

Universidade do Algarve

Faculdade de Ciências do Mar e do Ambiente

Aplicação de marcação convencional e telemetria no
estudo dos movimentos de quatro espécies de
esparídeos na Ria Formosa

Dissertação para a obtenção do grau de mestre em Estudos Marinhos e
Costeiros

David Maria Aguiar Abecasis

Faro

2007

NOME: David Maria Aguiar Abecasis

DEPARTAMENTO: Faculdade de Ciências do Mar e Ambiente

ORIENTADOR: Doutor Karim Erzini

DATA: 21 de Janeiro de 2008

TÍTULO DA DISSERTAÇÃO:

Aplicação de marcação convencional e telemetria no estudo dos movimentos de quatro espécies de esparídeos na Ria Formosa

JÚRI: Presidente: Doutor Tomasz Boski

Vogais: Doutor Karim Erzini

Doutor Pedro Afonso Santos

Agradecimentos

Ao Prof. Karim Erzini por me ter orientado durante a realização deste trabalho.

A todo o K-team, pela maneira como me acolheram e ajudaram durante a realização deste trabalho. Em especial aos que mais me ajudaram no trabalho de campo, L. Bentes, Fred, Veiga, P. Monteiro e ainda ao Diogo Tavares.

À Fundação Luso-Americana para o Desenvolvimento por me ter dado a possibilidade de realizar um estágio no Hawai'i Institute of Marine Biology que permitiu adquirir mais conhecimentos no campo da telemetria.

Ao Dr. Kim Holland por me ter recebido e orientado durante a minha estadia no Hawai'i Institute of Marine Biology.

Ao Dr. Carl Meyer pelos seus conselhos e ajuda na elaboração da base de dados.

A toda a minha família por todo o apoio que sempre me deram nesta complicada vida de biólogo marinho.

À Rita, minha mulher, por todo o seu apoio e ajuda em mais uma etapa.

Este trabalho está inserido no Projecto "Dinâmica espaço-temporal e utilização de habitats de esparídeos na ria Formosa" financiado pela Fundação para a Ciência e a Tecnologia.

Resumo

A Ria Formosa é um dos maiores sistemas lagunares da costa portuguesa. Este tipo de habitats é considerado especialmente vulnerável à destruição e degradação. Desta forma, torna-se premente conhecer a sua ictiofauna e o tipo de utilização que esta faz do sistema lagunar, de modo a proceder a uma correcta gestão do sistema. Este estudo teve como objectivo determinar a eficácia da utilização de telemetria e marcação convencional no estudo dos movimentos e utilização de habitat por parte de quatro espécies de esparídeos na Ria Formosa. Posteriormente, e de uma forma preliminar, procurou-se obter dados sobre o tamanho das áreas ocupadas, caracterizar movimentos e períodos de actividade para as espécies: *Diplodus sargus*, *Diplodus vulgaris*, *Sarpa salpa* e *Sparus aurata*.

Os resultados da marcação convencional (n=1980) demonstraram que os juvenis das espécies *D. vulgaris* e *S. salpa* possuem uma elevada fidelidade ao local, efectuando pequenas deslocações. O reduzido número de recapturas não permitiu retirar ilações para as espécies *D. sargus* e *S. aurata*.

Através de telemetria acústica (n=21) foi possível observar que as espécies *D. sargus* e *D. vulgaris* apresentam uma elevada fidelidade ao local, com a última a utilizar uma área vital menor. A espécie *S. salpa* exibiu uma elevada dispersão pela área de estudo. Observou-se ainda que a espécie *S. aurata* apresenta capacidade de regressar ao mesmo local depois de libertada a alguma distância. Dois tipos de comportamento foram identificados para esta espécie, com indivíduos mais activos à noite e outros mais activos durante o dia.

Abstract

Ria Formosa is one of the largest lagoon systems on the Portuguese coast. This type of habitat is considered particularly vulnerable to destruction and degradation mainly because of human activities. This makes the knowledge of the ichthyofauna, and particularly the way it uses this system extremely necessary to proceed with an adequate management of the system and the species. Being so, the main objectives of this study were to determine the suitability of the use of acoustic telemetry and conventional tagging on the study of the movements and habitat use by four of the most important sparid fishes that inhabit Ria Formosa. Preliminary results on movements, home range and activity period of *Diplodus vulgaris*, *Diplodus sargus*, *Sarpa salpa* and *Sparus aurata* were ensuing objectives.

Results on conventional tagging (n=1980) showed that juveniles of *D. vulgaris* and *S. salpa* perform small displacements demonstrating high site fidelity. The small number of recaptures of tagged *D. sargus* and *S. aurata* did not allow any conclusions.

The use of acoustic telemetry (n=21) allowed us to observe that *D. vulgaris* and *D. sargus* show high site fidelity, with the first having a smaller home range. In contrast, *S. salpa* dispersed throughout the study area. *S. aurata* showed homing abilities after being released 3,8 km away from the capture position. Two different behavioral patterns were noticeable, some individuals being more active during the night while others were more active during the day.

ÍNDICE

AGRADECIMENTOS	i
RESUMO	ii
ABSTRACT	iii
LISTA DE TABELAS	vi
LISTA DE FIGURAS	viii
1. INTRODUÇÃO	1
1.1. MARCAÇÃO E RECAPTURA	1
1.2. TELEMETRIA	3
1.3. RIA FORMOSA	8
1.4. ESPARÍDEOS	10
1.5. OBJECTIVOS	13
2. MATERIAL E MÉTODOS	14
2.1. ÁREA DE ESTUDO	14
2.2. MARCAÇÃO E RECAPTURA	16
2.3. TELEMETRIA ACÚSTICA	18
2.3.1. <i>Características das marcas utilizadas</i>	21
2.3.2. <i>Testes de alcance</i>	22
2.3.3. <i>Marcação com marcas acústicas</i>	23
2.4. ANÁLISE DOS DADOS	23
2.4.1. <i>Marcação e recaptura</i>	24
2.4.2. <i>Telemetria</i>	24

3. RESULTADOS	27
3.1. MARCAÇÃO E RECAPTURA	27
3.1.1. <i>Diplodus vulgaris</i> (safia).....	29
3.1.2. <i>Diplodus sargus</i> (sargo).....	31
3.1.3. <i>Sarpa salpa</i> (salema).....	32
3.1.4. <i>Sparus aurata</i> (dourada).....	34
3.2. TELEMETRIA ACÚSTICA.....	35
3.2.1. Testes de alcance.....	37
3.2.2. Telemetria acústica activa	39
3.2.3. Telemetria acústica passiva.....	41
4. DISCUSSÃO	64
4.1. APLICAÇÃO DOS MÉTODOS.....	64
4.1.1. <i>Marcação e recaptura</i>	64
4.1.2. <i>Telemetria acústica</i>	65
4.1.3. <i>Testes de alcance</i>	66
4.1.4. <i>Telemetria activa</i>	66
4.1.5. <i>Telemetria passiva</i>	67
4.2. ECOLOGIA	68
4.2.1. <i>Marcação e recaptura</i>	68
4.2.2. <i>Telemetria acústica</i>	68
5. CONCLUSÕES	73
6. BIBLIOGRAFIA	75

Lista de Tabelas

Tabela I. Características da Ria Formosa.	9
Tabela II Data de colocação e recuperação para cada um dos receptores VR2 utilizados.	20
Tabela III. Número de indivíduos marcados e intervalo do comprimento furcal por espécie.	27
Tabela IV Número de recapturas por intervalo de tempo e distância percorrida entre a captura e a recaptura para os exemplares de <i>Diplodus vulgaris</i>	29
Tabela V Número de recapturas por intervalo de tempo e distância percorrida entre a captura e a recaptura para os exemplares de <i>Sarpa salpa</i>	34
Tabela VI. Número de identificação (NI) de cada exemplar marcado, espécie, comprimento total (CT), data de marcação e data da última detecção.	36
Tabela VII Índices de residência para cada um dos exemplares de <i>Diplodus vulgaris</i> marcados. Valores a negrito indicam a zona de captura/largada. – sem detecções.	43
Tabela VIII Índices de residência para cada um dos exemplares de <i>Diplodus sargus</i> marcados. Valores a negrito indicam o local de captura/largada. – sem detecções.	48

Tabela IX Índices de residência para cada um dos exemplares de *Sarpa salpa*. Valores a negrito indicam o local de largada. * local de captura. – sem detecções..... 52

Tabela X Índices de residência para cada um dos exemplares de *Sparus aurata*. Valores a negrito indicam o local de largada. * local de captura. – sem detecções..... 57

Tabela XI Resultados do teste de χ^2 para a detecção de diferenças no número de detecções entre os períodos diurno e noturno para os exemplares de *Sparus aurata*..... 62

Tabela XII Resultados do teste de χ^2 para a detecção de diferenças entre o número de detecções durante os períodos de enchente e de vazante para os exemplares de *Sparus aurata*. 63

Lista de Figuras

Figura 2.1 Mapa com a localização da área de estudo (área a preto)...	15
Figura 2.2 Mapa com a localização dos pontos de captura e marcação.	17
Figura 2.3 Localização dos receptores acústicos VR2 na primeira fase do estudo.....	19
Figura 2.4 Localização dos receptores acústicos VR2 na segunda fase do estudo.....	20
Figura 3.1 Proporção de cada espécie marcada em cada um dos locais de marcação.....	28
Figura 3.2 Proporção de recapturas por espécie em cada um dos locais.	28
Figura 3.3 Distância percorrida pelos indivíduos de <i>Diplodus vulgaris</i> recapturados ao longo do tempo.....	30
Figura 3.4 Distância média percorrida por dia de liberdade relativamente ao comprimento furcal pelos indivíduos de <i>Diplodus vulgaris</i> recapturados. ...	30
Figura 3.5 Mapa com a localização do ponto de captura (●), local de largada (●) e local de recaptura (●) do exemplar de <i>Diplodus sargus</i> recapturado por um pescador recreativo.....	32
Figura 3.6 Distância percorrida pelos indivíduos recapturados de <i>Sarpa salpa</i> ao longo do tempo.	33

Figura 3.7 Distância percorrida em média por dia de liberdade relativamente ao comprimento furcal pelos indivíduos de *Sarpa salpa* recapturados. 33

Figura 3.8 Mapa com o local de marcação (●) e o local de recaptura 90 dias após a libertação (●) de um exemplar de *Sparus aurata*. 35

Figura 3.9 Mapa da zona da ilha de Faro com a localização dos receptores VR2 e posições dos testes de alcance. (○ - detectado pelo receptor A; ● - detectado pelo receptor B; ○ - detectado pelo receptor D; ● - detectado pelo receptor E; ● - não foram detectados). O receptor C não se encontra representado pois durante os testes de alcance este receptor ainda não se encontrava colocado. 38

Figura 3.10 Mapa da zona junto à Barra de S. Luís com a localização dos receptores VR2 e posições dos testes de alcance. (● - não detectados; ○ - detectados pelo receptor G; ● - detectados pelo receptor H). Os receptores F1, G1, I e J não se encontravam colocados durante a realização destes testes. . 38

Figura 3.11 Trajecto efectuado pelo exemplar de *Diplodus vulgaris* # 1 durante o ciclo de 24h de telemetria activa efectuado no período entre as 13h20 do dia 19/11/2006 e as 13h45 do dia 20/11/2006. 40

Figura 3.12 Localização das principais posições obtidas durante o ciclo de telemetria activa para o individuo de *Diplodus vulgaris* # 1. 40

Figura 3.13 Distribuição de kernel para o exemplar de *Diplodus vulgaris* # 1 baseado nas detecções de telemetria activa. Linha branca delimita a área vital (kernel 95%). Linha preta delimita o centro de actividade (kernel 50%). ... 41

Figura 3.14 Detecções por receptor ao longo do tempo para o exemplar de <i>Diplodus vulgaris</i> # 1. Local de captura - * .	44
Figura 3.15 Detecções por receptor ao longo do tempo para o exemplar de <i>Diplodus vulgaris</i> # 3. Local de captura - * .	44
Figura 3.16 Detecções por receptor ao longo do tempo para o exemplar de <i>Diplodus vulgaris</i> # 4. Local de captura - * .	45
Figura 3.17 Número de detecções em cada hora para os exemplares de <i>Diplodus vulgaris</i> # 3 (linha contínua) e # 4 (linha tracejada). Área sombreada representa o período nocturno.	45
Figura 3.18 Mapa com as localizações do local da captura (●) no dia 7/12/2006 do exemplar de <i>Diplodus sargus</i> # 5; (◐) local da libertação no dia 7/12/2006 e (●) local da recaptura por pescador amador a 26/01/2007.	46
Figura 3.19 Detecções por receptor ao longo do tempo para o exemplar de <i>Diplodus sargus</i> # 6. Local de captura - * .	49
Figura 3.20 Detecções por receptor ao longo do tempo para o exemplar de <i>Diplodus sargus</i> # 7. Local de captura - * .	50
Figura 3.21 Número de detecções por hora para os exemplares de <i>Diplodus sargus</i> # 6 (linha tracejada) e # 7 (linha contínua). Área sombreada representa o período nocturno.	50
Figura 3.22 Detecções por receptor ao longo do tempo para o exemplar de <i>Sarpa salpa</i> # 8. Local de largada - ** . Local de captura - * .	54
Figura 3.23 Detecções por receptor ao longo do tempo para o exemplar de <i>Sarpa salpa</i> # 11. Local de captura - * .	54

Figura 3.24 Detecções por receptor ao longo do tempo para o exemplar de <i>Sarpa salpa</i> # 12. Local de captura - *	55
Figura 3.25 Número de detecções totais por receptor ao longo do dia para o exemplar de <i>Sarpa salpa</i> # 12. Zonas sombreadas representam período nocturno.	55
Figura 3.26 Detecções por receptor ao longo do tempo para o exemplar de <i>Sparus aurata</i> # 16.....	58
Figura 3.27 Detecções por receptor ao longo do tempo para o exemplar de <i>Sparus aurata</i> # 18. Local de captura - *	59
Figura 3.28 Detecções por receptor ao longo do tempo para o exemplar de <i>Sparus aurata</i> # 19. Local de captura - *	60
Figura 3.29 Detecções por receptor ao longo do tempo para o exemplar de <i>Sparus aurata</i> # 17. Local de captura - *	61
Figura 3.30 Detecções por receptor ao longo do tempo para o exemplar de <i>Sparus aurata</i> # 20. Local de captura – *	61
Figura 3.31 Detecções por receptor ao longo do tempo para o exemplar de <i>Sparus aurata</i> # 21. Local de captura - *	62
Figura 3.32. Número de detecções diárias do exemplar de <i>Sparus aurata</i> # 15 na área coberta pelo receptor F. Zonas sombreadas representam noite. A linha azul representa a altura da maré.	63

1. Introdução

O estudo dos ictiopovoamentos estuarinos assume particular importância para a gestão sustentada e valorização do nosso património natural. Para além disso, a introdução de novos conceitos na gestão pesqueira, como habitats essenciais para peixes, áreas marinhas protegidas e áreas críticas, entre outros, aumentaram a necessidade de obter mais conhecimentos sobre a utilização do habitat por parte dos peixes (Heupel et al., 2006). A determinação das áreas utilizadas por determinada espécie, ao longo do dia, mês ou ano, é fundamental para a compreensão da sua ecologia e “história de vida” (life history), com implicações directas para a sua gestão (Zeller, 1997; Heupel et al., 2006).

A marcação de peixes é uma importante ferramenta que nos permite estudar os padrões de movimentação e migração das espécies, permitindo simultaneamente reunir outras informações fundamentais para uma correcta gestão dos recursos, tais como a idade e crescimento (Hilborn et al., 1990; McFarlane et al., 1990). Com o intuito de obter este tipo de conhecimentos têm sido levados a cabo estudos que recorrem principalmente a duas técnicas: marcação/recaptura e telemetria.

1.1. Marcação e recaptura

Os tradicionais métodos de marcação e recaptura, utilizando marcas externas, têm sido utilizados desde o século XIX para estudar a movimentação dos peixes (McFarlane et al., 1990). A partir dos anos 30 estes métodos

passaram também a ser utilizados para obter informações acerca de idade e crescimento, estimar a dimensão das populações, taxas de mortalidade e sobrevivência (McFarlane et al., 1990). Actualmente, a marcação/recaptura é ainda frequentemente utilizada em estudos de marcação, tanto em larga escala, como nos estudos de marcação em tunídeos levados a cabo pela ICCAT (International Commission for the Conservation of Atlantic Tunas) (Miyake, 1990), mas também em estudos de menor escala (Able et al., 2006; Fritsch et al., 2007).

Os tipos de marcas utilizadas podem variar entre marcas físicas, pigmentos e mutilações. As marcas físicas são as mais utilizadas, existindo vários formatos, que consistem na maioria dos casos num filamento de plástico. Na marcação de raias e pleuronectiformes é também comum a utilização de marcas em forma de disco, conhecidas como disco de Petersen. As marcas físicas apresentam o contacto da organização responsável e ainda um código único que permite identificar individualmente o peixe. São, regra geral, bastante conspícuas, quer devido à sua cor quer pelo local onde são fixadas. Ao longo do tempo têm sido testados e utilizados vários métodos de inserção das marcas. Hoje em dia, os mais recorrentes utilizam um dardo de plástico ou aço inserido na musculatura (McFarlane et al., 1990).

A marcação e recaptura permite a quantificação das taxas de dispersão e das distâncias mínimas percorridas, permitindo ainda tirar ilações acerca da estrutura do stock, taxas de crescimento e mortalidade (McFarlane et al., 1990; Shepherd et al., 2006). No entanto, não possui capacidade para nos dar informação acerca de movimentos diários, utilização do habitat e padrões de actividade (Cartamil et al., 2003; Rogers and White, 2006). Pois não permite

conhecer a localização dos peixes entre o momento marcação/libertação e o momento da recaptura (Winter and Ross, 1982). Esta técnica está dependente da recaptura dos indivíduos marcados, que geralmente são apenas uma pequena percentagem do total marcado, havendo por esta razão a necessidade de se marcar um elevado número de peixes de modo a obter resultados satisfatórios (Mathews and Barker, 1983). Em termos médios é esperada uma taxa de recuperação entre os 5 e os 15% havendo contudo espécies cujas taxas não atingem 1%. Uma fraca adesão por parte das comunidades piscatórias envolvidas está usualmente ligada ao desconhecimento dos objectivos do estudo ou à recompensa oferecida em troca (Fable, 1990). As baixas taxas de recaptura podem comprometer os objectivos do estudo.

1.2. Telemetria

A telemetria é uma técnica que nos permite estudar à distância a movimentação, o comportamento e o tipo de habitat utilizado por indivíduos portadores de transmissores especialmente desenhados para o efeito. Estes transmissores emitem informação sob a forma de energia sonora, a qual se torna disponível para o investigador através de receptores (Reine, 2005). A informação pode ser emitida sob a forma de sequências de sinais simples anunciando a presença de um indivíduo junto ao receptor, ou sinais mais complexos que incluem, para além da posição, informação sobre outras variáveis (temperatura, profundidade, entre outras).

Os recentes avanços na tecnologia têm permitido que os estudos de telemetria se tenham tornado cada vez mais importantes e comuns na biologia

marinha (Heupel et al., 2006). O desenvolvimento de equipamentos cada vez mais fiáveis e de menores dimensões tem proporcionado uma utilização cada vez mais vasta, diversificando a sua utilização quer em espécies de menores dimensões quer em regiões pouco acessíveis (Holland et al., 1999; Meyer et al., 2007). Nas últimas décadas os estudos com recurso a telemetria têm fornecido resultados importantes no que diz respeito a padrões de movimentação, selecção de habitats, área vital e comportamento de peixes no meio selvagem (Zeller, 1999; Wetherbee et al., 2001; Jadot et al., 2002). Os avanços na telemetria têm facilitado a monitorização contínua da posição dos peixes e seus movimentos, tornando-a uma ferramenta importante especialmente em questões relacionadas com padrões de migração e áreas marinhas protegidas (Zeller, 1997).

Na implementação desta técnica podem ser utilizados três tipos de transmissores: satélite, rádio-acústicos e acústicos. Os transmissores por satélite são utilizados em espécies que se movimentam perto da superfície, permitindo por isso a transmissão do sinal para os satélites mais próximos utilizando uma frequência UHF (401.65 MHz). Devido à utilização de satélites este tipo de marcas é o mais exigente financeiramente. Os transmissores rádio-acústicos são utilizados em ambientes dulce-aquícolas, possuem uma antena externa e transmitem em frequências entre os 20 e os 300 MHz o que faz com que o sinal seja rapidamente absorvido em água salgada (Pincock e Voegeli, 2002). Por último, os transmissores acústicos, com frequências entre os 30 e os 300 kHz, são os mais apropriados para estudos a realizar em zonas marinhas uma vez que dos três transmissores mencionados é o que apresenta uma maior eficiência na propagação do sinal em águas marinhas e/ou salobras

(Voegeli et al., 2001; Reine, 2005). Para além dos transmissores “standard”, os quais nos dão localizações horizontais da posição dos peixes marcados, existem ainda vários transmissores que nos podem dar informações adicionais tais como a temperatura, profundidade, batimento cardíaco, pH do estômago, entre outras.

A escolha das marcas a utilizar está dependente do tipo de dados que se desejam obter. Para além do tipo (rádio, acústico ou satélite) existem várias características que têm que ser tomadas em conta no momento da escolha do transmissor e que dizem respeito ao tamanho da marca, duração da bateria e alcance. Todas estas características estão dependentes do tamanho da bateria, uma vez que baterias maiores permitem uma maior duração e também um maior alcance. Existe assim um compromisso entre o tamanho do transmissor e a sua duração e potência de emissão. Na prática, por razões anatómicas e fisiológicas, são utilizados transmissores que não possuam mais de 2% do peso total do peixe a marcar (Winter, 1983).

Os estudos de telemetria baseiam-se em inferências feitas a partir de peixes marcados, os quais raramente são recapturados. Assim, torna-se crucial escolher e implementar a forma mais correcta de marcar os indivíduos, uma vez que não existe nenhum grupo de controlo (Jepsen et al., 2002). Existem, basicamente, três tipos de métodos que são frequentemente utilizados para colocar as marcas: 1) inserção no estômago, através da boca; 2) implantação na cavidade peritoneal através de cirurgia e 3) fixação externa. Muitos estudos têm sido feitos sobre diferentes métodos de marcação e os seus efeitos nos peixes (Martinelli et al., 1998; Zeller, 1999; Thorstad et al., 2000; Eristhee et al., 2001; Bégout Anras et al., 2003; Jadot, 2003; Jadot et al., 2005; Meyer and

Honebrink, 2005; Guedes da Rosa, 2006). Contudo, estes parecem indicar que não existe uma única técnica correcta, mas que está intimamente relacionada com a espécie e o seu comportamento. Por esta razão estudos em diferentes espécies têm utilizado diferentes técnicas de marcação.

Hoje em dia, a telemetria acústica é uma das técnicas mais eficientes na determinação de áreas vitais, padrões de actividade diária, fidelização ao local e preferências em termos de habitats (Jadot et al., 2006; Afonso, 2007; Meyer et al., 2007). Esta técnica permite-nos obter dados relativos à sua posição e movimentos, de uma forma relativamente contínua, através da emissão de sinais acústicos. A captação destes sinais sonoros pode ser efectuada activamente, em tempo real, ou passivamente, utilizando estações receptoras. Em qualquer um dos casos, o primeiro passo é fixar um transmissor ao peixe. Este transmissor vai posteriormente emitir um sinal sonoro que será captado por um hidrofone. A localização deste hidrofone depende do tipo de telemetria utilizada: activa ou passiva.

Durante a realização de telemetria activa o hidrofone é montado numa embarcação que segue, em tempo real, o sinal acústico emitido pelo indivíduo marcado. A intensidade do sinal recebido dá uma ideia relativa da distância entre a embarcação e o peixe. A direcção em que se encontra o peixe (azimute) pode ser determinada com a ajuda de um hidrofone direccionado ou utilizando um hidrofone de múltiplos elementos. As embarcações utilizadas na telemetria activa vão desde kayaks (Meyer e Holland, 2001) até navios de grande porte (Holland et al., 1999). Este tipo de monitorização implica bastante trabalho e por isso a sua duração varia entre algumas horas a 1 ou 2 dias, encontrando-se em larga escala dependente das condições do mar e da

resistência da tripulação. Idealmente estas experiências decorrem passado o período de recuperação do indivíduo marcado, quando este passa a exibir o seu comportamento natural. Assim, a telemetria activa é um método ideal para responder a questões relativas a movimentos de fina escala. No entanto também apresenta as suas desvantagens, nomeadamente a curta duração dos ciclos de monitorização e o intenso trabalho necessário durante a realização dos mesmos.

Na telemetria passiva utilizam-se hidrofones fixos submersíveis, os quais são colocados num local pré-determinado, captando os sinais emitidos pelas marcas que se encontrem dentro do seu alcance. A informação retida por estes hidrofones inclui a identificação do peixe, a data e hora e, no caso de marcas específicas, informação sobre temperatura e/ou profundidade, entre outras. O alcance destes hidrofones, que varia em função da potência do transmissor e da propagação do som, pode variar entre os 100 e os 1000 metros.

A telemetria passiva apresenta uma série de vantagens sobre a telemetria activa. Estas estações de hidrofones submersos permitem registar os movimentos durante períodos de tempo mais alargados do que recorrendo à telemetria activa, uma vez que estes hidrofones são totalmente autónomos. Para além disso é também possível determinar a localização de vários indivíduos ao mesmo tempo. As principais desvantagens dos hidrofones submersíveis prendem-se com a impossibilidade de determinar a localização com precisão (para tal é necessário recorrer a um complexo de triangulação) e ainda com a impossibilidade de localizar o peixe caso este abandone a área coberta pelo receptor.

Na grande maioria dos estudos, a utilização dos dois tipos de telemetria acústica é o mais adequado de modo a que se complementem e seja possível obter resultados de fina escala (telemetria activa) e de longa duração (telemetria passiva).

1.3. Ria Formosa

A Ria Formosa é um dos maiores sistemas lagunares da costa portuguesa. Este tipo de habitats é considerado especialmente vulnerável à destruição e degradação, em grande parte devido a causas antropogénicas (Whitfield e Elliott, 2002). Desta forma, torna-se premente conhecer a sua ictiofauna e o tipo de utilização que esta faz do sistema lagunar.

A Ria Formosa é uma lagoa costeira com 55 km de extensão e com uma área de aproximadamente 170 km² (Ribeiro et al., 2006). Foi reconhecida como Parque Natural em 1987 e faz parte da Rede Natura 2000 e da Convenção de Ramsar. É composta por um sistema bastante ramificado de canais e esteiros, que possui 6 ligações com o Oceano Atlântico não existindo nenhuma fonte permanente de água doce com excepção do Rio Gilão, localizado na extremidade Este. O tipo de substrato varia entre lodo nas áreas mais interiores e areias grosseiras nas zonas de ligação ao mar (Falcão e Vale, 1990). A Tabela I apresenta um resumo de algumas das principais características da Ria Formosa.

Este sistema lagunar possui uma elevada importância como local de criação, sendo um habitat essencial para os juvenis de mais de 100 espécies (Erzini et al., 2002), muitas das quais com valor comercial, tal como as

espécies de esparídeos sobre as quais nos debruçamos neste estudo. De acordo com Erzini et al. (2002) os esparídeos, de um modo geral, entram na Ria Formosa na Primavera ainda numa fase juvenil. Durante os meses que se seguem estes peixes aproveitam as condições de abundância de alimento e protecção para crescerem, acabando por abandonar a Ria Formosa, no Inverno, antes de atingirem um ano de idade. Erzini et al. (2002), utilizando o método de marcação e recaptura, observaram uma grande fidelidade aos locais, por parte dos esparídeos, com a grande maioria a ser recapturada nos locais de marcação ou muito próximo.

Tabela I. Características da Ria Formosa.

Características	
Profundidade média	3,5 m
Área máxima coberta de água em marés vivas	63,1 km ²
Área mínima coberta de água em marés vivas	14,1 km ²
Área permanentemente emersa	~ 24 km ²
Área intertidal	~ 55 km ²
Ciclo de marés	12,4 h
Volume de água trocada entre marés	50 – 75%
Altura entre marés vivas	2,8 m
Altura entre marés mortas	1,3 m
Largura máxima	~ 6 km
Temperatura mínima e máxima da água	12 – 26 ° C
Salinidade mínima e máxima	35,5 – 36,9

Adaptado de (Águas, 1986; Falcão e Vale, 1990; Sprung, 1994)

1.4. Esparídeos

Os esparídeos (Sparidae), família que inclui mais de 100 espécies distribuídas por 29 géneros, encontram-se nas águas costeiras de praticamente todo o mundo e são a base de importantes pescarias comerciais e recreativas (Fischer et al., 1987; Nelson, 1994). São espécies que habitam uma variedade de fundos, desde fundos rochosos a fundos arenosos, a profundidades entre os 0 e os 500 m, embora sejam mais frequentes até aos 150 m. No sul de Portugal, os esparídeos estão representados por 23 espécies que se distribuem pelos estuários, lagoas costeiras e pela plataforma continental (Gonçalves, 2000; Gomes et al., 2001; Sousa et al., 2005; Ribeiro et al., 2006).

Neste trabalho foram estudados os movimentos de 4 das principais espécies de esparídeos presentes na Ria Formosa, seleccionados em função da sua importância comercial e/ou ecológica:

Diplodus sargus

O sargo, *Diplodus sargus* (Linnaeus, 1758), encontra-se no Atlântico Este, desde o Golfo da Biscaia até à África do Sul, incluindo o Mediterrâneo e o Mar Negro (Bauchot e Hureau, 1986). É um dos principais recursos pesqueiros da costa sul de Portugal onde o seu valor tem vindo a subir constantemente no período entre 1996 e 2004 (DGPA, 1997 - 2005). Trata-se de uma espécie frequente na Ria Formosa (Ribeiro et al., 2006) utilizando esta área como local de criação (Erzini et al., 2002).

Diplodus vulgaris

A safia, *Diplodus vulgaris* (Geoffroy Saint-Hilaire, 1817) é uma espécie demersal e eurihalina que se distribui pelo Mediterrâneo e ao longo da costa Este Atlântica entre a França e o Senegal, incluindo os arquipélagos dos Açores, Madeira e Canárias (Bauchot e Hureau, 1986). Os juvenis frequentam regularmente estuários e lagoas costeiras, sendo uma das espécies mais frequentes na Ria Formosa quer em zonas arenosas quer em zonas de bancos de ervas marinhas (Ribeiro et al., 2006). De acordo com (Erzini et al., 1997) é responsável por cerca de 15.5% do total de capturas da pesca artesanal de palangre. A safia apresenta uma dieta bastante diversificada onde se destacam os equinodermes e os poliquetas (Gonçalves, 2000).

Sarpa salpa

A salema, *Sarpa salpa* (Linnaeus, 1758), é uma espécie com uma vasta distribuição no Mediterrâneo, costa atlântica africana, incluindo os arquipélagos dos Açores, da Madeira e das Canárias, e ainda na África do Sul até ao sul de Moçambique (Bauchot and Hureau, 1986). A salema é extremamente importante em áreas de vegetação marinha, uma vez que é uma das principais responsáveis pela herbivoria, representando um importante elo na cadeia alimentar como consumidor de produção primária (Jadot et al., 2006). Esta é umas das principais razões que tem levado ao aumento, nos últimos anos, do número de estudos sobre esta espécie, principalmente no Mediterrâneo (Jadot

et al., 2006). Sendo a Ria Formosa um local rico em bancos de ervas marinhas é fundamental para a sua gestão e conservação aumentar o conhecimento existente sobre esta espécie.

Sparus aurata

A dourada, *Sparus aurata* Linnaeus, 1758, é uma espécie costeira que habita fundos rochosos e/ou arenosos, sendo frequente em zonas de vegetação submarina (Chaoui et al., 2006). Distribui-se pelo Mar Mediterrâneo e pela costa Este Atlântica desde o Reino Unido até Cabo Verde (Bauchot and Hureau, 1986).

A Ria Formosa é uma das áreas utilizadas pela dourada como local de criação, onde os juvenis chegam na Primavera e abandonam a Ria antes de atingirem um ano de idade (Erzini et al., 2002). Possui uma dieta pouco diversificada, alimentando-se principalmente de gastrópodes e bivalves (Pita et al., 2002). A dourada é uma das espécies mais importantes a nível comercial e recreativo, pelo que o conhecimento dos seus movimentos e uso do habitat são ferramentas extremamente importantes para a gestão e conservação deste recurso.

1.5. Objectivos

Apesar de existirem já alguns estudos sobre as comunidades ictiológicas da Ria Formosa (Monteiro et al., 1990; Erzini et al., 2002; Ribeiro et al., 2006) existem ainda questões que necessitam de ser respondidas de modo a que se possa proceder a uma correcta gestão desta área. É necessário, em particular, um maior conhecimento da importância dos diferentes habitats na manutenção das populações e ainda acerca dos recursos utilizados por cada espécie em cada estágio da vida. A compreensão dos movimentos e comportamentos dos peixes no tempo e no espaço é fundamental não só no estudo da ecologia animal mas também para a definição de medidas efectivas de conservação e gestão dos recursos (Pittman e McAlpine, 2003).

Deste modo, foi definido como objectivo primordial deste estudo testar a eficácia do uso da telemetria acústica e da marcação convencional na caracterização dos movimentos de esparídeos na Ria Formosa. Posteriormente e de um modo preliminar alargar o conhecimento sobre quatro das principais espécies de esparídeos que existem na Ria Formosa, nomeadamente no que diz respeito a: a) movimentos, a curto e longo prazo; b) áreas ocupadas e c) fidelização ao local.

2. Material e métodos

2.1. Área de estudo

A área de estudo (Figura 2.1) situou-se num dos canais da Ria, localizado entre a ponte que faz a ligação à praia de Faro e cerca de 2500 metros após a Barra de S. Luís, perfazendo uma área total de aproximadamente 3 km². Foi escolhida esta zona não só por razões de ordem prática para a realização do trabalho de campo mas também por que se trata de uma zona que inclui uma ligação ao mar (Barra de S. Luís), vários canais e esteiros e diferentes tipos de fundo. A diversidade de habitats permitiria à partida aumentar a probabilidade de detectar padrões mais complexos de utilização de habitats.



Figura 2.1 Mapa com a localização da área de estudo (área a preto).

2.2. Marcação e recaptura

O método de marcação e recaptura com marcas externas foi utilizado com o objectivo de caracterizar a dispersão dos indivíduos, uma vez que o número de receptores acústicos disponíveis não seria suficiente para garantir esse objectivo. Para além disso a utilização destas marcas permite a marcação de indivíduos de menores dimensões do que no caso da marcação acústica. Assim, foram utilizadas na marcação de juvenis das espécies em estudo as marcas externas FLOY TAG modelo FF-94 (T-bar extra small anchor), que apresentam um comprimento total de 38,1mm.

Os peixes foram capturados através de redinhas efectuadas em vários locais da Ria Formosa (Figura 2.2), tendo em conta os resultados obtidos por Erzini et al. (2002) e Ribeiro et al. (2006). Para tal foi utilizada uma redinha com um comprimento total de 25 metros e uma altura máxima de 2,5 metros, sendo a malhagem da rede de 9 milímetros.



Figura 2.2 Mapa com a localização dos pontos de captura e marcação.

Os peixes capturados foram posteriormente colocados numa caixa flutuante ao lado da embarcação e em seguida identificados, medidos e marcados. A marcação foi efectuada com uma pistola própria para a aplicação deste tipo de marcas (Avery Dennison® modelo MARK III). As marcas foram aplicadas no lado esquerdo do peixe, ligeiramente abaixo da barbatana dorsal e entre os terceiro e quarto raios. Para além da informação sobre a espécie e comprimento foi ainda anotada a data e o local. Após esta operação os peixes foram novamente colocados numa caixa flutuante até à marcação de todos os exemplares de modo que a libertação mantivesse o cardume junto. Todos os exemplares foram libertados no local de captura com excepção de 4 exemplares que foram simultaneamente marcados com marcas acústicas.

De modo a informar a população em geral, e os pescadores em particular, foram distribuídos vários panfletos de divulgação, afixados cerca de

25 “posters” e foi ainda elaborado um “press-release”, tendo em vista aumentar a probabilidade do relato das recapturas. A notícia, divulgada pela agência Lusa, teve divulgação nos jornais “online” “Público” e “Expresso”, bem como nas versões impressas dos jornais “Jornal de Notícias”, “Barlavento”, “Diário do Algarve” e na revista “Mundo Submerso”.

2.3. Telemetria acústica

Foram utilizados dois tipos de receptores acústicos da marca VEMCO Ltd. (Shad Bay, Nova Scotia, Canada), adequados a cada tipo de telemetria a efectuar, passiva ou activa. O receptor VR100, em combinação com os hidrofones VH110 (direcciona) e VH165 (omnidirecciona), foi utilizado em campanhas de telemetria activa, a bordo de uma embarcação semi-rígida. Quando este receptor detecta uma marca identifica-a e associa a data, hora e a posição GPS. Durante o ciclo de 24h de telemetria activa, a embarcação era dirigida no sentido de se aproximar o mais possível da posição onde se encontrava o peixe. Para a realização da telemetria passiva foram utilizados receptores submersíveis VR2. Este receptor consiste num pequeno cilindro (308 mm comprimento, 73 mm diâmetro e um peso na água de 170g) que busca continuamente, na frequência de 69 kHz, a presença de transmissores acústicos. Possuem uma capacidade de armazenamento de cerca de 300 mil detecções e o tempo de duração previsto para as suas baterias é de 12 meses.

Os receptores foram colocados em bases construídas para o efeito, que consistiam em pneus usados de automóvel cheios com cimento e uma armação metálica.

A escolha da localização dos receptores (N=12) teve em conta não só a possível movimentação dos peixes marcados, mas também que fossem asseguradas as condições necessárias de segurança, quer para o equipamento quer para os utentes da Ria (Figura 2.3 e Figura 2.4). Para tal, os receptores foram sempre colocados em locais onde mesmo em períodos de marés vivas a profundidade nunca fosse inferior a 1 metro. Os receptores estiveram nos locais designados durante diferentes períodos de tempo, de acordo com a Tabela II. Para a recuperação dos dados e dos próprios receptores foi necessário recorrer a mergulho com escafandro autónomo.

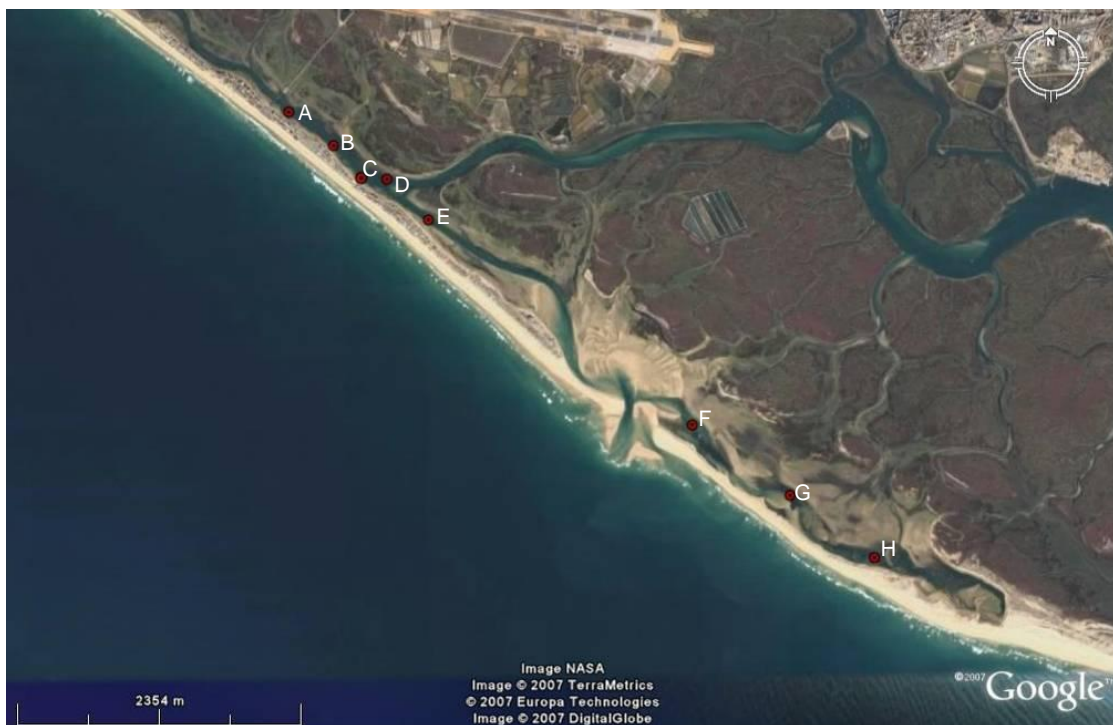


Figura 2.3 Localização dos receptores acústicos VR2 na primeira fase do estudo.



Figura 2.4 Localização dos receptores acústicos VR2 na segunda fase do estudo.

Tabela II Data de colocação e recuperação para cada um dos receptores VR2 utilizados.

Receptor	Data de colocação	Data de recuperação
A	19/09/2006	12/01/2007
B	19/09/2006	12/01/2007
C	08/12/2006	20/03/2007
D ¹	19/09/2006	12/01/2007
E	28/09/2006	30/10/2007
F	20/11/2006	25/10/2007

¹ Esteve inactivo entre 6/11/2006 e 11/11/2006

F1	21/09/2007	30/10/2007
G ²	12/01/2007	30/10/2007
G1	03/09/2007	30/10/2007
H ³	16/01/2007	25/10/2007
I	03/09/2007	30/10/2007
J	04/09/2007	25/10/2007

2.3.1. Características das marcas utilizadas

Foram utilizados os transmissores acústicos V7-4L-R04K da Vemco Ltd., os quais possuem um diâmetro de 7 mm, 20,5 mm de comprimento e 1,7 g de peso (0,8 g dentro de água). Estes transmissores apresentam uma frequência de emissão de 69 Khz e uma potência de 136 dB. O seu sinal acústico, composto por uma sequência de 7 “pings”, é emitido ao acaso em intervalos de tempo pré-definidos. Este sinal inclui informação sobre o número de identificação, o que permite a identificação específica da marca e consequentemente do peixe marcado.

Neste estudo foram utilizados dois intervalos pré-definidos: um com períodos de emissão entre os 5 e os 15 segundos e o outro entre os 30 e os 90

² Foi retirado por pescadores por um período indeterminado entre o início de Abril e o início de Setembro

³ Esteve inactivo entre 20/03/2007 e 04/09/2007

segundos. De acordo com o fabricante, estas marcas deverão durar 45 e 160 dias, respectivamente. A escolha de marcas com um intervalo de emissão relativamente curto é mais adequada para a realização de telemetria activa, permitindo mais facilmente seguir o exemplar marcado.

2.3.2. Testes de alcance

De acordo com o fabricante do equipamento (VEMCO, Ltd.) o alcance esperado, para os receptores VR2, deverá situar-se entre os 122 e os 292 m, variando consoante o vento e o estado da superfície da água. Relativamente ao receptor VR100 o alcance esperado segundo o fabricante deverá variar entre os 566 e os 1065 metros. Uma vez que estes valores são calculados para mar aberto e que a zona de estudo consistiu num plano de água onde o tráfego de embarcações e a existência de campos de ervas marinhas podem alterar consideravelmente a capacidade de alcance dos receptores, optou-se por efectuar testes de alcance *in situ*. Estes testes foram efectuados colocando a determinadas distâncias dos receptores uma marca acústica⁴ por um período de tempo entre os 45 e os 90 segundos, anotando a hora e tirando uma posição exacta do local com o auxílio de um GPS. Posteriormente foram observados os dados recolhidos pelos receptores e identificadas as diferentes distâncias para as quais havia detecções. Deste modo foi possível obter uma estimativa do alcance das marcas utilizadas na zona de estudo.

⁴ A marca acústica utilizada tinha um período de emissão entre os 5 e os 15 segundos

2.3.3. Marcação com marcas acústicas

Para a inserção da marca acústica foi efectuada uma incisão, inferior a 1 cm, na linha ventral entre a inserção das barbatanas pélvicas e o ânus. Antes de ser introduzida, a marca foi limpa numa pomada anti séptica (Betadine®) de modo a evitar infecções. A incisão foi posteriormente fechada aplicando uma cola específica para o efeito (Vetseal, B. Braun Medical, Sempach, Switzerland). Todo este procedimento demorou em média menos de 2 minutos. Depois de concluída esta operação o peixe foi colocado numa caixa de rede flutuante, ao lado da embarcação, para observação e recuperação. Os peixes marcados desta forma (n=21) foram libertados após um período que variou entre 20 e 55 minutos e depois de se observar que apresentavam um comportamento normal.

2.4. Análise dos dados

Os dados obtidos foram analisados juntamente com algumas variáveis ambientais de modo a detectar possíveis influências no comportamento, nomeadamente:

Maré - a altura e fase foi obtida através do software WXTide32® para a barra de Faro/Olhão (36°58.00'N, 007°52.00'W).

Período do dia (dia/noite) – calculado com base na hora do nascer e pôr-do-sol de cada dia e para a mesma posição (36°58.00'N 007°52.00'W). Os dados relativos ao nascer e pôr-do-sol foram obtidos no site do Astronomical Applications Department of the U.S. Naval Observatory (<http://aa.usno.navy.mil>).

2.4.1. Marcação e recaptura

Os dados relativos às recapturas dos peixes marcados com marcas externas foram analisados individualmente, tendo-se obtido para cada exemplar recapturado o número de dias em liberdade assim como a distância percorrida entre o local de marcação e o local de recaptura. Posteriormente, foi testada a relação entre o tempo em liberdade e a distância percorrida, e também a relação entre o comprimento furcal e a distância percorrida.

2.4.2. Telemetria

O elevado número de detecções (superior a 750 mil) obrigou a que a sua organização e análise fosse efectuada com recurso a uma base de dados em Access[®] desenhada para o efeito, e desenvolvida, em parte, durante um estágio realizado no Hawai'i Institute of Marine Biology, com o apoio da Fundação Luso-Americana para o Desenvolvimento. Para além do elevado número de detecções existem ainda os dados relativos às variáveis ambientais, nomeadamente a altura e período da maré e fotoperíodo.

Os dados relativos ao período de telemetria activa foram inseridos num sistema de informação geográfica ArcGIS[®] 9.1 de modo a calcular as respectivas áreas de distribuição de kernel. Foram calculadas as áreas de kernel para 50 e 95% que são usualmente utilizadas como correspondendo à área do centro de actividade e à área vital respectivamente. Para tal foi utilizada a extensão Hawth's Analysis Tools[®] (Beyer, 2004). Para calcular o *h*

("smoothing factor") foi utilizado o método de "least squares cross validation" sendo este o método considerado mais adequado (Worton, 1989). Nestes cálculos apenas foram consideradas as posições mais significativas (Gain <30 e Signal >70).

Relativamente aos dados da telemetria passiva, foi calculado um índice de residência (I_R) de modo a obter uma ideia da fidelidade ao local e ainda as áreas "Minimum Convex Polygon" (MCP). O MCP é a área definida pelo polígono que engloba todas as detecções do indivíduo e que funciona como um indicador da sua dispersão (Kernohan et al., 2001). O I_R foi calculado para o total dos receptores e para cada um isoladamente, de acordo com a seguinte fórmula: $I_R = N_D / T_D$, onde N_D é o número total de dias em que houve detecções e T_D é o número de dias entre a primeira e a última detecção + 1. Este índice varia entre 0, sem presenças na zona, e 1 fidelidade (diária) à zona dos receptores (Afonso, 2007).

De modo a testar a utilização de determinadas áreas por período do dia (dia/noite) as detecções foram agrupadas tendo em conta o período em que foram efectuadas. As detecções entre as 6h00 e as 18h59 foram consideradas como diurnas e conseqüentemente as detecções entre as 19h00 e as 5h59 foram consideradas nocturnas. Posteriormente foram efectuados testes χ^2 para comparar a frequência de detecções, assumindo um igual número de detecções em cada período tendo em conta a proporção entre a duração de cada período e a duração total do dia. Diferenças significativas indicariam que os indivíduos eram mais frequentemente detectados em determinados períodos do dia, identificando padrões diários de actividade, assumindo que maior número de detecções equivale a um período de maior actividade.

Posteriormente, as detecções pelo receptor colocado no local de captura foram agrupadas pela respectiva fase de maré (vazante e enchente), testando-se a hipótese de que não existem diferenças entre elas através de um teste χ^2 . A existência de diferenças significativas entre as duas fases de maré pode ter diferentes interpretações. Um maior número de detecções durante a enchente pode significar um aumento do alcance de detecção por parte do receptor com o aumento da profundidade, permitindo deste modo detectar peixes que se desloquem em zonas menos profundas. Por outro lado, um maior número de detecções durante a vazante pode significar, por exemplo, que os peixes se estão a deslocar para zonas menos profundas em períodos de maré-cheia e para zonas mais profundas em períodos de maré vazia.

Todas as detecções foram inseridas num sistema de informação geográfico (ArcView[®]) de modo a ser possível visualizar as movimentações efectuadas por cada um dos exemplares marcados e calcular as distâncias percorridas. Depois de tratados os dados no software ArcView[®] os resultados foram transferidos para o software Google Earth[®].

3. Resultados

3.1. Marcação e recaptura

Foram marcados um total de 1980 exemplares, sendo a larga maioria (83.73%) da espécie *Diplodus vulgaris* (Tabela III). Para a captura destes exemplares foi realizado um total de 28 redinhas entre os meses de Setembro e Dezembro de 2005 e 2006. É ainda de referir que alguns exemplares (N=21) foram simultaneamente marcados com marca acústica (ver Tabela VI). Na Figura 3.1 é possível observar os locais onde foram marcados os peixes por espécie e número de indivíduos. A Figura 3.2 mostra os locais onde foram recapturados os peixes marcados.

Tabela III. Número de indivíduos marcados e intervalo do comprimento furcal por espécie.

Espécie	N	Intervalo comprimento (cm)
<i>Diplodus vulgaris</i>	1658	6,5 – 19,2
<i>Diplodus sargus</i>	52	7,3 – 23,9
<i>Sarpa salpa</i>	254	8,2 – 32,2
<i>Sparus aurata</i>	16	17,2 – 29,5

Nota: esta tabela também inclui os indivíduos que foram simultaneamente marcados com marca acústica.

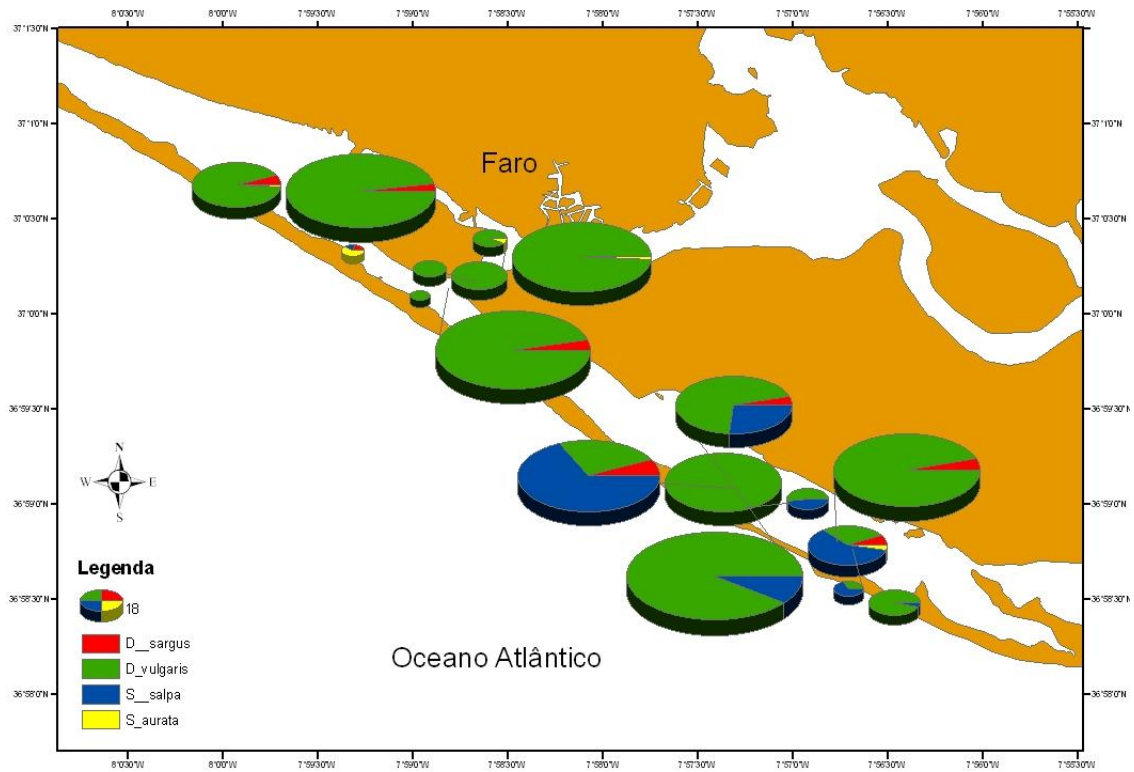


Figura 3.1 Proporção de cada espécie marcada em cada um dos locais de marcação.

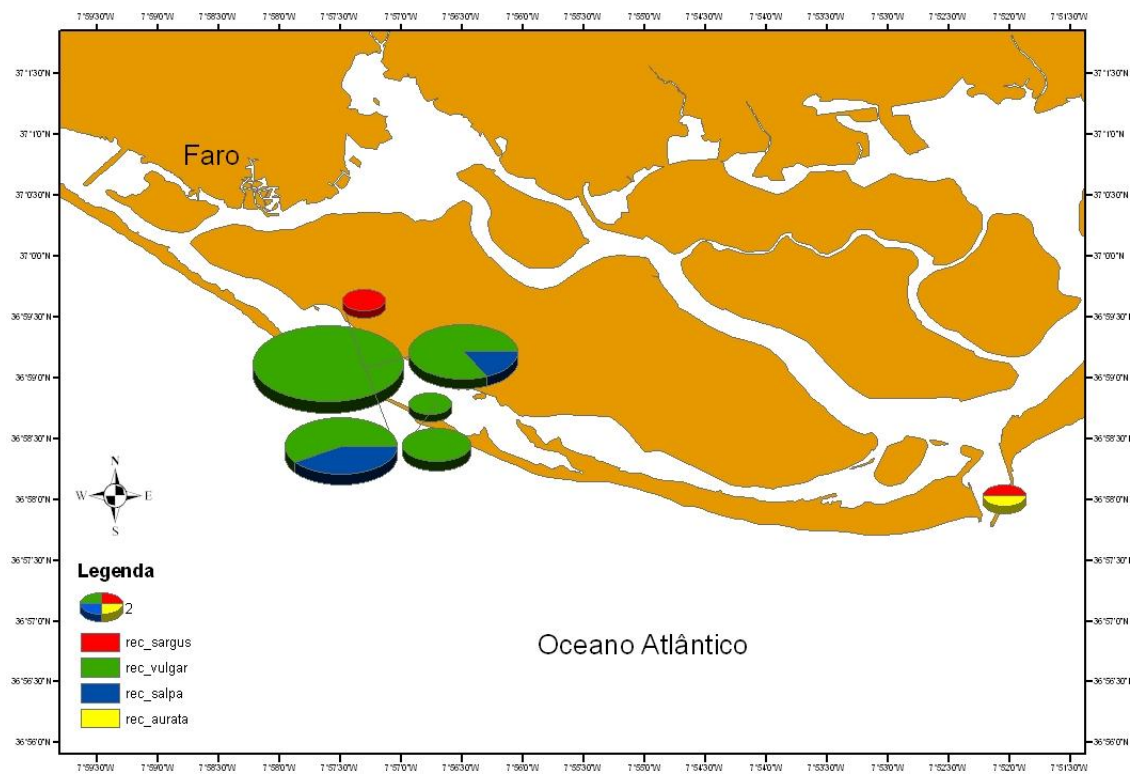


Figura 3.2 Proporção de recapturas por espécie em cada um dos locais.

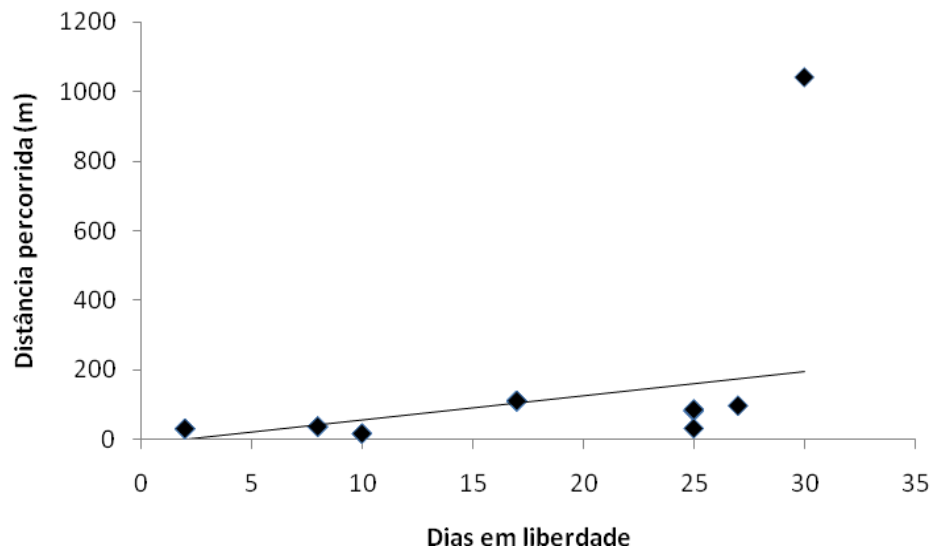
3.1.1. *Diplodus vulgaris* (safia)

A taxa de recaptura de safias foi 3,02%, tendo sido recapturados 50 dos 1658 indivíduos marcados, dos quais um foi recapturado por duas vezes com 25 dias de intervalo entre a primeira recaptura e a última. Com a exceção de 3 exemplares que foram apanhados por pescadores, utilizando murejonas, todos os outros foram recapturados em campanhas de marcação realizadas posteriormente. O intervalo de comprimentos das safias recapturadas variou entre os 7,5 e os 11,3 cm. O período em liberdade variou entre os 2 e os 30 dias, com uma média próxima dos 15 dias ($15,1 \pm 8,2$ dias). A grande maioria das recapturas, cerca de 63%, ocorreu entre as 2 semanas e um mês após a libertação (Tabela IV).

Relativamente à distância percorrida, esta variou entre os 18 e os 1040 metros com uma média de $92,2 \pm 140,3$ metros. Não se observou qualquer relação entre o tempo em liberdade e a distância percorrida (Figura 3.3). Também não se verificou a existência de uma relação entre o comprimento à furca e a distância média percorrida por dia de liberdade (Figura 3.4).

Tabela IV Número de recapturas por intervalo de tempo e distância percorrida entre a captura e a recaptura para os exemplares de *Diplodus vulgaris*.

	<50m	50 a 100m	100 a 500m	500 a 1000m	>1000m
<1 semana	8				
1 a 2 semanas	11				
2 semanas a 1 mês	2	10	19		1
1 a 3 meses					



Dias	2	8	10	17	25	27	30
n	8	7	4	19	10	2	1

Figura 3.3 Distância percorrida pelos indivíduos de *Diplodus vulgaris* recapturados ao longo do tempo.

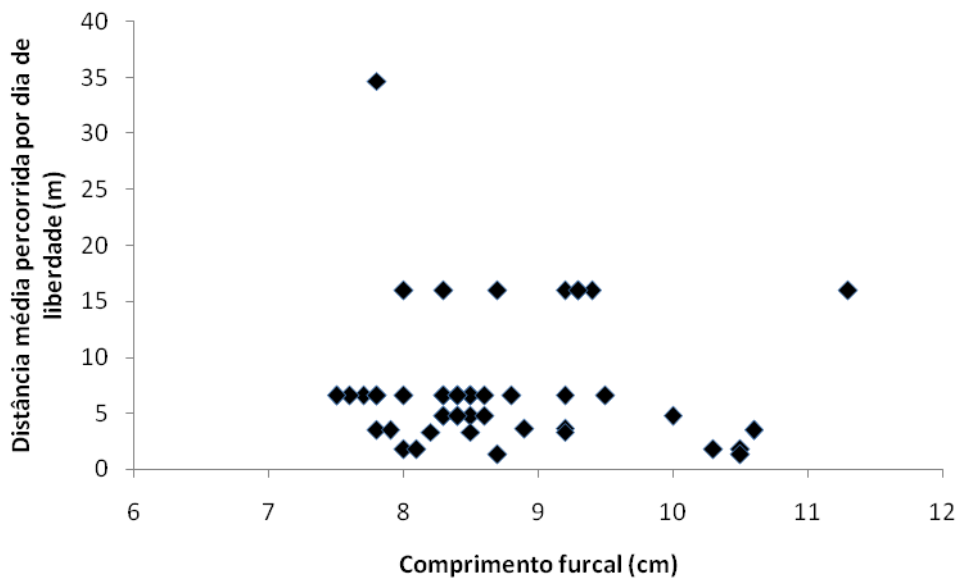


Figura 3.4 Distância média percorrida por dia de liberdade relativamente ao comprimento furcal pelos indivíduos de *Diplodus vulgaris* recapturados.

3.1.2. *Diplodus sargus* (sargo)

Foram recapturados 3 exemplares dos 52 *D. sargus* inicialmente marcados, o que se traduz numa taxa de recaptura de 5.77%. Um dos exemplares foi recapturado durante a realização de campanhas de marcação passados apenas dois dias e ainda se encontrava no mesmo local. Um outro exemplar, que também se encontrava marcado com uma marca acústica, foi recapturado por um pescador desportivo 50 dias após a marcação e a uma distância superior a 12 km do ponto de libertação (Figura 3.5), o que representa uma distância média percorrida por dia de liberdade de aproximadamente 247m. Finalmente o terceiro exemplar foi recapturado passados 128 dias da sua libertação, no mesmo local onde tinha sido marcado, durante uma campanha de marcação.

O reduzido número de recapturas não nos permitiu retirar conclusões relativamente à relação entre o tempo em liberdade e a distância percorrida. O mesmo se observou para a relação entre o comprimento furcal e a distância percorrida.

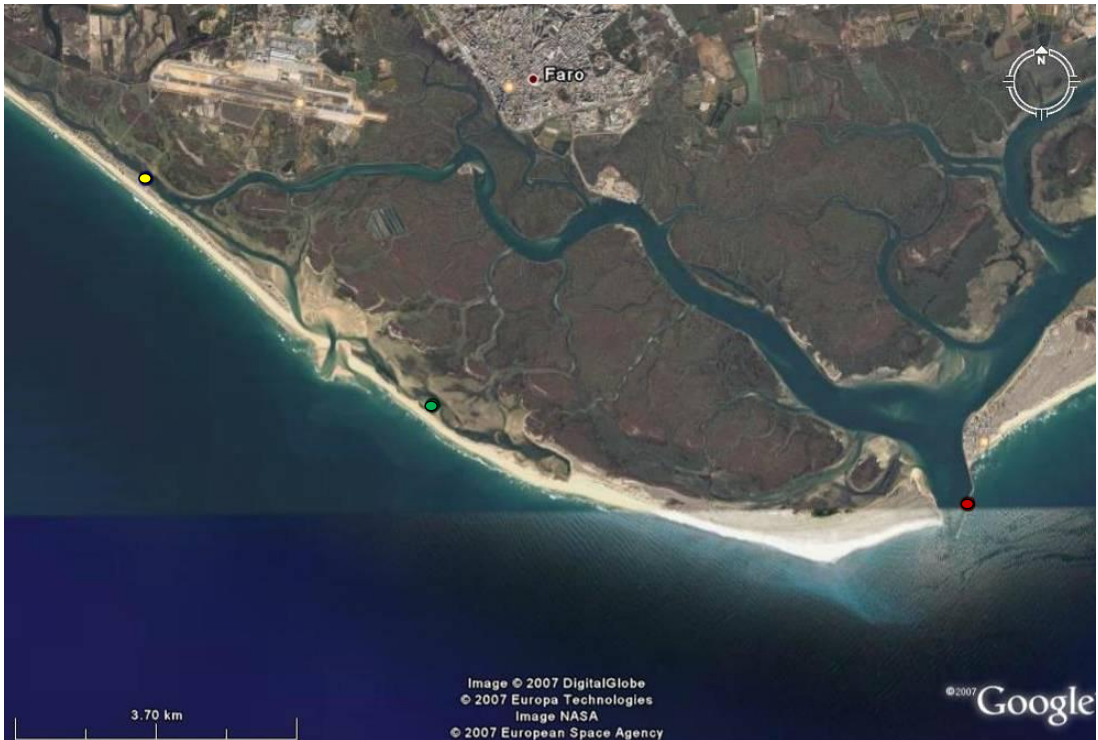


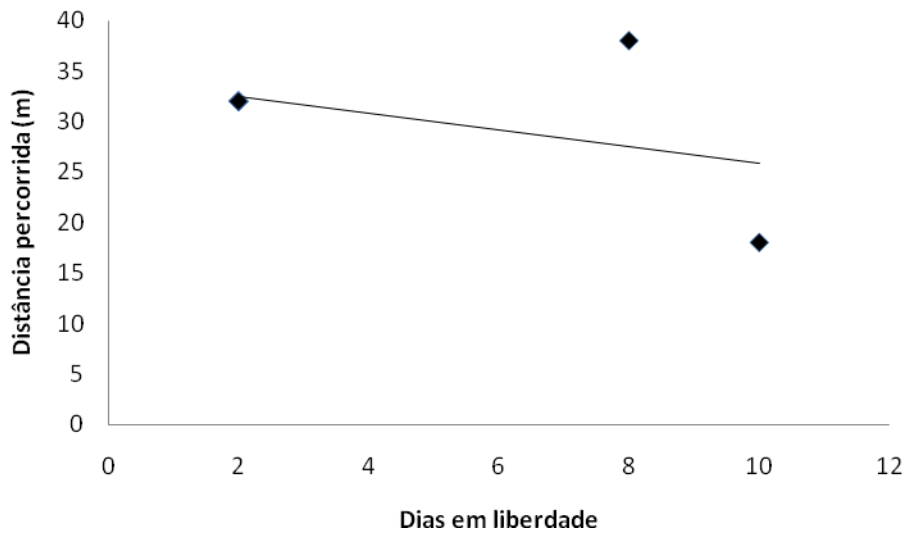
Figura 3.5 Mapa com a localização do ponto de captura (●), local de largada (●) e local de recaptura (●) do exemplar de *Diplodus sargus* recapturado por um pescador recreativo.

3.1.3. *Sarpa salpa* (salema)

A recaptura de 8 das 254 salemas marcadas representa uma taxa de recaptura de 3,15%. O número de dias em liberdade variou entre 2 e 10 dias (média $3,75 \pm 3,3$ dias), tendo a distância percorrida variado entre os 18 e os 38 metros (média de $31 \pm 5,7$ m) (Tabela V). A distância média percorrida por dia de liberdade não apresenta nenhuma relação com o tempo em liberdade (Figura 3.6). Também o comprimento furcal não se encontra relacionado com a distância percorrida em liberdade (Figura 3.7). Apesar do intervalo de comprimento dos indivíduos marcados ter variado entre 8,2 e 32,2⁵ cm, as

⁵ Excluindo os exemplares de maiores dimensões marcados com marca acústica o intervalo foi

recapturas apenas se deram no intervalo entre os 10 e os 13 cm. Mais uma vez é importante referir que todas as recapturas foram efectuadas durante campanhas de marcação.



<i>Dias</i>	2	8	10
<i>n</i>	6	1	1

Figura 3.6 Distância percorrida pelos indivíduos recapturados de *Sarpa salpa* ao longo do tempo.

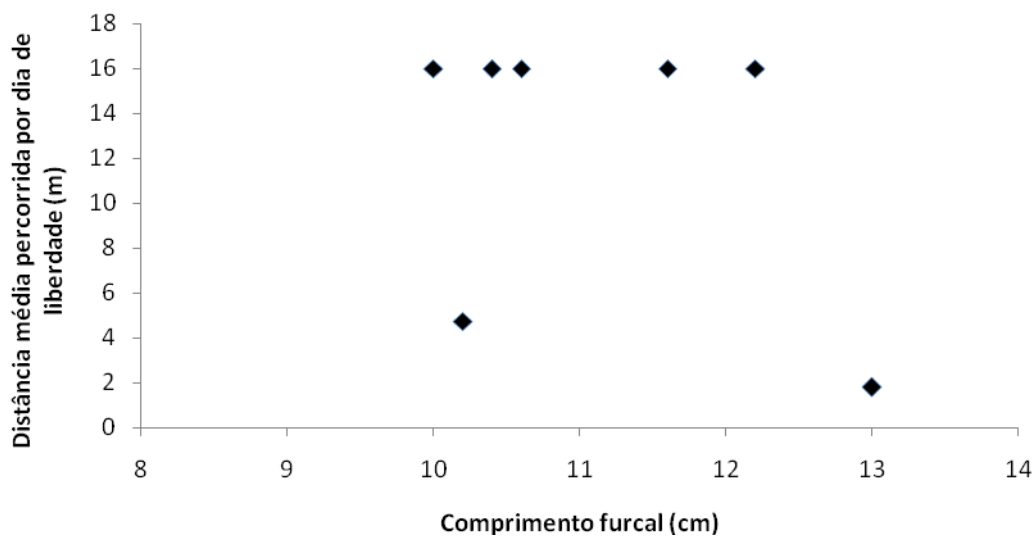


Figura 3.7 Distância percorrida em média por dia de liberdade relativamente ao comprimento furcal pelos indivíduos de *Sarpa salpa* recapturados.

entre 8,2 e 16,7 cm

Tabela V Número de recapturas por intervalo de tempo e distância percorrida entre a captura e a recaptura para os exemplares de *Sarpa salpa*.

	<50m	50 a 100m	100 a 500m	500 a 1000m	>1000m
<1 semana	6				
1 a 2 semanas	2				
2 semanas a 1 mês					
1 a 3 meses					

3.1.4. *Sparus aurata* (dourada)

Dos 16 exemplares de *S. aurata* marcados apenas um foi recapturado, o que representa uma taxa de recaptura de 6.25%. A recaptura desta dourada foi efectuada por um pescador desportivo 90 dias após a marcação e a uma distância de pelo menos 8,6 km do local de marcação (Figura 3.8). A distância média percorrida por dia de liberdade foi 95,56 m.

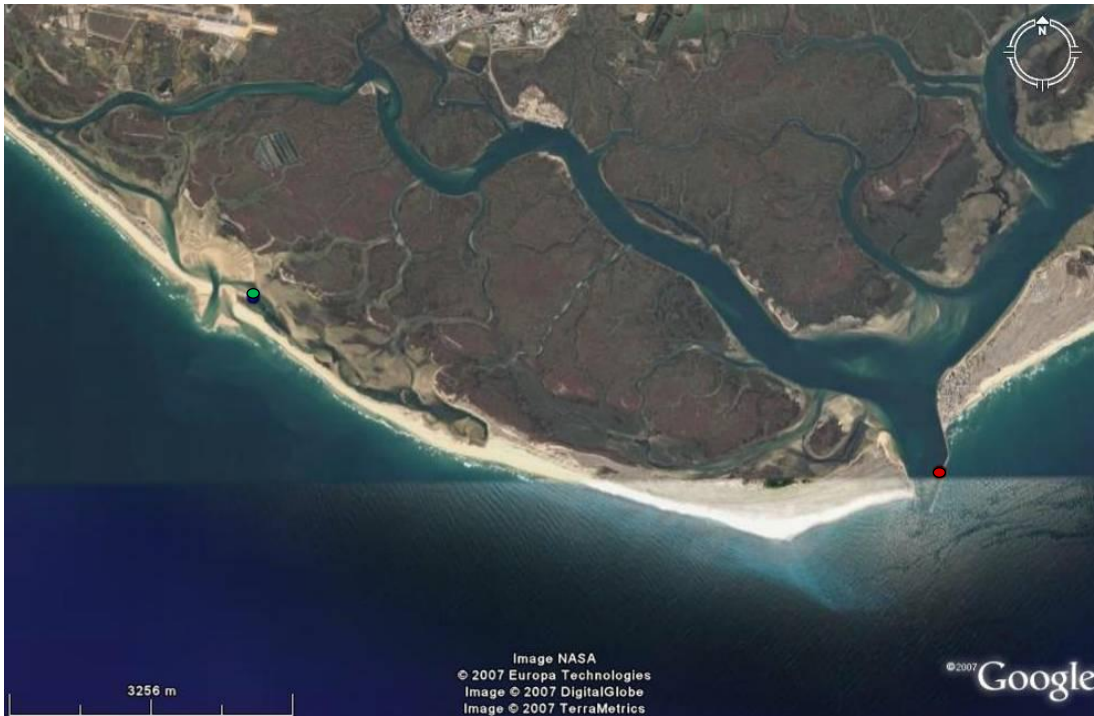


Figura 3.8 Mapa com o local de marcação (●) e o local de recaptura 90 dias após a libertação (●) de um exemplar de *Sparus aurata*.

3.2. Telemetria acústica

Devido principalmente a limitações no tamanho dos exemplares capturados, apenas foi possível aplicar transmissores para telemetria acústica em 21 indivíduos, distribuídos pelas diferentes espécies de acordo com a Tabela VI. A captura de exemplares com tamanho suficiente para a inserção de marcas acústicas foi bastante sazonal, nomeadamente para as espécies *D. sargus*, *D. vulgaris* e *S. aurata*, tendo ocorrido apenas entre os meses de Setembro e Dezembro.

De notar que apesar da baixa profundidade a que os receptores se encontravam a sua recuperação foi por vezes bastante dificultada, quer pelas elevadas correntes de maré que por vezes se fazem sentir na Ria Formosa quer pela reduzida visibilidade.

No total, foram necessárias aproximadamente 6 horas de mergulho com escafandro autónomo em cerca de 35 imersões de modo a obter os dados e a recuperar os receptores acústicos.

Tabela VI. Número de identificação (NI) de cada exemplar marcado, espécie, comprimento total (CT), data de marcação e data da última detecção.

NI	Espécie	CT (cm)	Data marcação	Última detecção
1	<i>D. vulgaris</i>	19.2	19/09/2006	06/02/2007
2	<i>D. vulgaris</i>	19.5	03/09/2007	04/09/2007
3	<i>D. vulgaris</i>	18.8	03/09/2007	25/10/2007
4	<i>D. vulgaris</i>	21.5	14/09/2007	27/09/2007
5	<i>D. sargus</i>	19.3	07/12/2006	07/12/2006 ⁶
6	<i>D. sargus</i>	26	16/10/2007	27/10/2007
7	<i>D. sargus</i>	21.5	16/10/2007	30/10/2007
8	<i>S. salpa</i>	28.5	07/12/2006	28/09/2007
9	<i>S. salpa</i>	32.2	23/03/2007	23/03/2007 ⁷
10	<i>S. salpa</i>	28.9	16/10/2007	17/10/2007
11	<i>S. salpa</i>	28	16/10/2007	29/10/2007
12	<i>S. salpa</i>	35.2	16/10/2007	19/10/2007

⁶ Recapturado por um pescador recreativo a 26/01/2007

⁷ Houve uma detecção no dia 05/09/2007 pelo receptor I mas como foi uma única detecção e num receptor que se encontra situado rodeado por outros foi considerada como falsa.

13	<i>S. aurata</i>	21.5	07/12/2006	07/12/2006
14	<i>S. aurata</i>	21.6	06/12/2006	06/12/2006
15	<i>S. aurata</i>	20.1	17/11/2006	29/11/2006
16	<i>S. aurata</i>	32.5	03/09/2007	30/10/2007
17	<i>S. aurata</i>	29	03/09/2007	27/09/2007
18	<i>S. aurata</i>	27.3	03/09/2007	29/09/2007
19	<i>S. aurata</i>	31.5	14/09/2007	10/10/2007
20	<i>S. aurata</i>	27.5	14/09/2007	17/09/2007
21	<i>S. aurata</i>	24	16/10/2007	30/10/2007

Tabela VI - Continuação

3.2.1. Testes de alcance

Os testes de alcance efectuados demonstraram que os receptores VR2 utilizados têm capacidade de captar os sinais acústicos emitidos pelas marcas V7 até uma distância de, aproximadamente, 140 metros (Figura 3.9 e Figura 3.10). No entanto, ao longo da experiência verificaram-se, pontualmente, detecções que sugerem alcances superiores.



Figura 3.9 Mapa da zona da ilha de Faro com a localização dos receptores VR2 e posições dos testes de alcance. (● - detectado pelo receptor A; ● - detectado pelo receptor B; ● - detectado pelo receptor D; ● detectado pelo receptor E; ● - não foram detectados). O receptor C não se encontra representado pois durante os testes de alcance este receptor ainda não se encontrava colocado.



Figura 3.10 Mapa da zona junto à Barra de S. Luís com a localização dos receptores VR2 e posições dos testes de alcance. (● - não detectados; ● - detectados pelo receptor G; ● - detectados pelo receptor H). Os receptores F1, G1, I e J não se encontravam colocados durante a realização destes testes.

3.2.2. Telemetria acústica activa

3.2.2.1. *Diplodus vulgaris* (safia)

Durante o período de 24h de telemetria activa realizado entre as 13h20 do dia 19/09/2006 e as 13h45 do dia 20/09/2006 para a safia # 1 verificou-se uma movimentação do local de largada, em direcção a SE, de cerca de 850m (Figura 3.11). Durante as primeiras duas horas a safia # 1 efectuou movimentos curtos em redor da zona onde foi libertada. Posteriormente, iniciou a sua movimentação em direcção a SE tendo atingindo um pontão, onde se manteve durante 3h42. Passados 20 minutos da última detecção junto ao pontão atingiu a zona onde permaneceu até ao final do ciclo de telemetria activa (entre as 19h15 do dia 19/09/2006 até às 13h20 do dia 20/09/2006), a qual consiste numa zona mais profunda caracterizada por uma grande abundância de ervas marinhas. A Figura 3.12 mostra as detecções efectuadas pelo receptor VR100 em que o sinal foi mais intenso ($\text{Gain} < 30$ e $\text{Signal} > 70$), indicando um menor erro na posição estimada para o peixe marcado. Todas as movimentações foram efectuadas durante o período de vazante e como tal a maioria dos movimentos foram feitos a favor da corrente.

As áreas de kernel de 50% e 95% calculadas com base nas detecções do ciclo de 24 horas foram de 10 929 m² e 73 143 m² respectivamente e encontram-se representadas na Figura 3.13.



Figura 3.11 Trajecto efectuado pelo exemplar de *Diplodus vulgaris* # 1 durante o ciclo de 24h de telemetria activa efectuado no período entre as 13h20 do dia 19/11/2006 e as 13h45 do dia 20/11/2006.



Figura 3.12 Localização das principais posições obtidas durante o ciclo de telemetria activa para o indivíduo de *Diplodus vulgaris* # 1.

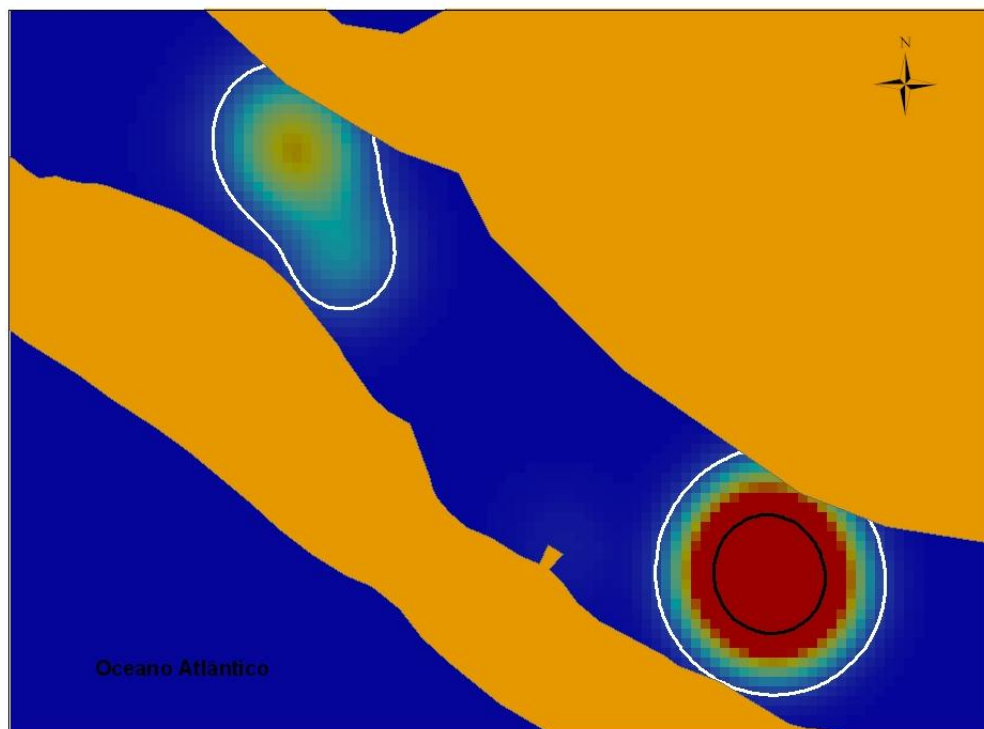


Figura 3.13 Distribuição de kernel para o exemplar de *Diplodus vulgaris* # 1 baseado nas detecções de telemetria activa. Linha branca delimita a área vital (kernel 95%). Linha preta delimita o centro de actividade (kernel 50%).

3.2.3. Telemetria acústica passiva

3.2.3.1. *Diplodus vulgaris* (safia)

Os quatro exemplares de safia foram detectados num período que variou entre 2 e 116 dias (Tabela VII). Apesar de apenas um peixe (# 1) ter superado o prazo previsto para a duração da marca é de supor que se continuem a verificar mais detecções para os restantes indivíduos uma vez que as marcas têm uma duração prevista até Fevereiro de 2008. Para além disso, no caso da safia # 3 a última detecção coincide com a última recuperação de dados dos receptores razão pela qual se prevê a existência de mais detecções

depois deste momento. De acordo com (Gonçalves et al., 2003) todos os exemplares marcados serão já indivíduos maduros.

Todas as safias apresentaram um I_R bastante próximo de 1, o que indica uma elevada fidelidade à área monitorizada, principalmente ao local onde foram capturadas (Tabela VII). As áreas MCP foram de 42 134 m² para o # 1, 34 504 m² para o # 3 e 23 786 m² para o # 4.

No que diz respeito às movimentações, observou-se uma elevada fidelidade ao local de captura por parte dos exemplares # 1, # 3 e # 4 (Figura 3.14, Figura 3.15 e Figura 3.16). De salientar é ainda o facto de as detecções efectuadas por outros receptores que não o do local de captura se deram em períodos diferentes após a marcação. Nos primeiros dias após a marcação para os exemplares # 1 e # 3 e nas últimas detecções para o exemplar # 4.

Verificou-se a existência de diferenças significativas, para os exemplares # 3 e # 4, entre o número de detecções esperado e observado durante o dia e durante a noite, $\chi^2= 512,53$ $p<0,01$ e $\chi^2= 396,25$ $p<0,01$ respectivamente. Estes resultados indicam uma maior actividade durante o período nocturno como se observa na Figura 3.17. O exemplar # 1 também apresentou diferenças significativas entre as detecções efectuadas no período nocturno e diurno $\chi^2=96,64$ $p<0.01$, indicando uma maior actividade no período nocturno.

No que diz respeito às detecções por fase da maré verificou-se, para os exemplares # 3 e # 4, a existência de diferenças significativas entre as duas, com um maior número de detecções no período de enchente ($\chi^2= 31$ $p<0,01$ e $\chi^2= 20,85$ $p<0,01$ respectivamente).

Tabela VII Índices de residência para cada um dos exemplares de *Diplodus vulgaris* marcados. Valores a negrito indicam a zona de captura/largada. – sem detecções.

ID	Data de marcação	Duração da marca (dias)	Intervalo detecções (dias)	Número detecções	I_R	I_{RA}	I_{RB}	I_{RC}	I_{RD}	I_{RE}	I_{RF}	I_{RF1}	I_{RG}	I_{RG1}	I_{RH}	I_{RI}	I_{RJ}
# 1	19/09/2006	45	116	697771	0,95	0,01	0,01	-	1	0,03	-	-	-	-	-	-	-
# 2	03/09/2007	160	2	118	0,5	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	0,5	0,5
# 3	03/09/2007	160	53	20225	0,98	-	-	-	-	-	-	-	0,02	-	0,06	0,29	0,9
# 4	14/09/2007	109	14	7135	1	-	-	-	-	-	-	-	-	0,07	0,07	0,21	1

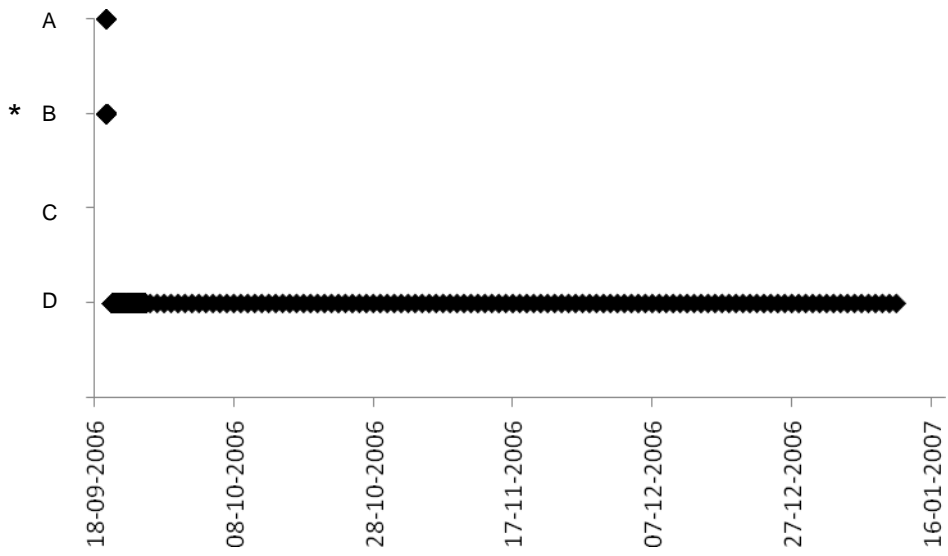


Figura 3.14 Detecções por receptor ao longo do tempo para o exemplar de *Diplodus vulgaris* # 1. Local de captura - *.

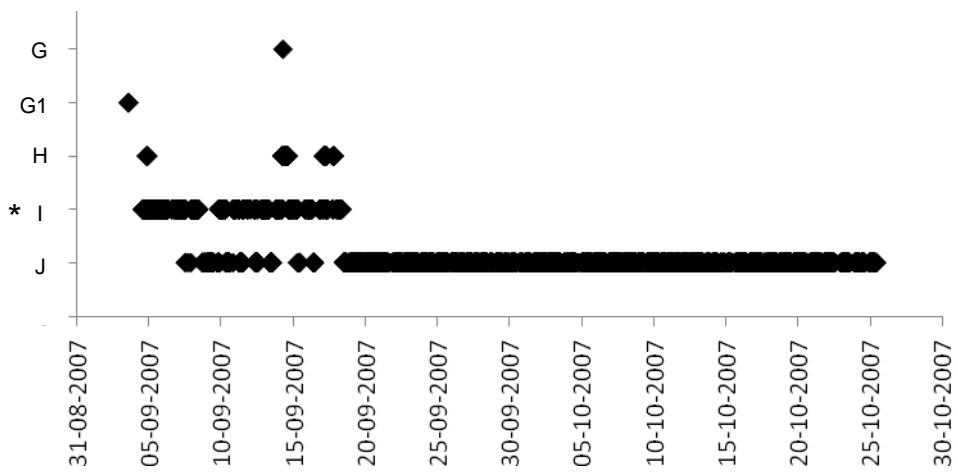


Figura 3.15 Detecções por receptor ao longo do tempo para o exemplar de *Diplodus vulgaris* # 3. Local de captura - *.



Figura 3.16 Detecções por receptor ao longo do tempo para o exemplar de *Diplodus vulgaris* # 4. Local de captura - * .

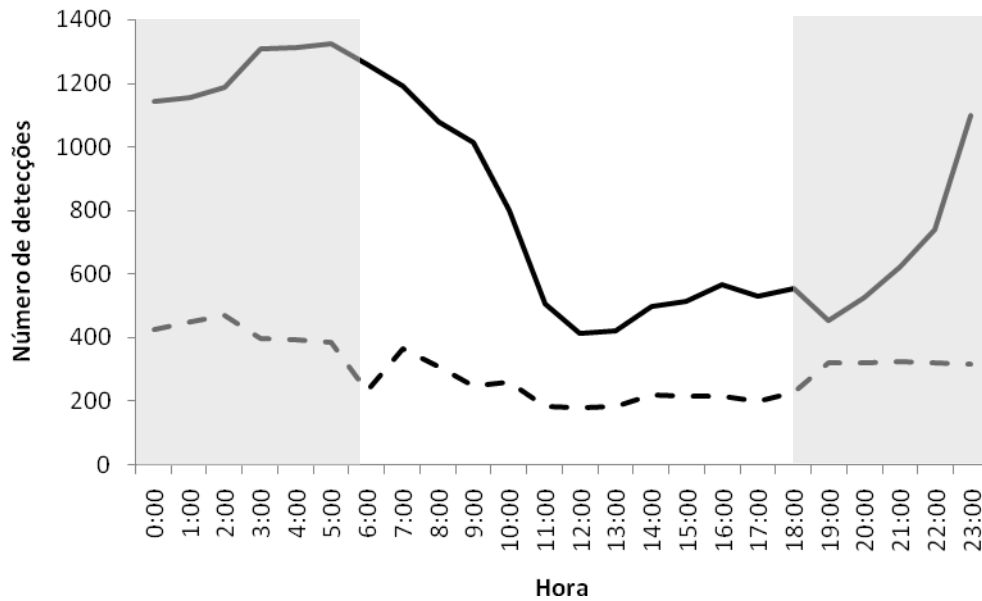


Figura 3.17 Número de detecções em cada hora para os exemplares de *Diplodus vulgaris* # 3 (linha contínua) e # 4 (linha tracejada). Área sombreada representa o período nocturno.

3.2.3.2. *Diplodus sargus* (sargo)

O período de detecção dos 3 sargos variou entre 1 e 15 dias. Com exceção do exemplar # 5, que apenas foi detectado no dia em que foi marcado e que foi posteriormente capturado por um pescador desportivo, são ainda esperadas mais detecções dos restantes exemplares. Estes exemplares ainda se encontravam na área monitorizada quando se deu a recuperação dos últimos dados sendo que as marcas têm duração prevista até Fevereiro de 2008. É ainda de salientar a recaptura do exemplar # 5, 51 dias após a marcação. Este peixe foi capturado por um pescador desportivo a cerca de 13,5 km de distância do local onde foi libertado (Figura 3.18).



Figura 3.18 Mapa com as localizações do local da captura (●) no dia 7/12/2006 do exemplar de *Diplodus sargus* # 5; (●) local da libertação no dia 7/12/2006 e (●) local da recaptura por pescador amador a 26/01/2007.

De acordo com o pescador, o peixe apresentava-se em boas condições não sendo visível nenhuma marca na zona onde foi efectuada a incisão para inserção da marca. De acordo com o trabalho de (Erzini et al., 2002) todos os exemplares marcados são indivíduos maduros.

Os I_R verificados foram bastante próximos de 1, indicando elevada residência na zona com maior incidência no local de captura (Tabela VIII). No caso do exemplar # 6 observou-se um I_R bastante próximo para 6 dos receptores (Tabela VIII). Ocorreu por parte deste exemplar uma utilização de uma área relativamente grande numa base quase diária tal como se pode observar na Figura 3.19. O exemplar # 7 evidenciou uma maior fidelidade ao local de captura (G) e ao local ao mais próximo (F1) bem como uma menor dispersão pela área de estudo (Figura 3.20). A área de MCP variou entre os 525 930 m² e os 148 024 m² para os indivíduos # 6 e # 7 respectivamente.

Tabela VIII Índices de residência para cada um dos exemplares de *Diplodus sargus* marcados. Valores a negrito indicam o local de captura/largada. – sem detecções

ID	Data de marcação	Duração da marca (dias)	Intervalo detecções (dias)	Número detecções	I_R	I_{RA}	I_{RB}	I_{RC}	I_{RD}	I_{RE}	I_{RF}	I_{RF1}	I_{RG}	I_{RG1}	I_{RH}	I_{RI}	I_{RJ}
# 5	07/12/2006	160	1	158	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
# 6	16/10/2007	160	12	996	0,83	-	-	-	-	-	0,08	0,5	0,67	0,5	0,42	0,58	0,58
# 7	16/10/2007	160	15	11647	0,93	-	-	-	-	-	0,07	0,93	0,93	0,07	-	-	-

A análise de χ^2 para testar diferenças entre o número de detecções durante o dia e durante a noite foi apenas efectuada para os exemplares # 6 e # 7. O exemplar # 5 não foi analisado pois apenas existem dados relativos a um dia. O resultado desta análise demonstrou que o exemplar # 6 é mais activo durante o dia ($\chi^2= 82,12$ $p<0,01$), verificando-se o contrário para o exemplar # 7 ($\chi^2= 552,36$ $p<0,01$) (Figura 3.21).

Observou-se ainda no exemplar # 7 uma diferença significativa no número de detecções por fase da maré, com um maior número a ocorrer quando a maré estava a encher ($\chi^2= 58,35$ $p<0,01$). O mesmo se verificou para o exemplar # 6 ($\chi^2= 157,8$ $p<0,01$) no entanto o número de detecções foi bastante reduzido.

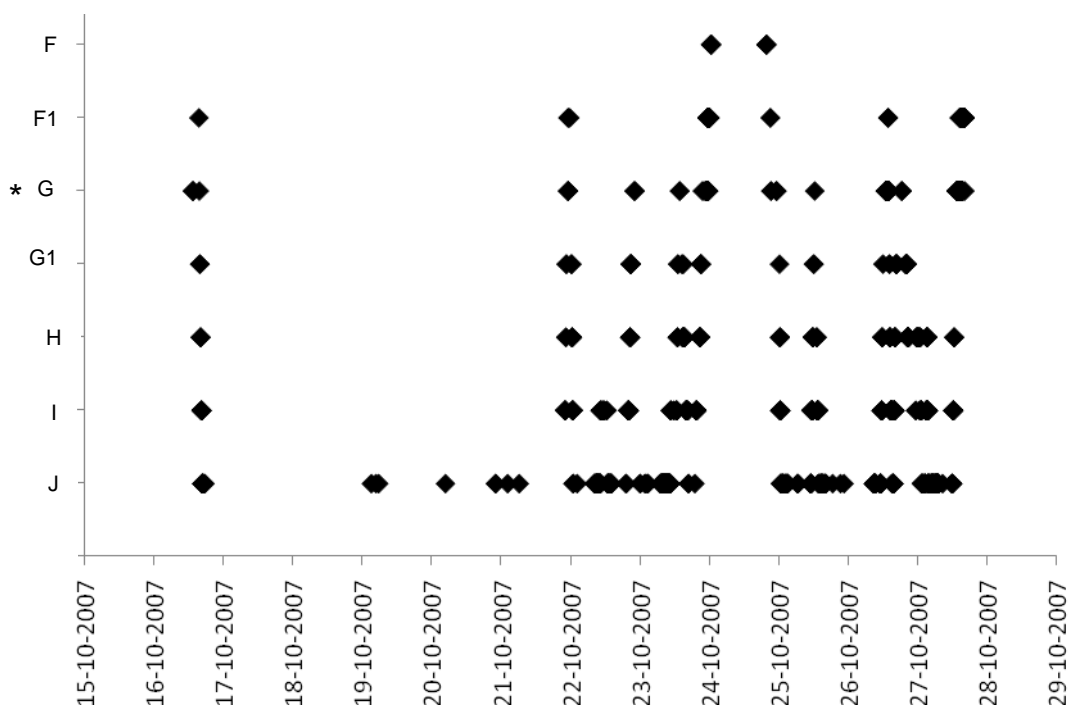


Figura 3.19 Detecções por receptor ao longo do tempo para o exemplar de *Diplodus sargus* # 6. Local de captura - *.

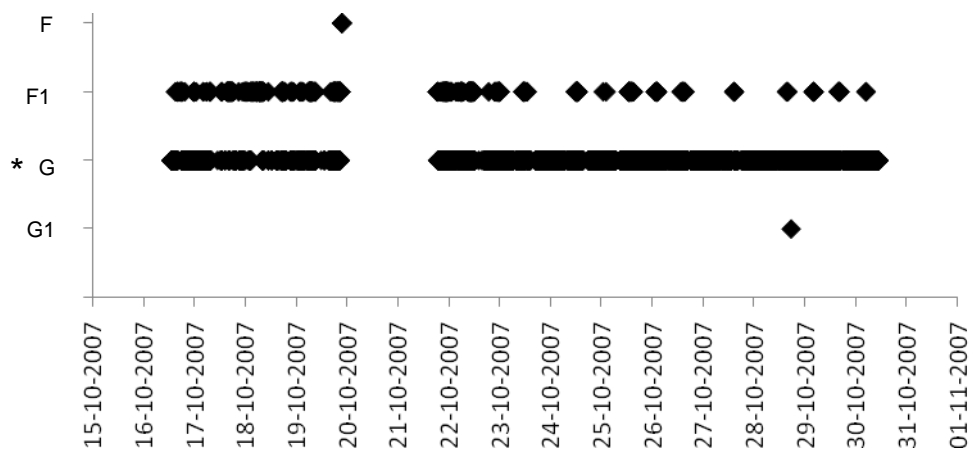


Figura 3.20 Detecções por receptor ao longo do tempo para o exemplar de *Diplodus sargus* # 7. Local de captura - *.

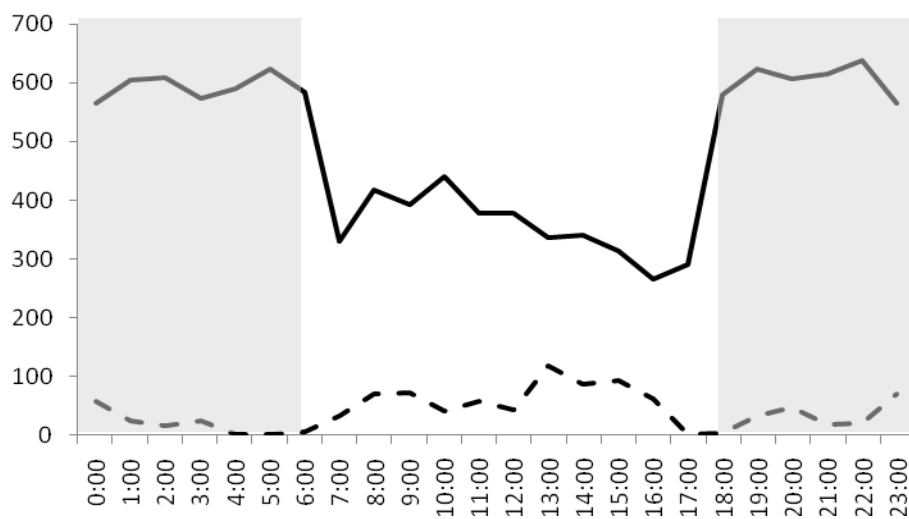


Figura 3.21 Número de detecções por hora para os exemplares de *Diplodus sargus* # 6 (linha tracejada) e # 7 (linha contínua). Área sombreada representa o período nocturno.

3.2.3.3. *Sarpa salpa* (salema)

O período de detecção das seis salemas variou entre 1 e 296 dias. Contudo, é de esperar mais detecções no futuro para 3 indivíduos, uma vez que a duração das marcas tem como prazo Fevereiro de 2008 e estes exemplares ainda se encontravam na área monitorizada quando se deu a última recuperação de dados. Segundo (Criscoli et al., 2006) todos os indivíduos marcados já se encontram maturos.

Observou-se que o I_R total para os indivíduos com períodos de detecção mais alargados foi menor o que sugere uma menor fidelidade relativamente à área de estudo (Tabela IX). As áreas de MCP foram de: 391 455 m² para o # 8, 307 735 para o # 10, 225 768 para o # 11 e 318 083 para o # 12. O facto de todos os indivíduos com excepção do exemplar # 9 terem sido detectados por vários receptores (≥ 4) vem reforçar a ideia de que as salemas percorrem uma extensa área. De um modo geral, e tendo em conta a frequência de emissão de sinais por parte do transmissor, o número de detecções foi bastante reduzido (Tabela IX).

Tabela IX Índices de residência para cada um dos exemplares de *Sarpa salpa*. Valores a negrito indicam o local de largada. * local de captura. – sem detecções.

ID	Data de marcação	Duração da marca (dias)	Intervalo detecções (dias)	Número detecções	I_R	I_{RA}	I_{RB}	I_{RC}	I_{RD}	I_{RE}	I_{RF}	I_{RF1}	I_{RG}	I_{RG1}	I_{RH}	I_{RI}	I_{RJ}
# 8	07/12/2006	160	296	102	0,01	0,03	0,03	-	0,03	0,00	0,00	0,25*	0,00	-	-	-	-
# 9	23/03/2007	160	1	26	-	-	-	-	-	-	-	- ⁸	-	-	-	-	-
# 10	16/10/2007	45	2	475	1	-	-	-	-	-	-	1	1*	1	1	0,5	0,5
# 11	16/10/2007	160	14	138	0,21	-	-	-	-	-	0,07	0,21	0,21*	0,07	0,07	-	-
# 12	16/10/2007	45	4	3577	1	-	-	-	-	0,25	0,75	0,75	0,75*	-	-	-	-

⁸ Não houve detecções porque este receptor foi colocado à *posteriori*

O exemplar # 8 foi libertado a uma distância de 4,7 km de distância do local de captura. A sua detecção no local de captura ocorreu passados 294 dias (Figura 3.22). No entanto, é necessário referir a existência de um longo período sem receptores na área de estudo (ver Tabela II).

A observação da Figura 3.23 e da Figura 3.24, relativas aos exemplares # 11 e # 12 respectivamente, mostram a reduzida fidelidade à área de estudo uma vez que não existem detecções destes indivíduos por períodos relativamente alargados. Na Figura 3.24 observa-se ainda a existência de uma deslocação, por parte do exemplar # 12, de aproximadamente 2,8 km entre os receptores F e E, onde permaneceu durante 10 horas, que correspondem sensivelmente ao período diurno (Figura 3.24). Posteriormente, regressou à zona dos receptores F e F1 onde as suas detecções foram intermitentes, com um período de cerca de 21 horas sem qualquer detecção (Figura 3.24).

Os resultados do teste χ^2 indicam que os exemplares # 10 e # 11 tiveram um número de detecções significativamente superior durante a noite ($\chi^2=139,57$ $p<0,01$ e $\chi^2=2202,3$ $p<0,01$, respectivamente). Para o exemplar # 12 verificou-se exactamente o contrário, com um maior número de detecções durante o dia ($\chi^2=5,12$ $p<0,01$).

A análise do número de detecções por receptor para o exemplar # 12 permitiu-nos observar que as detecções nos receptores E e F apenas tiveram lugar durante o dia enquanto as detecções nos receptores F1 e G tiveram lugar preferencialmente no período nocturno (Figura 3.25).

De acordo com os resultados do teste χ^2 não existiram diferenças significativas no que diz respeito ao número de detecções por fase da maré

($\chi^2= 0,15$ $p>0,01$) para o exemplar # 12. Esta análise não foi efectuada para os restantes indivíduos devido ao reduzido número de detecções registadas.

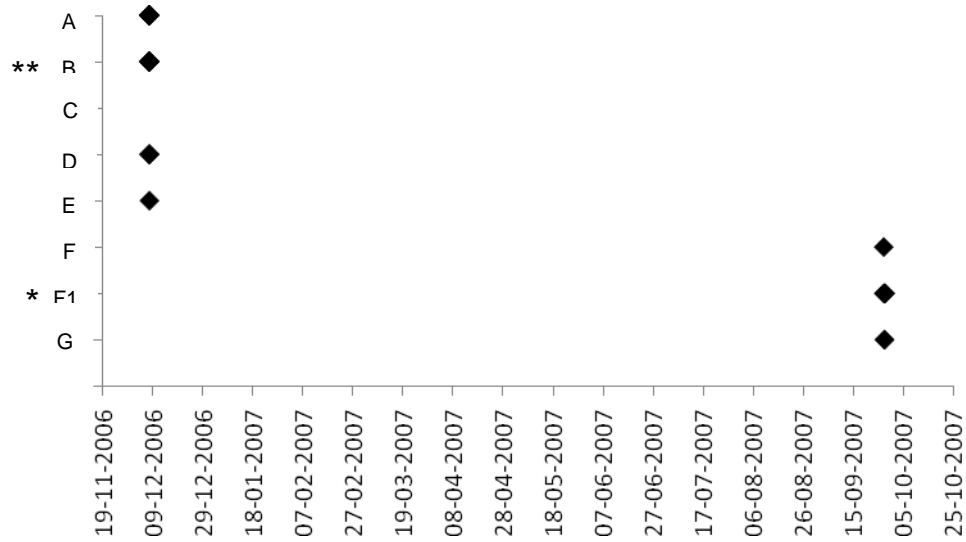


Figura 3.22 Detecções por receptor ao longo do tempo para o exemplar de *Sarpa salpa* # 8. Local de largada - **. Local de captura - *.

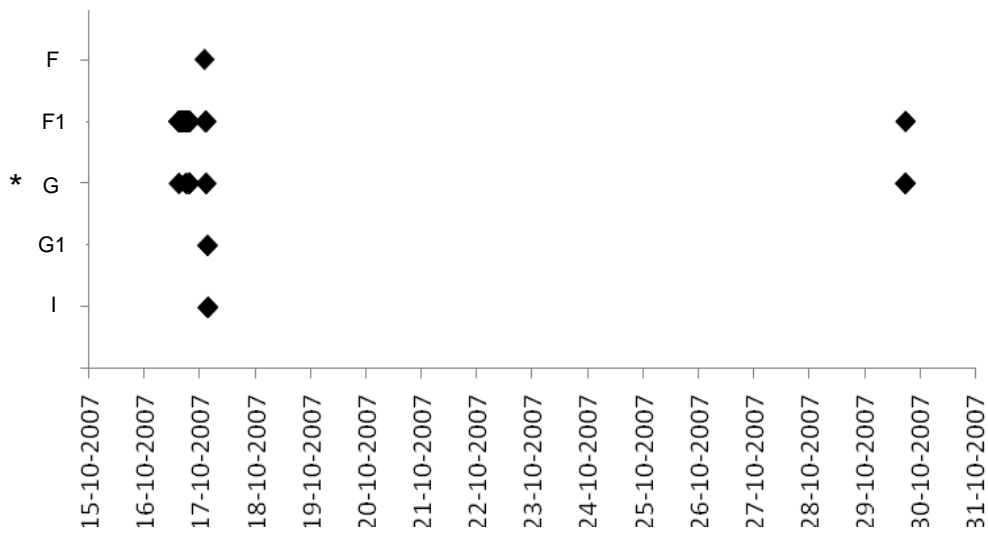


Figura 3.23 Detecções por receptor ao longo do tempo para o exemplar de *Sarpa salpa* # 11. Local de captura - *.

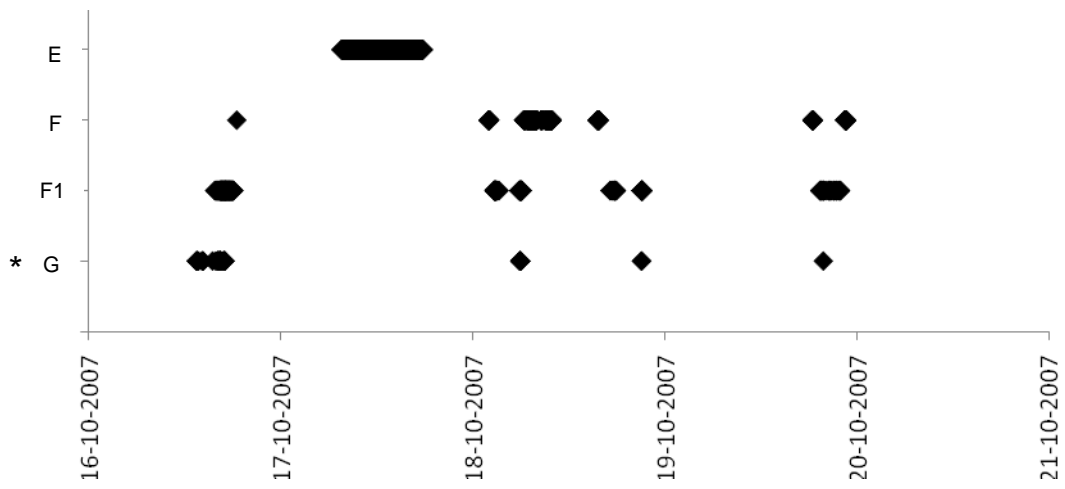


Figura 3.24 Detecções por receptor ao longo do tempo para o exemplar de *Sarpa salpa* # 12. Local de captura - *.

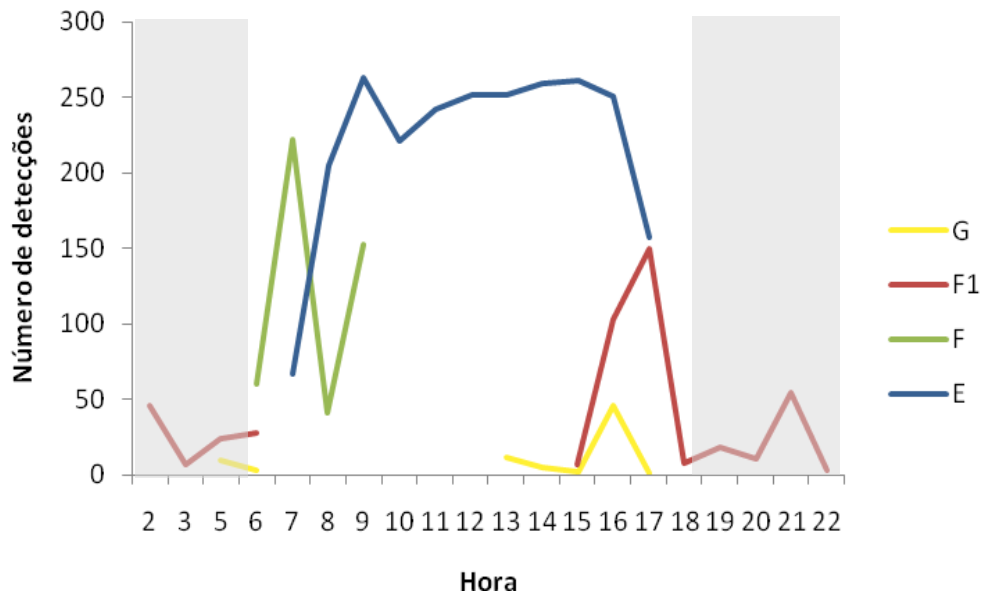


Figura 3.25 Número de detecções totais por receptor ao longo do dia para o exemplar de *Sarpa salpa* # 12. Zonas sombreadas representam período nocturno.

3.2.3.4. *Sparus aurata* (dourada)

As nove douradas tiveram um período de detecção que variou entre 1 e 58 dias. Uma vez que a duração prevista das marcas é de 160 dias são esperadas mais detecções para os exemplares # 16 a # 21 (Tabela X). Exceptuando os indivíduos que foram largados num local diferente do local de captura e que não regressaram a esse mesmo local (# 13, # 14) todos os outros demonstraram uma elevada fidelidade ao local de captura (Tabela X). Nestes inclui-se o exemplar # 15 que foi largado a cerca de 3,8 km do local de captura e que num período inferior a 48 horas regressou ao local de captura e aí permaneceu.

Tabela X Índices de residência para cada um dos exemplares de *Sparus aurata*. Valores a negrito indicam o local de largada. * local de captura. – sem detecções.

ID	Data de marcação	Duração da marca (dias)	Intervalo detecções (dias)	Número detecções	I _R	I _{RA}	I _{RB}	I _{RC}	I _{RD}	I _{RE}	I _{RF}	I _{RF1}	I _{RG}	I _{RG1}	I _{RH}	I _{RI}	I _{RJ}
# 13	07/12/2006	160	1	81	-	-	-	-	-	-	-	*	-	-	-	-	-
# 14	06/12/2006	160	1	40	-	-	-	-	-	-	-	*	-	-	-	-	-
# 15	17/11/2006	160	13	2334	0,92	0,15	0,15	-	0,08	0,08	0,77*	-	-	-	-	-	-
# 16	03/09/2007	160	58	689	0,74	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	0,74*	-
# 17	03/09/2007	160	25	1080	0,56	-	-	-	-	-	-	-	-	-	0,12	0,48*	0,2
# 18	03/09/2007	160	27	7410	0,81	-	-	-	-	-	-	0,15	0,11	0,3	0,81	0,78*	0,2
# 19	14/09/2007	160	27	2418	0,41	-	-	-	-	-	-	-	-	-	0,41	0,37*	0,1
# 20	14/09/2007	160	4	1053	1	-	-	-	-	-	-	-	-	-	0,5	1*	1
# 21	16/10/2007	160	15	3801	1	-	-	-	-	-	-	-	-	-	0,07	0,93*	0,1

O exemplar # 16 apenas foi detectado pelo receptor I. No entanto não foi detectado durante todo o período de monitorização, sugerindo a ocupação de zonas fora do alcance deste receptor e dos receptores adjacentes (Figura 3.26). Comportamento diferente apresentou o exemplar # 18 que apesar de ter demonstrado uma elevada fidelidade ao local de captura ($I_R=0,78$) foi ainda detectado por outros 5 receptores tendo inclusivamente obtido o maior I_R no receptor H (Figura 3.27).

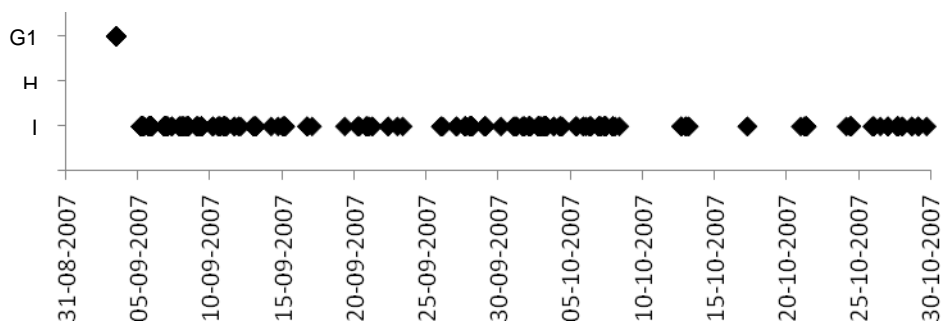


Figura 3.26 Detecções por receptor ao longo do tempo para o exemplar de *Sparus aurata* # 16.

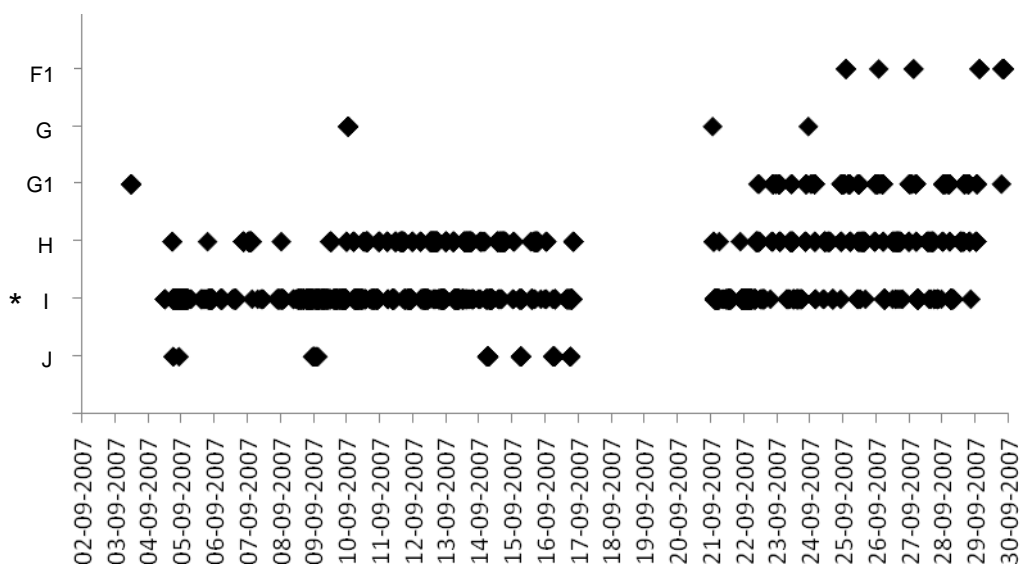


Figura 3.27 Detecções por receptor ao longo do tempo para o exemplar de *Sparus aurata* # 18. Local de captura - *.

Os restantes exemplares, # 17, # 19, # 20 e # 21 foram detectados predominantemente no local de captura/largada, onde se verificou o maior I_R , tendo sido também detectados nos receptores adjacentes H e J. No caso do exemplar # 19 as detecções não foram contínuas, existindo falhas por períodos curtos, 1 ou 2 dias, e mesmo por dois períodos de aproximadamente 9 dias (Figura 3.28). Curiosamente também não existiram detecções do exemplar # 17 num período de 9 dias praticamente coincidente com o mesmo período sem detecções para o exemplar # 19 (Figura 3.29). Os exemplares # 20 e # 21 foram detectados quase continuamente (Figura 3.30 e Figura 3.31). Os indivíduos maduros (# 16, # 17 e # 19) apresentaram um I_R menor que os restantes. As áreas de MCP foram de 18 930 m² para os exemplares # 17, # 19, # 20 e # 21, de 307 735 para o # 18 e 27 375 m² para o # 13.

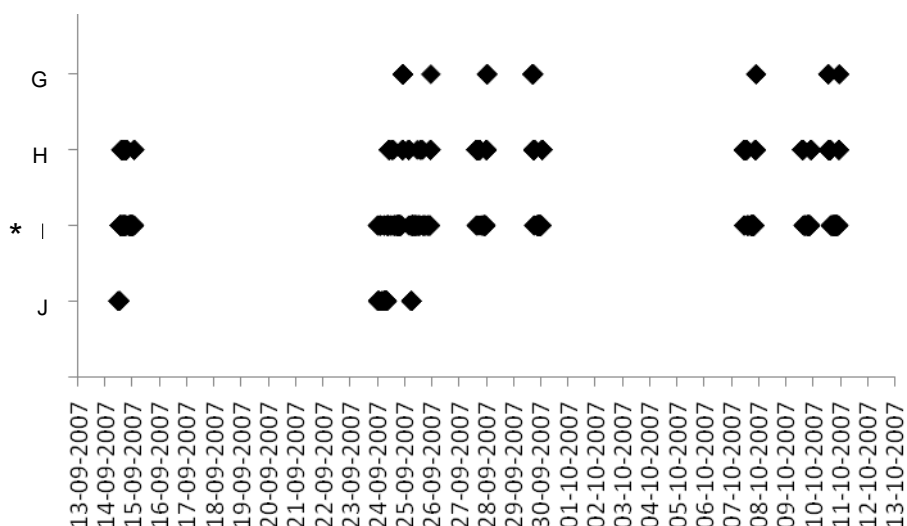


Figura 3.28 Detecções por receptor ao longo do tempo para o exemplar de *Sparus aurata* # 19. Local de captura - *.

Os resultados da análise de χ^2 para a comparação do número de detecções entre o período diurno e o período nocturno revelaram não existir um padrão, com 3 exemplares a exibirem mais detecções durante a noite (# 16, # 18 e # 21), 3 exemplares com um maior número de detecções durante o dia (# 15, # 17 e # 20) e um exemplar que não demonstrou diferenças significativas no número de detecções durante a noite e durante o dia (Tabela XI).

Seis dos sete exemplares analisados demonstraram diferenças significativas no número de detecções por fase da maré, com a maioria a exibir um maior número de detecções durante a vazante (Tabela XII).

A Figura 3.32 mostra o número de detecções por período do dia (nocturno/diurno) para o local F sendo evidente a utilização deste local durante o dia.

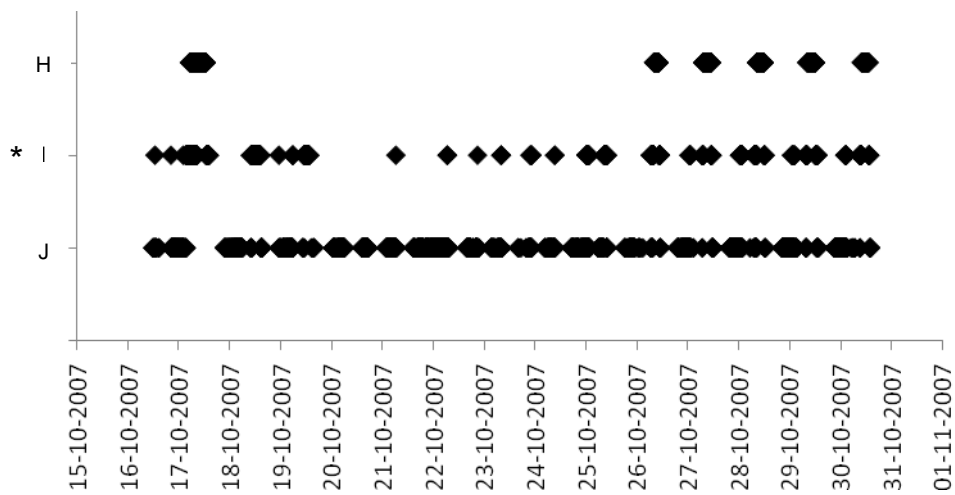


Figura 3.31 Detecções por receptor ao longo do tempo para o exemplar de *Sparus aurata* # 21. Local de captura - *.

Tabela XI Resultados do teste de χ^2 para a detecção de diferenças no número de detecções entre os períodos diurno e noturno para os exemplares de *Sparus aurata*.

Exemplar	χ^2	p	Período
# 15	780,31	<0,01	Diurno
# 16	40,48	<0,01	Nocturno
# 17	51,93	<0,01	Diurno
# 18	9,87	<0,01	Nocturno
# 19	6,15	>0,01	Igual
# 20	9,42	<0,01	Diurno
# 21	40,24	<0,01	Nocturno

Tabela XII Resultados do teste de χ^2 para a detecção de diferenças entre o número de detecções durante os períodos de enchente e de vazante para os exemplares de *Sparus aurata*.

Exemplar	χ^2	p	Fase maré
# 15	291.86	<0,01	Enchente
# 16	162.88	<0,01	Enchente
# 17	23.38	<0,01	Vazante
# 18	283.53	<0,01	Vazante
# 19	90.37	<0,01	Vazante
# 20	0.01	>0,01	Sem diferenças
# 21	16.35	<0,01	Vazante

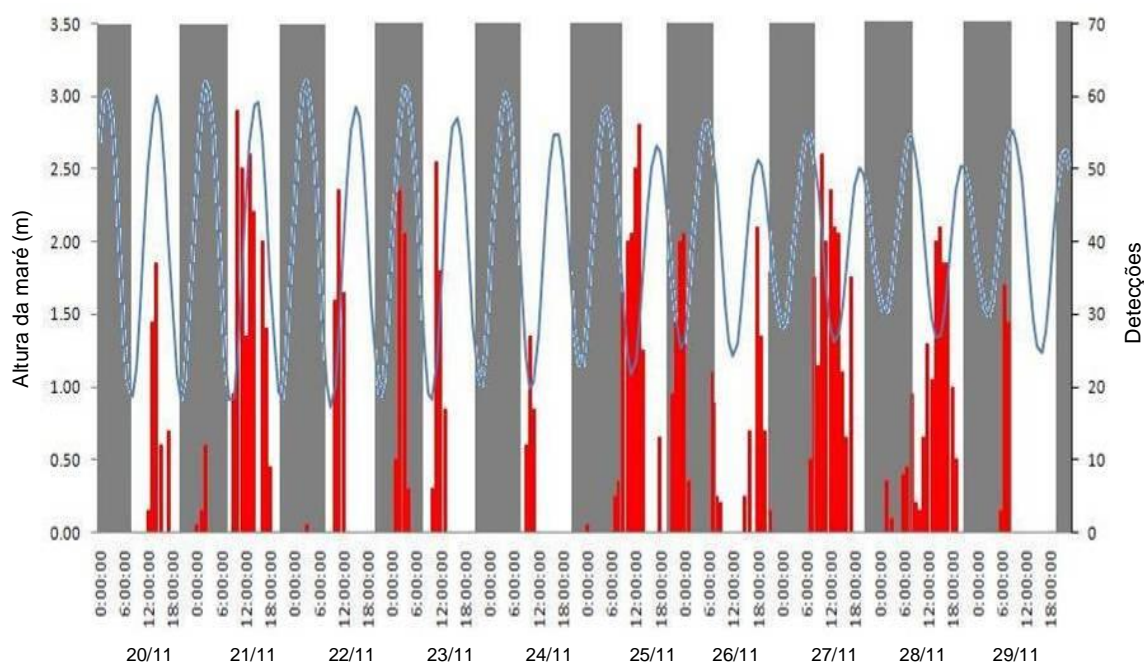


Figura 3.32. Número de detecções diárias do exemplar de *Sparus aurata* # 15 na área coberta pelo receptor F. Zonas sombreadas representam noite. A linha azul representa a altura da maré.

4. Discussão

4.1. Aplicação dos métodos

4.1.1. Marcação e recaptura

De acordo com (Andrade, 2001) a utilização deste método de marcação externa não tem influência na mortalidade nem no crescimento de *D. vulgaris*, apresentando as marcas uma elevada taxa de retenção. Apesar deste estudo ser relativo a apenas uma das espécies (*D. vulgaris*), é de crer que os resultados se possam aplicar às restantes espécies dadas as suas semelhanças. No entanto, apesar destas conclusões, as marcas apresentaram elevados índices de colonização no momento das recapturas, o que pode diminuir a mobilidade e aumentar o risco de predação dos peixes marcados.

Não obstante ter sido efectuado um grande esforço para a divulgação do estudo e da existência de recompensas para as recapturas de peixes marcados, apenas ocorreram 5 devoluções por parte de pescadores. Este facto está presumivelmente relacionado não só com a não captura dos exemplares marcados devido ao seu reduzido tamanho, mas principalmente com a não devolução das marcas. Tal pode acontecer não só porque os peixes marcados não atingem o tamanho mínimo legal de captura, como na maioria das vezes são utilizadas artes ilegais na sua captura.

4.1.2. Telemetria acústica

A marcação, através de inserção na cavidade intra-peritoneal, foi utilizada por trazer vantagens relativamente aos outros métodos, marcação externa e inserção gástrica através da boca. Estudos prévios realizados no âmbito de outros projectos demonstraram que a inserção gástrica através da boca não é adequada para marcação em indivíduos de *D. sargus*, uma vez que a regurgitação é bastante frequente (Santos et al., 2005). As marcas escolhidas são, de acordo com o fabricante (VEMCO, Ltd.) apropriadas para a implantação em peixes juvenis e/ou de pequenas dimensões. O método utilizado, inserção intra-peritoneal por meio de cirurgia, foi escolhido por ser o mais utilizado em indivíduos desta família (e.g. *S. salpa* (Jadot et al., 2002); *Pagrus auratus* (Egli and Babcock, 2004); *Pagrus pagrus* (Guedes da Rosa, 2006; Afonso, 2007)). Jadot (2003) verificou que para a espécie *S. salpa* este é o método mais adequado, salientado também o facto da inserção gástrica não ser apropriada para esparídeos verificando-se a regurgitação dos transmissores passado muito pouco tempo. De acordo com Jepsen et al. (2002) as marcas inseridas cirurgicamente têm tido, em vários estudos, bons resultados durante longos períodos sem que tenha havido efeitos secundários detectáveis.

No decorrer deste estudo este método revelou-se adequado, tal como comprovado pela ausência de qualquer tipo de vestígio da cirurgia efectuada no exemplar recuperado por um pescador recreativo. Para além disso os resultados de outros estudos com *D. sargus* realizados em cativeiro sugerem tratar-se de um método eficaz (Santos et al., 2005).

4.1.3. Testes de alcance

Os testes de alcance efectuados, para os receptores fixos colocados no fundo da Ria, revelaram-se fundamentais tendo em conta os dados fornecidos pelo fabricante (Vemco, Ltd.). O alcance máximo na área de estudo (~140m) situou-se no limite inferior do intervalo estimado pelo fabricante (122m - 292m). Tal facto deve-se não só às características topográficas mas também às zonas de ervas marinhas, que absorvem o sinal, e ao elevado ruído provocado pela actividade das embarcações que circulam na área.

Exemplo claro disso foram os resultados dos testes de alcance realizados para o receptor F, que se encontrava no interior de um banco de areia e numa zona de ervas marinhas. Esta zona foi utilizada com regularidade por parte de um dos peixes marcados (*S. aurata* # 15), tendo ainda ali sido detectados pontualmente outros exemplares de *S. salpa* e *D. sargus*.

4.1.4. Telemetria activa

Com o ciclo de telemetria activa com a duração de 24 horas demonstrou-se que é possível executar este tipo de técnica na Ria Formosa com o equipamento escolhido, nomeadamente tendo em conta as características das marcas utilizadas.

No entanto, os resultados da telemetria passiva, efectuada ao exemplar de *D. vulgaris* # 1, vieram a indicar que os resultados não teriam grande valor a partir das 19h20, ou seja, cerca de 5h30 após a libertação, uma vez que a posição se manteve inalterada por um longo período de tempo. Para além

disso foram ainda realizados mergulhos com escafandro semi-autónomo que nos permitiram verificar que apenas a marca se encontrava presente no local. Este facto leva-nos a concluir que: 1) o peixe perdeu a marca acústica, pois uma vez que a incisão apenas é fechada com cola é possível que esta tenha saído, 2) o peixe tenha morrido quer devido aos efeitos da intervenção cirúrgica quer por predação natural.

Por este motivo não é possível retirar qualquer tipo de conclusão dos resultados obtidos. No entanto foi possível observar que a utilização de telemetria activa permite obter resultados com uma escala mais fina.

4.1.5. Telemetria passiva

Este estudo apresenta, pela primeira vez, resultados de movimentos de *S. aurata* e *D. vulgaris* em ambientes naturais. Para além disso, esta tecnologia apenas recentemente começou a ser utilizada em Portugal sendo este estudo o primeiro realizado em Portugal Continental com peixes selvagens.

No entanto, o reduzido número de exemplares marcados, de cada espécie, não nos permite retirar muitas conclusões acerca dos seus movimentos. Isto verifica-se principalmente para as espécies *D. sargus* e *D. vulgaris*, para as quais se revelou extremamente difícil capturar indivíduos com um tamanho compatível com a inserção das marcas acústicas.

4.2. Ecologia

4.2.1. Marcação e recaptura

Os resultados obtidos demonstram uma grande fidelidade de *D. vulgaris* e *S. salpa* ao local onde foram marcados, observando-se apenas pequenos movimentos e pouco significativos. Estes resultados estão de acordo com os resultados obtidos no trabalho de Erzini et al. (2002). De realçar que no caso de *S. salpa* as recapturas apenas aconteceram em indivíduos menores (até aos 13 cm de comprimento), pelo que este tipo de comportamento não se pode extrapolar para indivíduos de maiores dimensões.

Relativamente às outras 2 espécies em estudo, *D. sargus* e *S. aurata*, o reduzido número de recapturas, três e uma respectivamente, não nos permite retirar quaisquer conclusões.

4.2.2. Telemetria acústica

De um modo geral, estes resultados vêm aumentar o nosso conhecimento acerca das movimentações e utilização de habitats por parte destas espécies. Até ao momento, os estudos prévios apontavam para que houvesse uma utilização contínua do local por períodos relativamente prolongados (Erzini et al., 2002)

4.2.2.1. *Diplodus vulgaris* (safia)

Os resultados aqui apresentados mostram a existência de uma grande fidelidade ao local de captura por parte espécie *D. vulgaris*. Para além disso os movimentos são relativamente curtos na medida em que as detecções por parte de outros receptores que não o do local de captura foram escassas, indicando movimentações circunscritas a uma área relativamente pequena. De todas as espécies aqui estudadas, *D. vulgaris* é uma das espécies que apresenta um menor MCP, apenas comparável com *S. aurata*.

O aumento do número de detecções durante a enchente está presumivelmente relacionado com o aumento do alcance por parte do receptor que foi analisado. O facto deste se encontrar numa zona relativamente baixa e com bastante vegetação pode levar a que em períodos de maré baixa o seu alcance seja consideravelmente reduzido.

A safia para a qual se obtiveram detecções contínuas num único receptor e que se presume ter perdido o transmissor ou ter morrido também apresentou diferenças significativas no que diz respeito ao número de detecções por período do dia. Este facto poderá estar relacionado com o aumento do ruído proveniente de um maior tráfego de embarcações e/ou do frequente aumento da velocidade do vento durante o dia.

O reduzido número de dias em que o exemplar # 2 foi detectado leva-nos a supor que muito provavelmente terá sido capturado, principalmente tendo em conta os resultados dos restantes exemplares e o facto de não ser provável que se tenha deslocado para outras zonas da Ria sem que tenha sido detectada por outros receptores.

4.2.2.2. *Diplodus sargus* (sargo)

Dos três sargos marcados apenas se obtiveram detecções por um período superior a dois dias para dois desses sargos. Por esta razão, os resultados dos sargos, apesar de interessantes, são inconclusivos. Os dois exemplares apresentaram comportamentos diferentes, com um mais activo no período nocturno e outro mais activo durante o dia. Também no que diz respeito à dispersão pela área de estudo obtivemos resultados diferentes, com um exemplar a apresentar uma elevada residência ao local de captura e local adjacente enquanto o outro exemplar exibiu um padrão diferente, com uma maior dispersão pela área de estudo. Este tipo de comportamento poderá explicar o reduzido número de detecções uma vez que os receptores não têm áreas de sobreposição o que leva a que nas deslocações entre os diferentes receptores ocorram zonas onde os peixes marcados não são detectados.

Quando comparada, com a outra espécie do Género *Diplodus* em estudo, observou-se uma utilização de uma área maior no que diz respeito ao MCP.

4.2.2.3. *Sarpa salpa* (salema)

Foi possível observar que a espécie *S. salpa* se desloca numa vasta área dentro da Ria Formosa ao contrário dos resultados obtidos em indivíduos de menores dimensões, marcados apenas com marcas externas e que foram recapturados no mesmo local em intervalos até 10 dias. O reduzido número de

detecções aliado a um baixo I_R aponta para uma dispersão para além das áreas monitorizadas sugerindo a existência de uma área vital bastante alargada, isto é, superior à área monitorizada. A suportar esta ideia está o facto de quanto maior o tempo em liberdade após a marcação menor o I_R .

No que diz respeito à fidelidade ao local os resultados foram diferentes dos obtidos por Jadot et al. (2002; 2006), onde os exemplares marcados demonstraram uma elevada fidelidade ao local e uma área vital média de 49 482 m², bastante inferior aos resultados obtidos neste estudo. Apesar da metodologia utilizada nestes estudos ter sido diferente da utilizada no presente estudo a diferença é bastante significativa. Tal facto poderá dever-se a uma diferente estratégia alimentar dadas as diferentes condições dos locais de estudo e a capacidade que esta espécie possui em adaptar o seu comportamento ao ambiente (Verlaque, 1990). O aumento do número de detecções durante a noite poderá estar relacionado com o facto de estes exemplares utilizarem as zonas detectáveis pelos receptores como refúgio percorrendo durante o dia áreas mais propícias para a sua alimentação. A utilização de diferentes áreas ao durante a noite e durante o dia foi também detectada no Mediterrâneo por Jadot et al. (2006).

4.2.2.4. *Sparus aurata* (dourada)

Os resultados aqui apresentados sugerem uma reduzida dispersão da espécie *S. aurata* pela área de estudo, tendo cada exemplar sido detectado em poucos locais. No entanto, os I_R são relativamente baixos tendo em conta a baixa dispersão. Assim, é provável que esta espécie ocupe zonas fora do

alcance dos receptores mas perto destes, pois não existem detecções nos receptores adjacentes. Identificaram-se dois comportamentos distintos, com indivíduos mais activos à noite e outros mais activos durante o dia. Os resultados de um outro estudo efectuado em pequenas lagoas (Begout and Lagardere, 1995) evidenciaram a existência de uma maior actividade durante o dia no entanto é de referir que estes peixes eram alimentados durante o dia e a horas pré-determinadas.

O maior número de detecções durante o período vazante para a maioria dos exemplares que se encontravam na zona do receptor I pode estar relacionada com o facto destes se deslocarem para zonas menos profundas em períodos de maré cheia e para zonas mais profundas em períodos de maré vazia.

De referir ainda que duas das três douradas que foram deslocadas cerca de 3,8 km antes da sua libertação demonstraram capacidade de regressar ao local de captura. Esta capacidade tinha já sido descrita para exemplares de *S. salpa* (Jadot et al., 2006).

5. Conclusões

A utilização de marcas externas não tem dado grandes resultados essencialmente por 3 razões: 1) poucas recapturas; 2) curto prazo em liberdade e 3) grande maioria das recapturas são efectuadas nas campanhas de marcação. Por estas razões foi utilizada a telemetria como complemento à marcação tradicional.

Para algumas espécies, como por exemplo a salema, o seu reduzido valor como espécie comercial pode também ser um dos factores para a não existência de recapturas por parte de pescadores recreativos. De modo a tornar este tipo de estudos mais eficiente seria necessário uma maior colaboração por parte da comunidade piscatória.

Relativamente à telemetria, apesar dos resultados obtidos relativamente aos movimentos das espécies em causa serem escassos e não serem conclusivos, as informações relativas aos métodos e meios necessários são de extrema utilidade tendo em vista futuros estudos nesta área. No entanto, foi possível desde já concluir que a espécie *D. vulgaris* é a que apresenta um menor MCP, com uma média de 33 474 m². No extremo oposto encontra-se a espécie *S. salpa* com um MCP médio de 310 760 m².

A utilização de telemetria passiva complementada com o uso de telemetria activa é o recomendado neste tipo de habitats. Sugere-se ainda a utilização de embarcações que permitam a realização de telemetria activa em locais de baixa profundidade como por exemplo kayaks.

A análise dos restantes dados esperados pode vir aumentar o número de detecções relativamente a exemplares de todas as espécies em estudo e

como tal trazer mais conhecimento acerca das suas deslocações e padrões de movimentação.

A utilização de um maior número de receptores tornaria possível monitorizar uma área maior, aumentando o nosso conhecimento sobre as movimentações dos exemplares marcados. A manutenção, desses mesmos receptores, na área de estudo por períodos mais alargados seria igualmente desejável não só porque a longevidade das marcas é regularmente superior à anunciada como também pelo facto de por vezes os peixes marcados “regressarem” passado algum tempo. Também a marcação de um maior número de exemplares seria de extrema utilidade de modo a obter resultados mais robustos assim como a realização de mais campanhas de telemetria activa.

A aplicação desta técnica noutras espécies, como por exemplo o robalo (*Dicentrarchus labrax*, Linnaeus, 1758), seria uma mais valia em termos não só de conhecimento das espécies, mas também em termos da importância da Ria Formosa e de alguns dos seus habitats.

6. Bibliografia

Able, K.W., Hagan, S.M., Brown, S.A., 2006. Habitat use, movement, and growth of young-of-the-year *Fundulus* spp. in southern New Jersey salt marshes: Comparisons based on tag/recapture. *Journal of Experimental Marine Biology and Ecology* 335, 177-187.

Afonso, P., 2007. Habitat use and movement patterns of three sympatric species with different life history strategies: implications for design of marine reserves. PhD Thesis. University of Hawai'i, Honolulu, p. 190.

Águas, M.P.N., 1986. Simulação da circulação hidrodinâmica na Ria Formosa (Hydrodynamic circulation of Ria Formosa). In: Gomes Gerreiro, M.s (Ed.), *Os Sistemas Lagunares do Algarve.*, Universidade do Algarve, Faro, Portugal, pp. 78-90.

Andrade, A., 2001. Avaliação do efeito da marcação com marcas em T ("T-anchor") na sobrevivência e no crescimento de juvenis de *Diplodus vulgaris* (Geoffrey, 1817) e avaliação da retenção da marca. Faculdade de Ciências do Mar e do Ambiente. Universidade do Algarve, Faro, p. 34 + anexos.

Bauchot, M.-L., Hureau, J.-C., 1986. Sparidae. In: Whitehead, P.J., Bauchot, M.-L., Hureau, J.-C., Nielsen, J., Tortonese, E.s (Eds.), *Fishes of the North-eastern Atlantic and the Mediterranean* Paris, pp. 513-1007.

Bégout Anras, M.L., Covès, D., Dutto, G., Laffargue, P., Lagardère, F., 2003. Tagging juvenile seabass and sole with telemetry transmitters: medium-term effects on growth. *ICES Journal of Marine Science* 60, 1328-1334.

Begout, M.L., Lagardere, J.P., 1995. An acoustic telemetry study of seabream (*Sparus aurata* L): First results on activity rhythm, effects of environmental variables and space utilization. *Hydrobiologia* 301, 417-423.

Cartamil, D.P., Vaudo, J.J., Lowe, C.G., Wetherbee, B.M., Holland, K.N., 2003. Diel movement patterns of the Hawaiian stingray, *Dasyatis lata*: implications for ecological interactions between sympatric elasmobranch species. *Marine Biology*, 1-13.

Chaoui, L., Kara, M.H., Faure, E., Quignard, J.P., 2006. Growth and reproduction of the gilthead seabream *Sparus aurata* in Mellah lagoon (north-eastern Algeria). *Scientia Marina* 70, 545-552.

Criscoli, A., Colloca, F., Carpentieri, P., Belluscio, A., Ardizzone, G., 2006. Observations on the reproductive cycle, age and growth of the salema, *Sarpa salpa* (Osteichthyes : Sparidae) along the western central coast of Italy. *Scientia Marina* 70, 131-138.

DGPA, 1997. Recursos da Pesca. Série Estatística 1996. Direcção-Geral das Pescas e Aquicultura. Vol 11 A-B: 172.

DGPA, 1998. Recursos da Pesca. Série Estatística 1997. Direcção-Geral das Pescas e Aquicultura. Vol 12 A-B: 172.

- DGPA, 1999. Recursos da Pesca. Série Estatística 1998. Direcção-Geral das Pescas e Aquicultura. Vol 13 A-B: 171.
- DGPA, 2000. Recursos da Pesca. Série Estatística 1999. Direcção-Geral das Pescas e Aquicultura. Vol 14 A-B: 169.
- DGPA, 2001. Recursos da Pesca. Série Estatística 2000. Direcção-Geral das Pescas e Aquicultura. Vol 15 A-B: 167.
- DGPA, 2002. Recursos da Pesca. Série Estatística 2001. Direcção-Geral das Pescas e Aquicultura. Vol 16 A-B: 166.
- DGPA, 2003. Recursos da Pesca. Série Estatística 2002. Direcção-Geral das Pescas e Aquicultura. Vol 17 A-B: 168.
- DGPA, 2004. Recursos da Pesca. Série Estatística 2003. Direcção-Geral das Pescas e Aquicultura. Vol 18 A-B: 169.
- DGPA, 2005. Recursos da Pesca. Série Estatística 2004. Direcção-Geral das Pescas e Aquicultura. Vol 19 A-B: 169.
- Egli, D.P., Babcock, R.C., 2004. Ultrasonic tracking reveals multiple behavioural modes of snapper (*Pagrus auratus*) in a temperate no-take marine reserve. ICES Journal of Marine Science 61, 1137-1143.
- Eristhee, N., Popple, I., Oxenford, H.A., Hunte, W., 2001. Methods and lessons learnt in the application of ultrasonic telemetry to coral reef fish movement studies. Proceedings of the 52nd Gulf and Caribbean Fisheries Institute 52, 145-160.
- Erzini, K., Bentes, L., Coelho, R., Correia, C., Lino, P.G., Monteiro, P., Ribeiro, J., Gonçalves, J.M.S., 2002. Recruitment of seabreams (Sparidae) and other commercially important species in the Algarve (Southern Portugal). DG XIV/99/061 - Final Report, Faro, p. 178 + annexes.
- Erzini, K., Gonçalves, J.M.S., Bentes, L., Lino, P.G., Ribeiro, J., 1997. Longline selectivity and biology of "red" sea breams (Sparidae). DG XIV/C/1 - Final report, Faro, p. 100+annexes.
- Fable, W.A., 1990. Summary of king mackerel tagging in the southeastern USA: mark-recapture techniques and factors influencing tag returns. In: Parker, N.C., Giorgi, A.E., Heidinger, R.C., Jester Jr, D.B., Prince, E.D., Winans, G.A.s (Eds.), Fish-Marking techniques. American Fisheries Society Symposium, Bethesda, Maryland, pp. 161-167.
- Falcão, M., Vale, C., 1990. Study of the Ria Formosa Ecosystem - Benthic Nutrient Remineralization and Tidal Variability of Nutrients in the Water. Hydrobiologia 207, 137-146.
- Fischer, W., Schneider, M., Bauchot, M.L., 1987. Fiches FAO d'identification des espèces pour les besoins de la pêche. Méditerranée et Mer Noire (zone de pêche 37). FAO, Rome.
- Fritsch, M., Morizur, Y., Lambert, E., Bonhomme, F., Guinand, B., 2007. Assessment of sea bass (*Dicentrarchus labrax*, L.) stock delimitation in the Bay of Biscay and the English Channel based on mark-recapture and genetic data. Fisheries Research 83, 123-132.

- Gomes, M.C., Serrao, E., Borges, M.D., 2001. Spatial patterns of groundfish assemblages on the continental shelf of Portugal. *Ices Journal of Marine Science* 58, 633-647.
- Gonçalves, J.M.S., 2000. Biologia pesqueira e dinâmica populacional de *Diplodus vulgaris* (Geoffr.) e *Spondyliosoma cantharus* (L.) (PISCES:Sparidae) na costa Sudoeste de Portugal. Tese de Doutoramento. Unidade de Ciências e Tecnologias dos Recursos Aquáticos. Universidade do Algarve, Faro, p. 369.
- Gonçalves, J.M.S., Bentes, L., Coelho, R., Correia, C., Lino, P.G., Monteiro, C.C., Ribeiro, J., Erzini, K., 2003. Age and growth, maturity, mortality and yield-per-recruit for two banded bream (*Diplodus vulgaris* Geoffr.) from the south coast of Portugal. *Fisheries Research* 62, 349-359.
- Guedes da Rosa, R.M., 2006. Efeitos da captura e implante de transmissores em peixes demersais. Faculdade de Ciências do Mar e do Ambiente. Universidade do Algarve, Faro, p. 55 + anexos.
- Heupel, M.R., Simpfendorfer, C.A., Collins, A.B., Tyminski, J.P., 2006. Residency and movement patterns of bonnethead sharks, *Sphyrna tiburo*, in a large Florida estuary. *Environmental Biology of Fishes* 76, 47-67.
- Hilborn, R., Walters, C.J., Jester Jr, D.B., 1990. Value of Fish Marking in Fisheries Management. In: Parker, N.C., Giorgi, A.E., Heidinger, R.C., Jester Jr, D.B., Prince, E.D., Winans, G.A.s (Eds.), *Fish-Marking techniques*, Bethesda, Maryland, pp. 5-7.
- Holland, K.N., Wetherbee, B.M., Lowe, C.G., Meyer, C.G., 1999. Movements of tiger sharks (*Galeocerdo cuvier*) in coastal Hawaiian waters. *Marine Biology* 134, 665-673.
- Jadot, C., 2003. Comparison of two tagging techniques for *Sarpa salpa*: external attachment and intraperitoneal implantation. *Oceanologica Acta* 26, 497-501.
- Jadot, C., Donnay, A., Acolas, M.L., Cornet, Y., Bégout-Anras, M.L., 2006. Activity patterns, home-range size, and habitat utilization of *Sarpa salpa* (Teleostei: Sparidae) in the Mediterranean Sea. *ICES Journal of Marine Science* 63, 128-139.
- Jadot, C., Donnay, A., Ylieff, M., Poncin, P., 2005. Impact implantation of a transmitter on *Sarpa salpa* behaviour: study with a computerized video tracking system. *Journal of Fish Biology* 67, 589-595.
- Jadot, C., Ovidio, M., Voss, J., 2002. Diel activity of *Sarpa salpa* (Sparidae) by ultrasonic telemetry in a *Posidonia oceanica* meadow of Corsica (Mediterranean Sea). *Aquat. Living Resour.* 15, 343-350.
- Jepsen, N., Koed, A., Thorstad, E.B., Baras, E., 2002. Surgical implantation of telemetry transmitters in fish: how much have we learned? *Hydrobiologia* 483, 239-248.
- Kernohan, B.J., Gitzen, R.A., Millsbaugh, J.J., (2001). Analysis of animal space use and movements. In: Millsbaugh JJ & Marzluff JM (Eds.) *Radio tracking of animal populations*. Academic press, San Diego, pp.126-168.

- Martinelli, T.L., Hansel, H.C., Shively, R.S., 1998. Growth and physiological responses to surgical and gastric radio transmitter implantation techniques in subyearling chinook salmon (*Oncorhynchus tshawytscha*). *Hydrobiologia* 371/372, 79-87.
- Mathews, S.B., Barker, M.W., 1983. Movements of Rockfish (*Sebastes*) Tagged in Northern Puget-Sound, Washington. *Fishery Bulletin* 81, 916-922.
- McFarlane, G.A., Wydoski, R.S., Prince, E.D., 1990. Historical Review of the Development of External tags and marks. In: Parker, N.C., Giorgi, A.E., Heidinger, R.C., Jester Jr, D.B., Prince, E.D., Winans, G.A.s (Eds.), *Fish-Marking techniques*. American Fisheries Society Symposium, Bethesda, Maryland, pp. 9-29.
- Meyer, C., Papastamatiou, Y., Holland, K., 2007. Seasonal, diel, and tidal movements of green jobfish (*Aprion virescens*, Lutjanidae) at remote Hawaiian atolls: implications for marine protected area design. *Marine Biology*.
- Meyer, C.G., Holland, K.N., 2001. A kayak method for tracking fish in very shallow habitats. In: Sibert, J.R., Nielsen, J.s (Eds.), *Electronic tagging and tracking in Marine Fisheries*. Kluwer Academic Publishers, The Netherlands, pp. 289-296.
- Meyer, C.G., Honebrink, R.R., 2005. Transintestinal expulsion of surgically implanted dummy transmitters by bluefin trevally - implications for long term movement studies. *Transactions of the American Fisheries Society* 134, 602-604.
- Miyake, P.M., 1990. History of the ICCAT tagging program. In: Parker, N.C., Giorgi, A.E., Heidinger, R.C., Jester Jr, D.B., Prince, E.D., Winans, G.A.S (Eds.), *Fish-Marking techniques*, Bethesda, Maryland, pp. 746-764.
- Monteiro, C., Lasserre, G., Hoai, T.L., 1990. Spatial-Organization of the Ichthyological Community in the Ria Formosa Lagoon (Portugal). *Oceanologica Acta* 13, 79-96.
- Nelson, J.S., 1994. *Fishes of the World*. John Wiley & Sons, Inc., New York.
- Pincock, D.J., Voegeli, F.A., 2002. Quick course in underwater telemetry systems. VEMCO Limited, Shad Bay., p. 31.
- Pita, C., Gamito, S., Erzini, K., 2002. Feeding habits of the gilthead seabream (*Sparus aurata*) from the Ria Formosa (southern Portugal) as compared to the black seabream (*Spondyliosoma cantharus*) and the annular seabream (*Diplodus annularis*). *Journal of Applied Ichthyology* 18, 81-86.
- Pittman, S.J., McAlpine, C.A., 2003. Movements of marine fish and decapod crustaceans: Process, theory and application. *Advances in Marine Biology*, Vol 44, pp. 205-294.
- Reine, K., 2005. An overview of tagging and tracking technologies for freshwater and marine fishes. DOER Technical Notes Collection, ERDC TN-DOER-E18, U.S. Army Engineer Research and Development Center, Vicksburg, MS.

- Ribeiro, J., Bentes, L., Coelho, R., Goncalves, J.M.S., Lino, P.G., Monteiro, P., Erzini, K., 2006. Seasonal, tidal and diurnal changes in fish assemblages in the Ria Formosa lagoon (Portugal). *Estuarine Coastal and Shelf Science* 67, 461-474.
- Rogers, K.B., White, G.C., 2006. Analysis of movement and habitat use from telemetry data. In: Guy, C., Brown, M.s (Eds.), *Analysis and Interpretation of Freshwater Fisheries Data*. American Fisheries Society, Bethesda, Maryland, pp. 2-95.
- Santos, M.N., Gaspar, M.B., Lino, P., Pousão-Ferreira, P., Ferreira, I., Regala, J.T., Constantino, R., Joaquim, J., Pereira, A., Leitão, F., Erzini, K., Bentes, L., Abecasis, D., Gonçalves, J.M.S., Manzano, C., Cordero, M.L., Moreno, O., Manchado, M., Munoz, J.L., Jimenez, M.T., Palanco, I., 2005. Relatório final do projecto GESTPESCA - Bases científicas para a gestão de recursos pesqueiros de interesse comum. Olhão, p. 90 + anexos.
- Shepherd, G.R., Moser, J., Deuel, D., Carlsen, P., 2006. The migration patterns of bluefish (*Pomatomus saltatfix*) along the Atlantic coast determined from tag recoveries. *Fishery Bulletin* 104, 559-570.
- Sousa, P., Azevedo, M., Gomes, M.C., 2005. Demersal assemblages off Portugal: Mapping, seasonal, and temporal patterns. *Fisheries Research* 75, 120-137.
- Sprung, M., 1994. Macrobenthic Secondary Production in the Intertidal Zone of the Ria-Formosa - a Lagoon in Southern Portugal. *Estuarine Coastal and Shelf Science* 38, 539-558.
- Thorstad, E.B., Okland, F., Finstad, B., 2000. Effects of telemetry transmitters on swimming performance of adult Atlantic salmon. *Journal of Fish Biology* 57, 531-535.
- Verlaque, M., 1990. Relations entre *Sarpa salpa* (Linnaeus, 1758) (Téléostéen, Sparidae) et les autres poissons brouteurs et le phytobentos algal méditerranéen. *Oceanologica Acta* 13, 373-388.
- Voegeli, F.A., Smale, M.J., Webber, D.M., Andrade, Y., O'Dor, R.K., 2001. Ultrasonic telemetry, tracking and automated monitoring technology for sharks. *Environmental Biology of Fishes* 60, 267-281.
- Wetherbee, B.M., Rechisky, E.L., Pratt Jr., H.L., McCandless, C.T., 2001. Use of telemetry in fisheries management: Juvenile sandbar sharks in Delaware Bay. In: Silbert, J.R., Nielsen, J.L.s (Eds.), *Electronic tagging and Tracking in Marine Fisheries*. Kluwer Academic Publishers, The Netherlands, pp. 249-262
- Whitfield, A.K., Elliott, A., 2002. Fishes as indicators of environmental and ecological changes within estuaries: a review of progress and some suggestions for the future. *Journal of Fish Biology* 61, 229-250.
- Winter, J.D., 1983. Underwater biotelemetry. In: Nielsen, L.A., Johnsen, D.L.s (Eds.), *Fisheries techniques*. American Fisheries Society, Bethesda, Maryland, pp. 371-395.

Winter, J.D., Ross, M.J., 1982. Methods of analysing fish habitat utilisation from telemetry data. In: Armantrout, N.s (Ed.), Proceedings of the symposium on acquisition and utilisation of aquatic habitat inventory information. American Fisheries Society West Division, Portland, Oregon, pp. 273-279.

Worton, B.J., 1989. Kernel Methods for Estimating the Utilization Distribution in Home-Range Studies. *Ecology* 70, 164-168.

Zeller, D.C., 1997. Home range and activity patterns of the coral trout *Plectropomus leopardus* (Serranidae). *Marine Ecology Progress Series* 154, 65-77.

Zeller, D.C., 1999. Ultrasonic telemetry: its application to coral reef fisheries. *Fishery Bulletin* 97, 1058-1065.