudos de objectivos idênticos, realizados noutros locais (e.g. Wells *et al.*, 1980; Lockyer e Morris, 1986 *in* Chilvers, 2001), têm sido detectadas variações nas dimensões de áreas vitais em função do sexo ou da idade dos indivíduos. Contudo, as diferenças individuais observadas na área total dos contornos obtidos, quer pelo método do Mínimo Polígono Convexo (95%), quer pelo método de Kernel (95%), para os Golfinhos-roazes estudados não deverão estar relacionadas com o sexo ou a idade dos animais. Efectivamente, as maiores áreas vitais, com dimensões bastante aproximadas, são as de FAC (37,1 km<sup>2</sup> MPC, 47,8 km<sup>2</sup> K95%) e LUA (44,1 km<sup>2</sup> MPC, 50,8 km<sup>2</sup> K95%), ambos adultos, uma fêmea e um macho, respectivamente. O facto de, por um lado, as menores áreas corresponderem aos dois indivíduos que não apresentavam um tamanho da amostra adequado para estimativas de áreas vitais, GOR (30,1 km<sup>2</sup> MPC, 43,6 km<sup>2</sup> K95%) e MUR (16,6 km<sup>2</sup> MPC, 25,4 km<sup>2</sup> K95%), e, por outro, ser uma subestimação o resultado esperado para o método do Mínimo Polígono Convexo para amostras de dimensões reduzidas, leva a crer que poderá ser essa a única razão subjacente a estas diferenças. Efectivamente, das análises realizadas resulta particularmente evidente para FAR, THO e TRU que algumas amostras não apresentavam uma dimensão suficiente para permitir estimar com propriedade áreas vitais. Em consequência disso, e como referem os autores que se têm debruçado sobre estas técnicas de estimativa e suas limitações (e.g. Seaman & Powell, 1996; Urian *et al.* 2000), o Mínimo Polígono Convexo produziu áreas muito reduzidas para estes golfinhos, quando comparadas com as dos restantes indivíduos, enquanto que, inversamente, o método de Kernel, sobrestimou essas áreas. Uma forte evidência de que o erro assim introduzido não pode ser menosprezado está patente nas grandes diferenças das áreas estimadas pelos dois métodos para o mesmo animal (e.g. para THO essa diferença é de 47,4 km<sup>2</sup>).

Conquanto não sejam ainda muitos os trabalhos publicados nesta linha de investigação, globalmente as áreas vitais estimadas aproximam-se dos valores obtidos para esta espécie noutras populações residentes. De acordo com Chilvers (2001), as áreas vitais descritas para Golfinhos-roazes que ocupam ambientes do tipo baía variam entre 15 e 77 km<sup>2</sup>, dependendo do sexo e estatuto reprodutor dos indivíduos. Como exemplo, Wells *et al.* (1980) calcularam em cerca de 40 km<sup>2</sup> as maiores áreas vitais de Golfinhos-roazes na sua área de estudo, na Flórida, que correspondem a machos e a fêmeas com crias. Também na Flórida, Doty-Wilkin *et al.* (1998)

estimaram uma área vital média de 41,3 km<sup>2</sup> (método do Mínimo Polígono Convexo). Mais recentemente, Chilvers (2001) obteve, para Moreton Bay, Austrália, valores médios de áreas vitais que variam entre 42 e 60 km<sup>2</sup> (método de Kernel 75%), o que se aproxima bastante dos valores anteriormente obtidos para o mesmo local por Corkeron (1989 *in* Chilvers, 2001). Este autor estimou a dimensão da área vital do médio polígono convexo de golfinhos em Moreton Bay como sendo 54 km<sup>2</sup>. No trabalho que agora se apresenta, a área vital média estimada para a população do estuário do Sado, com base em quatro Golfinhos-roazes, pelo método do Mínimo Polígono Convexo (95%) é de 32,0 km<sup>2</sup> (s.d. 11,7 km<sup>2</sup>), e pelo método de Kernel (95%) é de 41,9 km<sup>2</sup> (s.d. 11,4 km<sup>2</sup>). Freitas (1995), na sequência do estudo preliminar sobre a utilização do habitat pelos Golfinhos-roazes do estuário do Sado, e outros autores antes dela (e.g. dos Santos & Lacerda, 1987; Gaspar, 1994), sugeriram que a área vital destes animais seria pequena e bem definida, mas que provavelmente viajariam até outros locais -como os estuários do Tejo e do Mira-, de forma idêntica ao descrito por autores como Ballance (1992) ou Koster *et al.* (2000). Os resultados agora apresentados não parecem indicar que assim seja, pese embora as limitações temporais a que o estudo esteve sujeito, já que os golfinhos acompanhados nunca foram localizados para além da zona costeira adjacente ao estuário do Sado.

A localização dos centros de actividade (Kernel 50%) da maioria dos animais observados corresponde à extremidade da Península de Tróia e à zona da Caldeira de Tróia, resultado que se esperava em função das médias harmónicas obtidas na análise das nuvens de pontos, e que vem reforçar os que têm vindo a ser obtidos em análises do uso do habitat neste local (Freitas, 1995; dos Santos, 1998; Nunes, 2001). De uma forma global, vários são os autores que têm constatado a importância dos estuários como locais privilegiados para a alimentação dos Golfinhos-roazes (e.g. Ballance, 1992; Ingram & Rogan, 1998). O mesmo se passa com o estuário do Sado, onde vários investigadores mencionam a existência de zonas particularmente ricas em espécies de fauna da predilecção dos Golfinhos-roazes (dos Santos, 1985; Lopes da Cunha, 1994; Freitas, 1995; Nunes, 2001). Em termos de habitat, outros constrangimentos conduzem a padrões consistentes de utilização do espaço, neste estuário em particular, como por exemplo a poluição que afecta de forma mais evidente o Canal Norte. Fica, assim, superficialmente explicada a maior intensidade de utilização de determinadas áreas do estuário, correspondentes aos centros de actividade, evidente nos resultados deste trabalho. Esse é o caso do Canal Sul, e da zona da Caldeira de Tróia em particular, que constituem as mais ricas em termos alimentares. No Canal Norte existe um número quase nulo de localizações que será

consequência não só da preferência pelo Canal Sul, mas sobretudo da intensa poluição que aí se faz sentir.

Da análise efectuada para avaliar uma possível influência de variáveis associadas ao comportamento dos animais no seus movimentos, o resultado obtido para a variável *Presença de crias* para GOR é sem dúvida o mais interessante. A existência de um padrão de agregação indicia que, em havendo uma análise mais alargada e com uma amostra de dimensões superiores, podem surgir resultados relevantes não só do ponto de vista comportamental, mas também conservacionista. Embora não seja possível actualmente determinar a quem pertencem exactamente as crias nascidas em cada ano, nem tão pouco confirmar o sexo dos indivíduos, no período em que foram efectuadas as amostragens GOR, que se presume ser uma fêmea, foi observada com muita frequência em estreita associação com uma das crias do ano. Se realmente se confirmar que era a sua progenitora, este resultado pode ser de suma importância por poder revelar que existem zonas de utilização preferencial no estuário por fêmeas com crias, eventualmente associadas a factores como disponibilidade alimentar ou perturbação humana reduzida. No entanto, FAC, também uma suposta fêmea vista na companhia de uma cria durante o Verão de 2002, revelou um padrão aleatório na utilização do espaço quando acompanhada pela cria.

O facto de quase todos os testes efectuados para diferentes variáveis terem resultado na não rejeição da hipótese nula, i.e., de que os movimentos são aleatórios, poderá ser uma consequência não da inexistência de padrões nesses movimentos, mas antes de amostras de tamanho demasiado reduzido para os poder revelar. Com efeito, à partida seria de esperar que existissem aglomerações nas localizações dos Golfinhos-roazes, por exemplo, para o estado comportamental *Alimentação*, actividade para a qual parecem existir zonas preferenciais dentro do estuário (Freitas, 1995; dos Santos, 1998; Nunes, 2001). Na base de padrões na utilização do espaço estão muitas vezes constrangimentos ecológicos ou oceanográficos (e.g. topografia ou cobertura vegetal do fundo, às quais estão associadas diferentes riquezas e densidades de ictiofauna), cuja cartografia e incorporação no *ArcView*® permitiriam uma análise detalhada e proveitosa, facilitada pela utilização do *Animal Movement Program*.

## 5.2. MOVIMENTOS

A delineação de percursos utilizando as capacidades conjuntas do ArcView® e do *Animal Movement Program*, que neste trabalho pretendeu ser apenas demonstrativa de mais uma das capacidades desta poderosa associação, se efectuada de forma sistemática pode revelar muitas facetas desconhecidas ou mal compreendidas dos movimentos dos Golfinhos-roazes no estuário do Sado. Idealmente, o acompanhamento ininterrupto de indivíduos, registando as suas posições e outros atributos, e a incorporação dessa informação neste sistema irá permitir detectar padrões no sentido de deslocação e relacioná-los com, por exemplo, movimentos de evitamento de embarcações de turismo cujo impacto sobre esta população não foi ainda possível avaliar.

Para amostras de dimensão, embora satisfatória, reduzida, e relativas a um pequeno número de indivíduos foi já possível detectar algumas tendências na movimentação (e.g. de entrada no estuário durante o período da manhã), o que permite efectuar suposições quanto ao local que os golfinhos utilizam no período nocturno. Tais tendências tinham já sido sugeridas, por outros autores (e.g. Freitas, 1995), mas não foram ainda convenientemente exploradas

As diferenças encontradas nas distâncias máximas percorridas não deverão estar relacionadas com o tempo de observação. Embora, para FAC e LUA, às maiores distâncias correspondam dois dos maiores períodos de acompanhamento (20,2 km em 6h20', e 20, km em 5h11', respectivamente), FAR efectuou um grande deslocamento em pouco tempo (16,7 km em 3h49') e GOR, no maior tempo de observação (7h01'), percorreu uma distância (16,9 km) ainda assim inferior às de FAC e LUA.

Tendo em conta que as distâncias calculadas subestimam aquelas que verdadeiramente foram percorridas, por assumirem um trajecto linear entre localizações consecutivas, pode considerar-se que os Golfinhos-roazes do estuário do Sado apresentam movimentos consideravelmente amplos. Muitas vezes estes animais percorrem, apenas no período diurno, uma distância mínima próxima da máxima largura das suas áreas vitais. Esse é o caso de LUA que percorreu 20 km num espaço de cerca de cinco horas, distando os dois pontos mais distantes da sua área vital aproximadamente de 18,5 km.

A velocidade média atingida por cada indivíduo é de aproximadamente 3,6 km/h, assemelhando-se bastante do valor que está descrito para Golfinhos-roazes por vários autores, cerca de 5,4 km/h para outras populações (Shane, 1990; Irvine *et al.*, 1981, Würsig & Würsig, 1979 in Nunes, 2001) e entre 2,7 km/h e 4,5 km/h para a população do Sado (Nunes, 2001). A

velocidade máxima foi calculada em 32,4 km/h, para o indivíduo GOR quando em deslocação, valor que está igualmente em consonância com os recentemente calculados, pela primeira vez, para esta população. Nunes (2001) obteve como velocidade máxima 26,3 km/h, num episódio de perseguição de presas.

A velocidade da corrente não foi considerada ao calcular estes valores, uma vez que não seria possível determinar a sua direcção no local e momento exactos em que foram efectuadas as amostragens.

## **6. CONSIDERAÇÕES FINAIS**

### **6.1. LIMITAÇÕES E DIFICULDADES DO ESTUDO**

A recolha de dados no campo, quando se trabalha com populações de animais com as características dos Golfinhos-roazes do estuário do Sado, apresenta dificuldades óbvias que importa manter presentes. Para além de condicionantes logísticas que tornam impossível, por exemplo, acompanhá-los com condições meteorológicas adversas, tem ainda de considerar-se a dificuldade que advém do próprio estilo de vida dos animais. Com efeito, encontram-se submersos a maior parte do tempo sendo, pelas condições de visibilidade do estuário, extremamente difícil conseguir imagens subaquáticas.

Há ainda que não esquecer os constrangimentos inerentes à obtenção dos dados, que limitam a interpretação dos resultados produzidos a partir deles: não há localizações durante o período nocturno -já que, para além de ser difícil o acompanhamento dos grupos de Golfinhos-roazes durante a noite, é impossível o seu reconhecimento individual; não há localizações para lá de determinada distância da costa; não há amostragens em todas as estações do ano; não são conhecidos com segurança o sexo e a idade dos indivíduos. Todos estes são factores que influenciam grandemente os valores dos parâmetros que é objectivo deste trabalho avaliar (dimensão de áreas vitais, padrões de utilização do espaço, velocidade e distâncias percorridas, etc.). Ainda assim, os resultados obtidos são válidos e permitem comparações com outros autores dado que, por ser tão recente a exploração desta área de estudo no meio marinho, os trabalhos realizados até à data são feitos em condições igualmente limitadas. O que resulta destas considerações é que as áreas vitais estimadas para os Golfinhos-roazes do estuário do

Sado correspondem, na verdade, a áreas vitais parciais, pois delimitam apenas uma porção da área que os animais normalmente utilizam no desenrolar das suas actividades.

Uma outra lacuna é, sem dúvida, a ausência de variáveis ecológicas e oceanográficas integradas neste estudo. A sua introdução num SIG permitiria a análise simultânea com os dados comportamentais e, como tal, uma interpretação muito mais realista e aprofundada dos movimentos e distribuição dos Golfinhos-roazes no estuário do Sado. A informação disponível está, contudo, limitada pela relativa actualidade da utilização de meios cartográficos digitais, em particular em Portugal, o que tem como consequência não só a escassez de dados, como a onerosidade e morosidade na sua obtenção.

## **6.2. SUGESTÕES PARA FUTURAS ABORDAGENS DO TEMA**

Para que esta linha de investigação possa produzir informação relevante será indispensável a continuação dos acompanhamentos focais a longo prazo. A realização de amostragens nocturnas e a determinação do sexo e da idade dos elementos da população residente do estuário do Sado permitiriam interpretações mais consistentes dos resultados entretanto obtidos.

Apesar da sua simplicidade, este tipo de abordagem integrada da distribuição e de dados comportamentais, utilizando um programa de análise dos movimentos animais incorporado num SIG, tem grande potencial para a pesquisa em Golfinhos-roazes, em particular se associada a variáveis ecológicas. Entre as componentes mais relevantes contam-se: distribuição de predadores e presas, batimetria e profundidades, informação relativa a correntes e marés, salinidade e parâmetros químicos (nomeadamente poluentes), topografia e vegetação do fundo e tipo de substrato. É possível, com esta informação, criar um modelo de adequabilidade do habitat que permitiria avaliar as zonas de maior qualidade, propôr outras para recuperação ou inclusão nos limites da área protegida por serem relevantes para a conservação desta população, sugerir restrições ao tráfego de embarcações em locais, por exemplo, frequentados por fêmeas na altura da criação, etc.

Por explorar ficam outras funções do *Animal Movement Program*, algumas delas ainda não disponíveis na versão mais actual, como a função *Dinamic and Static Interaction* que permitirá avaliar as relações entre os movimentos de dois indivíduos, em função do tempo ou independentemente dele.

Embora embrionária, esta área apresenta não só desafios que apetece encarar, mas sobretudo soluções que há muito se procuravam no campo analítico da eco-etologia. Permite

enveredar com sucesso por caminhos de complexidade considerável e, em suma, deixa antever, como se espera que esta tese tenha em parte demonstrado, todo um campo de possibilidades que até agora, teimosamente, se fechava ao meio marinho. Destas novas tecnologias esperam-se, também, novas abordagens que beneficiarão tanto os investigadores como os seus objectos de investigação.

## 7. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- ALLEN, M. C.; A. J. READ & L. S. SAYIGH (1998) Fine scale utilization of seagrass habitat by Bottlenose dolphin (*Tursiops truncatus*) near Clearwater, Florida. *In The World Marine Mammal Science Conference. Abstract Volume* (pp. 3). Monaco.
- ALLEN, J. B.; S. D. EIDE; E. A. FORYS; J. E. REYNOLDS; G. M. HAVILAND & J. B. VIEZBICKE (1999) Changes in habitat use and population parameters for Bottlenose dolphins (*Tursiops truncatus*) occupying Boca Ciega Bay, Florida. *In 13th Biennial Conference on the Biology of Marine Mammals. Abstracts* (pp. 4). Wailea, Maui, Hawaii.
- AMLANER, C. J. & D. W. MACDONALD (Eds.) (1980) *A Handbook on Biotelemetry and Radio Tracking*. Pergamon Press. Oxford.
- BALLANCE, L. T. (1992) Habitat use patterns and ranges of the bottlenose dolphin in the gulf of California, Mexico. *Marine Mammal Science*, 8(3): 262-274.
- BILGRE, B. A. & R. H. DEFRAN (1996) Photographic Assessment of *Tursiops* Occurrence and Home Range in Turneffe Atoll, Belize. *In XXI International meeting for the Study of Marine Mammals. Abstracts*. Chetumal, Quintana Roo, Mexico.
- BRITO, C. (2001) Estudo da possível influência de factores ecológicos e comportamentais nas emissões acústicas dos Golfinhos-roazes *Tursiops truncatus* no estuário do Sado. *Relatório de Tese de dissertação para obtenção do grau de Mestre em Etologia*. Instituto Superior de Psicologia Aplicada, Lisboa.
- CAMPBELL, G. S. (1998) Occurrence, Site Fidelity and Group Characteristics of Bottlenose Dolphins (*Tursiops truncatus*) in the Drowned Cayes Region of Belize. *Scientific Report to the Oceanic Society*.
- CARVALHO, I. (2000) Observação e Análise dos Padrões de Comportamento dos Golfinhos-roazes, *Tursiops truncatus* (Montagu, 1821), no estuário do Sado. *Relatório de Estágio da Licenciatura em Biologia Aplicada aos Recursos Animais - Variante Marinhos*. Faculdade de Ciências da Universidade de Lisboa, Lisboa.
- CARWARDINE, M. (1995) *Whales, Dolphins and Porpoises*. Eyewitness handbooks. London, Great Britain.

- CHILVERS, B. L. (2001) Behavioural ecology of bottlenose dolphins, *Tursiops aduncus*, in S.E. Queensland, Australia: adaptation to ecological and anthropogenic influences. *Tese de Doutoramento*. James Cook University, Townsville, Australia.
- DELAUNE, M. G. (2000) *XTools ArcView Extension (Version 10/18/2000)*. Oregon Department of Forestry, U.S.A.
- DOS SANTOS, M. E. (1985) Estudo preliminar da População Sedentária de Roazes, *Tursiops truncatus* (Montagu, 1821) (Cetacea, Delphinidae) no estuário do rio Sado. *Relatório de Estágio de Licenciatura*. Faculdade de Ciências da Universidade de Lisboa, Lisboa.
- DOS SANTOS, M. E. (1998) *Golfinhos-Roazes do Sado: Estudos de Sons e Comportamento*. Instituto Superior de Psicologia Aplicada, Lisboa.
- DOS SANTOS, M. E. & M. LACERDA (1987) Preliminary Observations of the Bottlenose dolphin (*Tursiops truncatus*) in the Sado estuary (Portugal). *Aquatic Mammals*, 13: 65-80.
- DOTY-WILKIN, S. M.; E. A-FORYS; J. E. REYNOLDS, III; K. W. URIAN & R. S. WELLS (1998) Analysis Using GIS of Home Range Characteristics and Habitat Use by Bottlenose Dolphins, *Tursiops truncatus*, in Boca Ciega Bay, Florida, and Surrounding Waters. *In Atlantic Dolphin Research Cooperative. Abstracts* (pp. 10).
- ESCOBAR, F. (2001) *Introduction to GIS*. Disponível on-line em <http://www.sli.unimelb.edu.au/gisweb/> (25-01-2002).
- FREITAS, A. (1995) Estudo preliminar dos padrões de utilização do habitat pela população de golfinhos-roazes (*Tursiops truncatus*) no estuário do Sado. *Relatório de Estágio Profissionalizante para a obtenção do grau de licenciatura em Recursos Faunísticos e Ambiente*. Faculdade de Ciências da Universidade de Lisboa, Lisboa.
- FREITAS, A. & M. E. DOS SANTOS (1998) The differential use of habitat subareas by Bottlenose dolphins. *In The World Marine Mammal Science Conference. Abstract Volume* (pp. 46). Monaco.
- GASPAR, D. R. (1994) Estudo dos movimentos, da sociabilidade e dos padrões de frequência dos roazes *Tursiops truncatus* na região do estuário do Sado, utilizando fotoidentificação. *Relatório de Estágio Profissionalizante para a obtenção do grau de licenciatura em Recursos Faunísticos e Ambiente*. Faculdade de Ciências da Universidade de Lisboa, Lisboa.

- GASPAR, R.; S. HARZEN & M. E. DOS SANTOS (subm.) *Long-term Photo-identification Study of Bottlenose dolphins in the Sado estuary: residency, population size and reproductive parameters*. 21 pp.
- HANSON, M. T. & R. H. DEFRAN (1993) The behaviour and feeding ecology of the Pacific coast bottlenose dolphin, *Tursiops truncatus*. *Aquatic Mammals*, 19.3: 127-142.
- HARRIS, S.; W. J. CRESSWELL; P. G. FORDE; W. J. TREWHELLA; T. WOOLLARD & S. WRAY (1990) Home-range analysis using radio-tracking data –a review of problems and techniques particularly as applied to the study of mammals. *Mammal Rev.*, 20(2/3): 97-123.
- HARZEN, S. (1995) Behaviour and Social Ecology of the Bottlenose Dolphin, *Tursiops truncatus*, in the Sado Estuary, Portugal. *Dissertation submitted to the Faculty of Biology in application for the degree of Doctor of Natural Science*. University of Bielefeld.
- HARZEN, S. & B. J. BRUNNICK (1995) *O Roaz-corvineiro do estuário do Sado, Portugal*.
- HASTIE, G. D.; B. WILSON; K. E. M. WILSON & P. M. THOMPSON (1998) Fine scale distribution of Bottlenose dolphins in the Moray Firth, Scotland. *In The World Marine Mammal Science Conference. Abstract Volume* (pp. 61). Monaco.
- HENNINGSSEN, T.; K. KNICKMEIER & G. LOTTER (1997) Site Fidelity, Movement Pattern and Seasonal Migration of Dolphins in the Peruvian Amazon. *In* P. H. Evans (Ed.) *European Research on Cetaceans - 10. Proceedings of the Tenth Annual Conference of the European Cetacean Society* (pp. 159). Lisbon. Portugal.
- HOOGE, P. N. & B. EICHENLAUB (2000) *Animal Movement Extension to ArcView. Ver. 2.0*. Alaska Science Center - Biological Science Office, U.S., Geological Survey, Anchorage, AK, U.S.A.
- HOOGE, P. N.; W. EICHENLAUB & E. SOLOMON (2001) *Using GIS to Analyze Animal Movements in the Marine Environment*. Disponível on-line em <http://www.tibs.org/jabes/abstracts> (30-10-2001).
- INGRAM, S. N. & E. ROGAN (1998) Behaviour and habitat use of resident Bottlenose dolphins (*Tursiops truncatus*) in the entrance to the Shannon estuary, Ireland. *In The World Marine Mammal Science Conference. Abstract Volume* (pp. 67). Monaco.

- KOSTER, D.; L. SAYIGH; K. URIAN & A. READ (2000) Evidence for Year-round Residency and Extended Home Ranges by Bottlenose Dolphins in North Carolina. *In Atlantic Dolphin Research Cooperative* (pp. 3).
- LOPES DA CUNHA, P. (1994) Estrutura e Dinâmica da Ictiofauna do Estuário do Sado. *Dissertação apresentada à Faculdade de Ciências da Universidade de Lisboa, para obtenção do grau de Doutor*. Faculdade de Ciências da Universidade de Lisboa, Lisboa.
- LOURO, S. (2001) Análise dos assobios emitidos pelos Golfinhos-roazes (*Tursiops truncatus*) no Sado e dos comportamentos associados a estas emissões. *Relatório de Estágio de Licenciatura*. Faculdade de Ciências do Mar e do Ambiente da Universidade do Algarve, Faro.
- MARTIN, A. R. (1997) Using Satellite telemetry to aid the conservation and wise management of Beluga (*Delphinapterus leucas*) populations subject to hunting. *In* P. H. Evans (Ed.) *European Research on Cetaceans - 10. Proceedings of the Tenth Annual Conference of the European Cetacean Society* (pp. 10). Lisbon. Portugal.
- MAZE, K. S. & B. WÜRSIG (1998) Bottlenose dolphins (*Tursiops truncatus*) within the Galveston Bay estuary, Texas: a comparison of Habitat-use patterns. *In The World Marine Mammal Science Conference. Abstract Volume* (pp. 89). Monaco.
- NEUMANN, D. R. (1999) Seasonal Movements of Common Dolphins (*Delphinus delphis*) in the New Zealand - the Influence of Sea-surface Temperature and El Niño/La Niña. *In 13th Biennial Conference on the Biology of Marine Mammals. Abstracts* (pp. 133). Wailea, Maui, Hawaii.
- NORRIS, K. S. & T. P. DOHL (1980) The structure and functions of Cetacean schools. *In* Louis Herman (Ed.). *Cetacean Behavior: Mechanisms and Functions* (pp. 211-261).
- NUNES, S. (2001) Estudo da utilização do habitat pela população sedentária de Golfinhos-roazes, *Tursiops truncatus* (Montagu, 1821), no estuário do Sado, Portugal. *Relatório de Estágio do curso de licenciatura em Biologia Marinha e Pescas*. Universidade do Algarve, Faculdade de Ciências do Mar e do Ambiente, Faro.

- ORTEGA-ORTÍZ, J. G. & A. DELGADO-ESTRELLA (1998) Residence patterns of Bottlenose dolphins in Yucatan peninsula Mexico. *In The World Marine Mammal Science Conference. Abstract Volume* (pp. 100). Monaco.
- PIMENTA, V. (1998) Estudo comparativo de duas alcateias no nordeste do distrito de Bragança. Utilização do espaço e do tempo e hábitos alimentares. *Relatório de Estágio para a Obtenção de Licenciatura em Biologia Aplicada aos Recursos Animais*. Faculdade de Ciências da Universidade de Lisboa, Lisboa.
- REILLY, S. B.; P. C. FIEDLER; K. A. FORNEY & J. BARLOW (1998) Partitioning Geo-spatial and Oceanographic patterns in cetacean habitat analyses. *In The World Marine Mammal Science Conference. Abstracts* (pp. 112). Monaco.
- RICE, D. (1998) *Marine Mammals of the World. Systematics and Distribution*. Society for Marine Mammalogy, U.S.A.
- RODGERS, A. R. & A. P. CARR (1998) *HRE: The Home Range Extension for ArcView™ (Beta Test Version 0.9, July 1998). User's Manual*. Centre for Northern Forest Ecosystem Research, Ontario Ministry of Natural Resources, Canada.
- ROONEY, S. M.; A. WOLFE & T. J. HAYDEN (1998) Autocorrelated data in telemetry studies: time to independence and the problem of behavioural effects. *Mammal Rev.*, 28(2): 89-98.
- SAYIGH, L.; K. URIAN; A. BOCCONCELLI; D. KOSTER; G. JONES; K. HALBROOK & A. READ (1998) Photo-identification and acoustic Monitoring of Bottlenose Dolphins near Wilmington, NC, USA: Evidence for Residency and Extended Home Range. *In The World Marine Mammal Science Conference. Abstract Volume* (pp. 120). Monaco.
- SEAMAN, D. E. & R. A. POWELL (1996) An Evaluation of the accuracy of Kernel Density Estimators for Home Range Analysis. *Ecology*, 77(7): 2075-2085.
- SHANE, S. H. (1990) Behavior and Ecology of the Bottlenose Dolphin at Sanibel Island, Florida. *In* S. Leather wood & R. R. Reeves (Eds.). *The Bottlenose Dolphin* (pp. 245-264). Academic Press. San Diego, California.
- SNPRCN (1990) *Livro Vermelho dos Vertebrados de Portugal. Vol. I: Mamíferos, Aves, Répteis e Anfíbios*. Serviço Nacional de Parques, Reservas e Conservação da Natureza, Lisboa.

- SWIHART, R. K. & N. A. SLADE (2003) *On Testing for Independence of Animal Movements*. American Statistical Association and International Biometric Society. Disponível *on-line* em <http://www.tibs.org/iabes/abstracts> (26-02-2003).
- THOMS, K. A.; S. L. CARLSON; M. E. BOLEN; S. M. DOTY; S. D. EIDE; E. A. FORYS; J. L. ODELL; J. E., III, REYNOLDS & J. B. VIEZBICKE (1998) The use of Geographical Information Systems to relate behavior of Bottlenose dolphins (*Tursiops truncatus*) and environmental parameters in Boca Ciega Bay, Florida. *In The World Marine Mammal Science Conference. Abstract Volume* (pp. 134). Monaco.
- URIAN, K. W.; R. S. WELLS & A. J. READ (2000) Home on the Range: Methods for Estimating Home Range for Bottlenose Dolphins, *Tursiops truncatus*. *In Atlantic Dolphin Research Cooperative. Abstracts* (pp. 1).
- WELLS, R. S.; A. B. IRVINE & M. D. SCOTT (1980) The Social Ecology of Inshore Odontocets. *In* Louis M. Herman (Ed.). *Cetacean Behavior; Mechanisms and Functions* (pp. 263-317).
- WHITE G. C. & R. A. GARROT (1990) *Analysis of wildlife radio-tracking data*. Academic Press Inc. San Diego, California.
- WORTON, B. J. (1989) Kernel Methods for estimating the Utilization Distribution in Home-Range Studies. *Ecology*, 70(1): 164-168.

## **ANEXOS**



Anexo II - Resultados de *Location Statistics*, uma das funções de análise estatística implementadas no *Animal Movement Program*  
(Hooge & Eichenlaub, 2000)

STATNAME	
<b>Minimum X</b>	Valor mínimo da coordenada X
<b>Minimum Y</b>	Valor mínimo da coordenada Y
<b>Maximum X</b>	Valor máximo da coordenada X
<b>Maximum Y</b>	Valor máximo da coordenada Y
<b>Sample Size</b>	Número total de registos (observações)
<b>Mean of X</b>	Valor médio da coordenada X
<b>Mean of Y</b>	Valor médio da coordenada Y
<b>The X Variance</b>	Variância da coordenada X
<b>The Y Variance</b>	Variância da coordenada Y
<b>The XY Variance</b>	Variância XY (não a covariância)
<b>The minimum distance</b>	Distância mínima (m) entre observações
<b>The maximum distance</b>	Distância máxima (m) entre observações
<b>The total distance</b>	Distância total (m) percorrida por conjunto de dados
<b>The mean distance</b>	Distância média (m) percorrida por conjunto de dados
<b>The number of Bearings</b>	Número total de ângulos entre observações
<b>Mean Bearing</b>	Ângulo médio entre observações por conjunto de dados (azimute)
<b>r Concentration of Angles</b>	1-r representa a "Variância Circular"
<b>The Angular Deviation</b>	Desvio Angular (equivalente angular do Desvio Padrão linear)
<b>Rayleigh's z for Angles</b>	Valor de Z no teste de Raleigh para ângulos significativos
<b>Minimum Date</b>	Data da primeira observação por conjunto de dados
<b>Maximum Date</b>	Data da última observação por conjunto de dados
<b>Duration of Study</b>	Número total de dias por conjunto de dados
<b>Minimum Speed(units/day)</b>	Número mínimo de metros percorridos por dia
<b>Maximum Speed(units/day)</b>	Número máximo de metros percorridos por dia
<b>Mean Daily Speed</b>	Número médio de metros percorridos por dia
<b>The Linearity</b>	Distância entre o último ponto do percurso e a distância total percorrida
<b>r2</b>	Medida de dispersão dos dados; refere-se à Distância Média Quadrada (MSD) a partir do centro de actividade
<b>t2</b>	Distância entre observações sucessivas
<b>t2/r2 ratio</b>	Razão de Schoener para análise da Autocorrelação. R2/MSD entre observações sucessivas
<b>Primary Axis Length</b>	Comprimento do eixo principal (Bivariada Normal)
<b>Secondary Axis Length</b>	Comprimento do eixo secundário (Bivariada Normal)
<b>Primary Axis Angle</b>	Ângulo entre o eixo principal e o eixo dos XX (de 90° a -90°)
<b>Ecentricity</b>	Razão entre o eixo principal e o eixo secundário
<b>Cramer-von Mises</b>	Teste estatístico de Aleatoriedade Espacial Completa (CSR)
<b>CM Heterogeneity p.</b>	Probabilidade para rejeitar a hipótese nula de CSR do teste Cramer-von Mises
<b>MCP Area</b>	Área do Mínimo Polígono Convexo (m); calcula a área entre todos os pontos do conjunto de dados
<b>95% Ellipse Area</b>	Elipse bivariada Normal (95%)
<b>Harmonic Mean X Value</b>	Coordenada X da média harmónica
<b>Harmonic Mean Y Value</b>	Coordenada Y da média harmónica
<b>Nearest-Neighbor R</b>	Teste estatístico <i>Nearest-Neighbor</i>
<b>Nearest-Neighbor z</b>	Valor de Z do teste <i>Nearest-Neighbor</i>
<b>Nearest-Neighbor p</b>	Probabilidade para rejeitar a hipótese nula de CSR através do teste <i>Nearest-Neighbor</i>

**ANEXO III** - Valores da área vital média, dos erros padrão e dos desvios padrão calculados para todos os indivíduos estudados, em função de um número crescente de localizações no teste *Minimum Convex Polygon Sample Size Bootstrap*.

FAC

SAMSIZE	MEANAREA	LOWER	UPPER	STDERR	STDDEV	N	TYPE
5	9135244,1397	6659771,6913	11610716,5882	2475472,4484	5535324,6711	100	Bootstrap
10	19403797,6509	17287065,7254	21520529,5764	2116731,9255	6693694,0806	100	Bootstrap
15	24604696,3948	23118573,8570	26090818,9327	1486122,5379	5755727,8395	100	Bootstrap
20	27817733,2676	26556424,6003	29079041,9349	1261308,6673	5640743,8412	100	Bootstrap
25	30812685,6273	29857660,4473	31767710,8073	955025,1800	4775125,8999	100	Bootstrap
30	31642708,1047	30776496,2277	32508919,9817	866211,8770	4744437,8461	100	Bootstrap
35	33532188,1868	32664377,1960	34399999,1777	867810,9908	5134039,0585	100	Bootstrap
40	35538814,4826	34783503,7803	36294125,1850	755310,7024	4777004,3211	100	Bootstrap
45	34697185,6103	34007479,7065	35386891,5141	689705,9038	4626687,8562	100	Bootstrap
50	36660197,6147	36035933,4684	37284461,7609	624264,1463	4414214,1107	100	Bootstrap
55	37646482,8590	37002193,7998	38290771,9181	644289,0591	4778175,5456	100	Bootstrap
60	37852027,3108	37302856,4005	38401198,2210	549170,9102	4253859,5792	100	Bootstrap
65	38709890,8042	38189953,8937	39229827,7146	519936,9105	4191865,3850	100	Bootstrap
70	38916886,2857	38444364,8124	39389407,7590	472521,4733	3953398,2840	100	Bootstrap
75	39213111,9489	38792710,4537	39633513,4441	420401,4952	3640783,7461	100	Bootstrap
80	39637179,9889	39155974,9678	40118385,0099	481205,0211	4304028,5530	100	Bootstrap
85	40902542,7421	40482471,7119	41322613,7723	420071,0302	3872863,5381	100	Bootstrap
90	40894830,1353	40476733,8283	41312926,4423	418096,3070	3966409,8339	100	Bootstrap
95	41229110,7772	40848069,3451	41610152,2094	381041,4322	3713932,4761	100	Bootstrap
100	41453069,8499	41040589,6357	41865550,0640	412480,2142	4124802,1419	100	Bootstrap
105	42137114,6676	41762536,6602	42511692,6751	374578,0074	3838282,4003	100	Bootstrap
110	42478634,1894	42132003,0839	42825265,2948	346631,1055	3635497,7047	100	Bootstrap

FAR

SAMSIZE	MEANAREA	LOWER	UPPER	STDERR	STDDEV	N	TYPE
5	11058036,9099	8662769,3928	13453304,4270	2395267,5171	5355980,9926	100	Bootstrap
10	20515604,1326	18502404,8351	22528803,4302	2013199,2975	6366295,1641	100	Bootstrap
15	25887940,2887	24688605,0188	27087275,5587	1199335,2699	4645005,5270	100	Bootstrap
20	28733863,7367	27498516,7161	29969210,7574	1235347,0206	5524639,8278	100	Bootstrap
25	29722679,6990	28602719,2584	30842640,1395	1119960,4406	5599802,2028	100	Bootstrap
30	31760690,1090	30908839,5823	32612540,6356	851850,5266	4665777,4906	100	Bootstrap
35	32682653,0489	31848621,0821	33516685,0156	834031,9668	4934199,6570	100	Bootstrap
40	34034525,7342	33306816,4917	34762234,9767	727709,2425	4602437,3612	100	Bootstrap
45	34783012,0570	34076702,8728	35489321,2412	706309,1842	4738066,0471	100	Bootstrap
50	36040919,4157	35424010,7807	36657828,0507	616908,6350	4362202,7917	100	Bootstrap

**GOR**

SAMSIZE	MEANAREA	LOWER	UPPER	STDERR	STDDEV	N	TYPE
5	8441247,1868	6096305,0060	10786189,3677	2344942,1808	5243450,1197	100	Bootstrap
10	15483577,2716	13887503,7118	17079650,8314	1596073,5598	5047227,7621	100	Bootstrap
15	21078202,9106	19538268,4040	22618137,4171	1539934,5065	5964140,6981	100	Bootstrap
20	25244928,0948	23694339,5377	26795516,6520	1550588,5572	6934442,8379	100	Bootstrap
25	29003384,3937	27660350,0147	30346418,7728	1343034,3790	6715171,8952	100	Bootstrap
30	30194882,0247	29098112,5712	31291651,4782	1096769,4535	6007253,7006	100	Bootstrap
35	32234349,2224	31219673,4485	33249024,9962	1014675,7738	6002902,8320	100	Bootstrap
40	33858354,3509	33007890,4905	34708818,2113	850463,8604	5378805,7332	100	Bootstrap
45	35023698,9743	34217051,3818	35830346,5668	806647,5925	5411156,5522	100	Bootstrap
50	34935242,2384	34146936,7474	35723547,7293	788305,4910	5574161,5831	100	Bootstrap
55	36542143,6823	35847958,2886	37236329,0759	694185,3937	5148216,6662	100	Bootstrap
60	38010522,3991	37446807,6080	38574237,1901	563714,7911	4366515,9956	100	Bootstrap
65	38751291,3229	38272810,1055	39229772,5403	478481,2174	3857638,9026	100	Bootstrap

MUR

SAMSIZE	MEANAREA	LOWER	UPPER	STDERR	STDDEV	N	TYPE
5	6085541,4982	4565358,9345	7605724,0619	1520182,5637	3399231,5506	100	Bootstrap
10	10575950,9827	9422855,0583	11729046,9072	1153095,9244	3646409,4819	100	Bootstrap
15	13764786,3866	12859064,0726	14670508,7006	905722,3140	3507847,4383	100	Bootstrap
20	15273255,3650	14639082,3117	15907428,4183	634173,0533	2836108,1134	100	Bootstrap
25	17003081,9780	16386171,8464	17619992,1096	616910,1316	3084550,6579	100	Bootstrap
30	17758019,0120	17237567,3676	18278470,6565	520451,6444	2850631,0574	100	Bootstrap
35	18273002,8544	17785013,9811	18760991,7276	487988,8732	2886981,1073	100	Bootstrap
40	19524672,2997	19138801,0456	19910543,5538	385871,2541	2440464,0930	100	Bootstrap
45	19579400,6808	19256349,3550	19902452,0066	323051,3258	2167094,1743	100	Bootstrap
50	20162420,7180	19840680,6780	20484160,7581	321740,0400	2275045,6410	100	Bootstrap
55	20829510,8805	20547689,8790	21111331,8819	281821,0014	2090040,4845	100	Bootstrap
60	21155803,1162	20899995,4321	21411610,8003	255807,6841	1981477,8007	100	Bootstrap
65	21247348,5094	21003354,9664	21491342,0524	243993,5430	1967138,8325	100	Bootstrap
70	21667486,1918	21420223,3363	21914749,0474	247262,8555	2068749,4728	100	Bootstrap
75	22093804,6608	21910504,6577	22277104,6639	183300,0031	1587424,5921	100	Bootstrap

THO

SAMSIZE	MEANAREA	LOWER	UPPER	STDERR	STDDEV	N	TYPE
3	2810466,1524	602832,0187	5018100,2860	2207634,1336	3823734,4840	100	Bootstrap
4	4933989,5233	2449707,8863	7418271,1604	2484281,6370	4968563,2741	100	Bootstrap
5	6885210,1425	4506738,3508	9263681,9341	2378471,7916	5318424,6087	100	Bootstrap
6	8407525,0843	6043766,0147	10771284,1540	2363759,0697	5790003,5955	100	Bootstrap
7	10031695,3338	7915673,4359	12147717,2316	2116021,8979	5598467,7105	100	Bootstrap
8	11899222,0014	10261281,7443	13537162,2585	1637940,2571	4632794,6518	100	Bootstrap
9	13493827,9245	11832869,3292	15154786,5198	1660958,5953	4982875,7860	100	Bootstrap
10	13547354,8887	12012824,2265	15081885,5510	1534530,6623	4852612,0321	100	Bootstrap
11	14426566,5890	12938796,2726	15914336,9055	1487770,3165	4934375,9140	100	Bootstrap
12	15760214,0118	14422132,2704	17098295,7531	1338081,7414	4635251,1215	100	Bootstrap
13	16744211,0344	15666597,5654	17821824,5034	1077613,4690	3885390,6176	100	Bootstrap
14	16265189,5556	15186781,3365	17343597,7747	1078408,2191	4035034,0790	100	Bootstrap
15	17183036,8761	16289549,9910	18076523,7612	893486,8851	3460459,8259	100	Bootstrap
16	17361318,7561	16371704,3636	18350933,1485	989614,3925	3958457,5699	100	Bootstrap

TRU

SAMSIZE	MEANAREA	LOWER	UPPER	STDERR	STDDEV	N	TYPE
3	1801980,4255	415479,6659	3188481,1852	1386500,7597	2401489,7605	100	Bootstrap
4	2166102,5063	1030541,0757	3301663,9370	1135561,4306	2271122,8613	100	Bootstrap
5	3300148,4113	1857051,7780	4743245,0446	1443096,6333	3226862,1702	100	Bootstrap
6	4384846,0561	2976472,2118	5793219,9004	1408373,8443	3449797,2856	100	Bootstrap
7	5203563,7092	3883552,7113	6623574,7072	1320010,9980	3492420,8285	100	Bootstrap
8	7193918,2291	5809513,8071	8578322,6511	1384404,4220	3915687,0188	100	Bootstrap
9	6728766,0327	5411889,5793	8045642,4860	1316876,4533	3950629,3600	100	Bootstrap
10	7211074,5990	5973906,5690	8448242,6290	1237168,0300	3912268,8231	100	Bootstrap
11	7640142,0163	6524744,8458	8755539,1867	1115397,1705	3699353,9066	100	Bootstrap
12	7383764,5593	6397957,8020	8369571,3166	985806,7573	3414934,7802	100	Bootstrap
13	8978183,1781	7843873,5800	10112492,7762	1134309,5981	4089811,4183	100	Bootstrap