



# RELATÓRIOS CIENTÍFICOS E TÉCNICOS

SÉRIE DIGITAL

**DISTRIBUIÇÃO, ABUNDÂNCIA E EVOLUÇÃO DO  
MANANCIAL DE SARDINHA PRESENTE NA  
PLATAFORMA CONTINENTAL PORTUGUESA  
ENTRE 1995 E 2002**

**Vitor Marques, Alexandre Morais e Graça Pestana**



2003

10



Os **RELATÓRIOS CIENTÍFICOS E TÉCNICOS DO IPIMAR** destinam-se a uma divulgação rápida de resultados preliminares de carácter científico e técnico, resultantes de actividades de investigação e de desenvolvimento e inovação tecnológica. Esta publicação é aberta à comunidade científica e aos utentes do sector, podendo os trabalhos serem escritos em português, em francês ou em inglês.

A **SÉRIE COOPERAÇÃO** destina-se, primordialmente, à divulgação de trabalhos realizados com países terceiros no âmbito de programas de cooperação.

A **SÉRIE DIGITAL** destina-se a promover uma consulta mais diversificada e expedita dos trabalhos na área da investigação das pescas e do mar.

**Edição**

IPIMAR  
Avenida de Brasília  
1449-006 LISBOA  
Portugal

**Corpo Editorial**

Francisco Ruano - Coordenador  
Fátima Cardador  
Irineu Batista  
Manuela Falcão  
Teresa Monteiro

**Edição Digital**

Anabela Farinha/Irineu Batista

As instruções para os autores estão disponíveis no “site” do IPIMAR [www.wipimar.pt](http://www.wipimar.pt) ou podem ser solicitadas aos membros do Corpo Editorial desta publicação.

**Capa**

Lúís Catalan

**ISSN**

1645-863X

Todos os direitos reservados.

# DISTRIBUIÇÃO, ABUNDÂNCIA E EVOLUÇÃO DO MANANCIAL DE SARDINHA PRESENTE NA PLATAFORMA CONTINENTAL PORTUGUESA ENTRE 1995 E 2002

Vítor Marques, Alexandre Morais e Graça Pestana

IPIMAR - Departamento de Recursos Marinhos

Av. Brasília, 1449-006 Lisboa

Recebido em 2003 - 03 - 14

Aceite em 2003 - 12 - 11

## RESUMO

A sardinha (*Sardina pilchardus*, Walb.) é um dos mais importantes recursos pesqueiros portugueses, tanto em termos económicos como sociais. O IPIMAR realiza regularmente campanhas de rastreio acústico para a monitorização deste recurso. O resultado destas campanhas é divulgado, sob a forma de relatório, junto da administração e das associações de produtores. Não existe, no entanto, nenhuma publicação que permita a consulta e a referência destes relatórios pela comunidade científica, sendo portanto este o principal objectivo deste trabalho. A presente publicação apresenta os resultados da série de campanhas acústicas dirigidas a sardinha realizadas entre 1995 e 2002, bem como a evolução temporal deste recurso durante este período.

**Palavras chave:** sardinha, avaliação, rastreio acústico.

## ABSTRACT

**Title: Distribution, Abundance and Evolution of the Sardine Stock Off the Portuguese Continental Shelf between 1995-2002.** Sardine (*Sardina pilchardus*, Walb.) is one of the most important Portuguese fisheries resources, both in economics and social terms. IPIMAR performs acoustic surveys, regularly, to monitor this resource. The results of these surveys are sent to the administration and to the fishermen community. Although it doesn't exist any publication to the scientific community, being the main purpose of this document. The present publication presents the results of the sardine acoustic surveys performed between 1995 and 2002, as well as the temporal evolution of this resource within this period of time.

**Keywords:** sardine, assessment, acoustic surveys.

---

## REFERÊNCIA BIBLIOGRÁFICA

MARQUES, V., MORAIS, A., PESTANA, G., 2003. Distribuição, Abundância e Evolução do Manancial de Sardinha Presente na Plataforma Continental Portuguesa entre 1995 e 2002. *Relat. Cient. Téc. IPIMAR, Série digital* (<http://ipimar-iniap.ipimar.pt>) nº 10, 29pp.

## INTRODUÇÃO

A sardinha, *Sardina pilchardus* (Walbaum, 1792), que se distribui na costa atlântica ibérica (Divisões VIIIc e IXa do ICES) constitui uma das pescarias tradicionais mais antigas e o recurso haliêutico mais importante da Península Ibérica, não só pelas quantidades capturadas, mas também pelas importantes implicações económicas e sociais da sua exploração. Este recurso, capturado em comum pelas frotas de cerco de Portugal e Espanha, é considerado para efeitos de gestão como um “*stock*” único (ICES, 1980), sendo vulgarmente designado por “manancial Ibero-Atlântico” ou “stock de sardinha das Divisões VIIIc e IXa do ICES” (Soares, 1995).

Sendo a sardinha uma espécie de vida curta (7/8 anos) e tendo um regime de exploração relativamente intenso, a sua abundância está altamente dependente da entrada de novos recrutas na pescaria. Apesar de flutuações anuais, a época de reprodução da sardinha inicia-se no Outono (Setembro/Outubro) e termina na Primavera (Março/Abril) do ano seguinte. Uma sucessão de maus recrutamentos tais como os observados no período compreendido entre 1992 e 1995 provocaram um decréscimo acentuado na abundância do manancial.

As variações da força de recrutamento de sardinha verificadas no início dos anos 90, foram justificadas por alguns autores, quer através do exame do padrão de distribuição mensal da direcção do vento em cada ano, que mostra ter havido um aumento significativo dos ventos do quadrante Norte (NW, N, NE) durante o Inverno (Janeiro a Março) (Dias *et al.*, 1996), quer pela análise do índice de afloramento obtido por observação da temperatura de superfície do mar através de satélite (Santos *et al.*, 2001), que mostra um índice de afloramento acima da média durante os meses de Inverno no período 1992-1995. A existência de ventos Norte e consequente afloramento nesta altura do ano é nefasta pois provoca o transporte da costa para o largo dos ovos e larvas de sardinha comprometendo um bom recrutamento.

O estado de desenvolvimento do estudo de uma pescaria e do recurso que a suporta determina o tipo de informação necessária para a aplicação de modelos de avaliação (Pestana, 1989b). Assim, o desenvolvimento do estudo da sardinha levou à necessidade de aferir e complementar as estimações de abundância, obtidas através da Análise de Populações Virtuais (VPA), com estimações obtidas por outros métodos de avaliação independentes da pescaria. Foi com este intuito, e após aprovação pelo Grupo de Trabalho de Avaliação de Sardinha (ICES, 1981) e pela Comissão Permanente de Investigação Luso-Espanhola (CPI, 1981 *in* Pestana, 1989), que se iniciou a realização de campanhas de rastreio acústico para a

sardinha ibero-atlântica, sendo a informação obtida nestes campanhas utilizada para a calibração do VPA (ICES, 1999).

As campanhas de investigação permitem conhecer em tempo útil os níveis de abundância e a estrutura populacional, assim como as variações espaço-temporais. No que respeita ao recrutamento, constituem o meio mais adequado para se obter um indicador da força das classes anuais que, em cada ano, entram na área de pesca (Pestana 1989, Soares, 1995).

As campanhas de rastreio acústico dirigidos à sardinha, na costa continental portuguesa, foram iniciados de forma sistemática em 1984 e prolongaram-se até 1988 (Dias *et al.*, 1987, 1988, 1989). Depois de um interregno de 3 anos foram retomados pontualmente em 1992 (Dias *et al.*, 1992) e 1995 tendo recuperado a sua base sistemática em 1996. Desde então têm sido realizados anualmente 2 campanhas, uma em Março e outra em Novembro, tendo como objectivo avaliar a biomassa desovante e a força do recrutamento, respectivamente.

Neste relatório pretende-se apresentar de forma compreensível a não especialistas em hidroacústica a metodologia utilizada nestas campanhas. Nos resultados é apresentada a distribuição espacial e a abundância do recurso observada nas campanhas acústicas realizadas no período compreendido entre 1995 e 2002. Foi escolhido este período por abranger uma série contínua de campanhas realizadas com o mesmo equipamento acústico, utilizando metodologias semelhantes e que engloba o período de recessão da abundância de sardinha na zona Norte (1995-1996).

## **MATERIAL E MÉTODOS**

Para a estimação de abundância de pequenos pelágicos o método mais fiável é o método de eco-integração (MacLennan e Forbes, 1984). Os fundamentos da eco-integração são descritos em Forbes e Nakken (1972). É usado um sistema composto por uma sonda hidroacústica científica e um integrador de ecos. As sondas científicas modernas, como a sonda Simrad EK500, que foi usada nestas campanhas, já incluem um eco-integrador. Uma sonda científica possui um emissor estável e um circuito de compensação automática de ganho com a profundidade (TVG “Time Varied Gain”) que compensa as perdas por dispersão geométrica do feixe acústico (normalmente cónico) e as perdas por absorção do som na água. Este dispositivo permite obter a mesma intensidade de eco para um mesmo alvo, qualquer que seja a profundidade a que este se encontre. A sonda é calibrada com um alvo padrão (Foote *et al.*, 1981) antes de cada campanha acústica de modo a corrigir eventuais perdas de rendimento da

sonda (Anexo I). O eco-integrador realiza o somatório dos ecos obtidos pela sonda ao longo do trajecto de rastreio acústico e produz uma saída de dados em cada milha navegada (unidade de amostragem acústica). A saída do integrador é directamente proporcional à quantidade de peixe existente na área rastreada. A intensidade acústica do eco depende da secção acústica equivalente (TS “Target Strength”) do peixe, que traduz as suas propriedades reflectoras, sendo considerada constante para cada espécie e dependente do comprimento.

A área de distribuição é amostrada através de radiais, geralmente paralelas entre si, distando cerca de 8 milhas e com direcção normal às isóbatas, cobrindo a plataforma dos 20 aos 200 metros de profundidade. Nas campanhas realizadas em 1996 a grelha de cobertura foi em forma de zig-zag por uma questão de tempo disponível. Desde 1997, inclusivé, a grelha de cobertura tem sido fixa, considerando-se que a aleatoriedade necessária à amostragem é dada pela dinâmica dos cardumes. Ao longo do percurso de rastreio acústico são realizadas estações de pesca (Tabela 6), quer com arrasto pelágico quer com arrasto de fundo, conforme a disponibilidade dos cardumes, que têm como objectivos:

- Identificação das espécies e divisão da energia acústica por cada espécie, tendo em conta o índice de reflexão acústica “TS” da espécie e a proporção das espécies na amostra.
- Obtenção da estrutura da população por classes de comprimento, que permite a divisão da energia acústica por comprimentos de modo a poder obter-se uma estimativa da abundância por comprimentos.
- Proceder à amostragem biológica das espécies em estudo, permitindo a obtenção de relações de peso-comprimento, chaves de idade-comprimento, estados de maturação sexual, gordura visceral, etc.

A área rastreada é posteriormente estratificada em pequenas áreas, englobando normalmente 2 a 4 radiais, denominados sectores, mais ou menos homogéneos em termos de densidade acústica e de estrutura de comprimentos das amostras. A estimação de abundância é feita por sector, através de uma constante de conversão da energia acústica integrada, para número de peixes. Esta constante depende da espécie e do comprimento dos peixes. A estimação em número é convertida em biomassa através da aplicação da relação peso-comprimento obtida com base nas amostras. Depois de obtida uma chave de comprimento-idade, através da leitura dos otólitos, pode calcular-se a abundância por grupos de idade, determinando assim a

estrutura etária. Os sectores, atrás referidos, são agrupados em áreas maiores, constituindo zonas que são fixas de cruzeiro para cruzeiro de modo a permitir a comparação dos resultados. As zonas consideradas são: Zona Ocidental Norte (OCN: de Caminha à Nazaré – 17 radiais), Zona Ocidental Sul (OCS: da Nazaré ao Cabo S. Vicente - 29 radiais), Algarve (do Cabo S. Vicente a V. R. Santo António - 14 radiais) e a zona espanhola do Golfo de Cádiz (de V. R. Santo António ao Cabo Trafalgar – 9 radiais). Foi acordado no grupo de trabalho de avaliação do ICES que, por razões logísticas, Portugal cobriria esta última zona que constitui uma parte importante do manancial ibero-atlântico de sardinha.

O equipamento acústico usado nestas campanhas foi uma sonda científica Simrad EK 500 de 38 KHz com transdutor de feixe dividido com abertura  $8^\circ \times 7^\circ$ . A sonda encontrava-se ligada a um GPS e a um odómetro de efeito “Doppler”, para permitir a referenciação geográfica dos ecogramas e o cálculo das distâncias navegadas. A velocidade do navio em rastreio foi de 10 nós.

A metodologia usada para a divisão da energia acústica por classes de comprimento e por espécies é descrita em Nakken & Dommasnes (1975).

A campanha de Março de 1997 foi corrigida com a metodologia adoptada no “Planning Group for Acoustic Surveys in ICES Sub-Areas VIII and IX” (ICES, 1998) para a divisão da energia por espécies, com base na proporção, em número, das espécies capturadas nos arrastos e tendo em conta o “TS” de cada espécie.

As campanhas subsequentes usam esta metodologia. A energia acústica só é dividida por espécies, em caso de dúvida na identificação dos cardumes ou quando há mistura de espécies em proporções significativas. Nos campanhas anteriores a 1997 não foi feita a divisão de energia acústica por espécies sendo a identificação dos cardumes feita visualmente nos ecogramas e confirmada pelos arrastos. A necessidade da divisão da energia acústica por espécies surgiu em 1997 após se verificar um aumento do número de espécies pelágicas capturadas, especialmente na zona do Algarve e de Cádiz. Este problema foi apresentado em 1998 na reunião de planeamento das campanhas acústicas: “Planning Group for Acoustic Surveys in ICES Sub-Areas VIII and IX” (ICES, 1998).

Simmonds *et al.* (1992) apenas recomenda a divisão da energia acústica por espécies, baseada na proporção das espécies nos arrastos, se não for possível a separação por outros meios.

As artes de pesca usadas foram:

- rede de fundo: Norwegian Campell Trawl (NCT) com malhagem de 20 mm no saco, com roletes no arraçal e velocidade média de arrasto de 3,5 Nós.
- antes de Julho de 1996 usou-se uma rede pelágica de grande abertura vertical (cerca de 20 m), com velocidade média de arrasto de cerca de 3,5 Nós.
- depois desta data usou-se uma rede mais pequena, com abertura vertical de cerca de 10 m. A velocidade média de arrasto para esta rede é de cerca de 4 Nós.

As justificações para a mudança da rede pelágica foram a necessidade de pescar a profundidades inferiores a 20 metros e o sobredimensionamento desta rede face à potência do navio, que não conseguia atingir velocidades de arrasto superiores a 3,5 Nós, tendo como consequência a fuga das espécies mais rápidas.

Os índices de reflexão "Target Strength (TS)" que se seguem são os adoptados na reunião do "Planning Group for Acoustic Surveys in ICES Sub-Areas VIII and IX" (1998) e foram usados para a divisão da energia acústica pelas espécies e para o cálculo da abundância de sardinha. Para a sardinha e para as campanhas anteriores a 1997 já se usava o mesmo TS. Na falta de uma relação TS para a sardinha ibérica, adoptou-se, no "Planning Group for Acoustic Surveys in ICES Sub-Areas VIIIc and IXa" (1986), o TS determinado *in-situ* por Degnbol *et al.* (1985), para o arenque do Mar do Norte. Os índices de reflexão são:

*Sardina pilchardus*: 20logL-72.6 dB

*Scomber japonicus*: 20logL-68.7 dB

*Boops boops*: 20logL-67 dB

*Trachurus spp*: 20logL-68.7 dB

*Engraulis encrasicolus*: 20logL-71.2 dB

*Scomber scombrus*: 20logL-82 dB

*Sprattus sprattus*: 20logL-71.2 dB

*Macroramphosus spp*: 20logL-80 dB

As unidades de integração da energia acústica em cada milha denominam-se  $S_A$  e são expressas em  $m^2$  de área de reflexão acústica por milha náutica quadrada. O número de peixes



(N) é obtido dividindo a energia acústica total na área pela energia acústica reflectida por um peixe, na direcção do transdutor da sonda, e que é função da espécie e do comprimento (L).

$$N = \frac{S_A}{\langle \sigma \rangle}$$

sendo  $\langle \sigma \rangle$  a energia média reflectida por um peixe de comprimento (L) na direcção do transdutor (cada alvo reflecte a energia acústica em todas as direcções mas apenas parte dessa energia atinge o transdutor da sonda).

A constante de conversão (C) entre energia acústica  $S_A$  e o N° de peixes é então:

$$C = \frac{1}{\langle \sigma \rangle}$$

$\langle \sigma \rangle$  é obtido transformando para unidades lineares a relação logarítmica do TS:

$$\langle \sigma \rangle = \frac{10^{\frac{TS}{10}}}{4\pi}$$

$4\pi$  corresponde à área de uma esfera de raio unitário e serve para reduzir a energia acústica reflectida por um peixe na componente recebida pelo transdutor.

O factor de conversão das unidades acústicas para número de peixes, para sardinha é:

$$C = 1448072 \text{ L}^{-2} \text{ m}^{-2} \text{ mn}^{-2}$$

Em todas as campanhas apresentadas foi usado o Navio “Noruega”, à excepção da campanha de Julho de 1996 que foi realizada com o navio “Capricórnio”.

Para evitar a integração de ecos do fundo indesejáveis (caso de fundos rochosos e acidentados) a integração dos ecos é interrompida a uma certa distância do fundo. Até Março de 2002 foi usado um umbral de 0,5 metros, que foi escolhido depois de vários ensaios e como solução de compromisso entre eliminar ecos indesejáveis e eliminar parte de cardumes que em algumas situações se encontram sobre o fundo. Em Março de 2002 passou a usar-se um umbral de 0,2 metros. Esta decisão foi tomada quando se passou a usar, com confiança, o software MOVIES (Weill *et al.*, 1993), que permite o pós processamento dos ecogramas e a correcção manual dos fundos. No entanto não se eliminou completamente o umbral pois no caso de falha do MOVIES+ apenas se podem usar os ecogramas da sonda, não sendo possível a remoção dos ecos de fundo integrados, o que, em alguns casos, conduz a graves erros de

sobrestimação. Na superfície foi usado um umbral de 3 ou 5 metros (que corresponde a uma profundidade efectiva de 7,5 e 9,5 metros tendo em conta que o navio tem um calado de 4,5 metros). Este valor é escolhido de acordo com o estado do mar e permite eliminar a integração da camada de turbulência da superfície.

## **RESULTADOS**

Como foi referido anteriormente, a área foi dividida em sub-áreas para efeitos de cálculos de abundância. Foi ainda feita a divisão da abundância, entre juvenis e adultos. Para esta divisão foram considerados juvenis os indivíduos com comprimento igual ou inferior a 16 cm. De notar que o cruzeiro de Novembro de 1997 não cobriu a área de Cádiz e que o cruzeiro de Março de 2000 apenas cobriu cerca de 65% desta área. No cruzeiro de Março de 2001 na zona Ocidental Sul apenas se cobriu 83% da área, ver Figura 1.

### **Abundância**

Na zona Ocidental Norte (OCN) (Tab. 1, Fig. 2a) e para os juvenis, a abundância, em Maio de 1995, era bastante baixa e manteve-se nestes níveis até Julho de 1996. Desde esta data até Março de 2000 manteve-se relativamente estável com um valor de abundância de cerca de 2-2.5 mil milhões de indivíduos, com um máximo relativo em Novembro de 1998. Em Novembro de 2000 verificou-se um aumento excepcional de juvenis para 27 mil milhões, baixando para cerca de metade em Março 2001 e estabilizando nos 3 mil milhões em Novembro de 2001 e Março de 2002.

O número de adultos flutuou em torno dos 2 mil milhões tendo-se registado um mínimo de 270 milhões em Fevereiro de 1996 e um máximo de 4,6 mil milhões em Novembro de 2001, provavelmente consequência do bom recrutamento (entrada dos juvenis na pescaria) no ano anterior.

À semelhança da zona OCN a zona Ocidental Sul (OCS) apresentou níveis muito baixos de juvenis durante as primeiras campanhas desta série. Observaram-se grandes variações com mínimos em Maio de 1995, Julho de 1996 e Março de 1999 e um máximo em Novembro de 2001, devido principalmente à contribuição da área entre o Cabo da Roca e o Cabo Espichel. Observa-se uma tendência geral crescente de juvenis nesta zona. Em relação aos adultos verificou-se uma tendência decrescente até Março de 2001, tendo recuperado nas duas últimas

campanhas. O valor máximo do número de adultos verificou-se em Julho de 1996 que coincide com um mínimo para os juvenis nesta zona.

No Algarve (Tab. 3, Fig. 2b) a abundância de juvenis apresenta uma tendência geral crescente observando-se em metade das campanhas valores muito baixos notando-se uma recuperação a partir de Março de 2000. Quanto aos adultos verifica-se uma tendência geral decrescente embora com uma recuperação na campanha de Março de 2002, possivelmente devido ao bom recrutamento verificado nesta zona no ano anterior.

Na zona de Cádiz (Tab. 4, Fig. 2b) a abundância de juvenis apresenta grande variabilidade, sendo de salientar os valores muito baixos obtidos em 3 campanhas efectuadas (Fevereiro 1996, Março 1998 e Novembro 1999). Nos adultos verifica-se igualmente uma grande variabilidade.

Na área total (Tab. 5, Fig. 2c) os juvenis apresentaram grandes flutuações, com dois máximos relativos, um em Novembro de 1998 e outro em Novembro de 2000. A percentagem relativa de juvenis na área total apresentou uma tendência crescente, variando entre 11% em Maio de 1995 e 91% em Novembro de 2000.

Apesar de se verificar um ligeiro aumento no número de adultos estimados nas duas últimas campanhas verifica-se uma tendência decrescente ao longo da série.

A biomassa estimada para a área total apresentou grandes flutuações tendo um valor médio de cerca de 500 mil toneladas e variando entre as 272 mil toneladas na campanha de Novembro de 1999 e as 775 mil toneladas em Novembro de 2001 (Fig. 2c).

### **Área de distribuição**

Na Figura 1 pode ver-se a distribuição espacial da energia acústica atribuída a sardinha, para cada campanha. Os círculos representam a energia acústica integrada ( $S_A$ ), referente a sardinha, em cada milha navegada.  $S_A$  tem como unidades metros quadrados de área de reflexão acústica por milha náutica quadrada. O diâmetro dos círculos representados é proporcional à raiz quadrada da energia. A escala apresentada,  $S_A = 15000 \diamond 0,5$  cm só é válida quando as cartas são expandidas para tamanho A4.

A Figura 3 representa a evolução ao longo do tempo, da percentagem de ocupação da área rastreada, ou seja, a razão entre a área de distribuição e a área total, para cada zona.

As zonas OCN e OCS apresentaram valores médios de ocupação muito semelhantes, com a sardinha a ocupar em média cerca de 30% das áreas rastreadas. O Algarve e Cádiz apresentaram valores claramente superiores, com taxas de ocupação de 46 e 56%, respectivamente.

Os valores relativamente elevados obtidos para o Algarve devem estar relacionados com a reduzida largura da plataforma continental nesta área, sendo muito pequena a área existente entre as batimétricas dos 60 e 200 m, onde a probabilidade de encontrar sardinha é muito baixa. Verifica-se, no entanto, uma tendência decrescente na área de ocupação ao longo do tempo.

Os valores obtidos para a zona de Cádiz, estão relacionados com as características da plataforma continental, esta apresenta um declive pouco acentuado, permitindo assim uma distribuição mais homogénea da sardinha e ao longo de uma área mais extensa. É ainda de salientar que a zona Norte apresenta tendencialmente áreas de distribuição mais elevadas em Novembro do que as observadas nas campanhas de Março. Duas das explicações para este facto são, em algumas campanhas de Novembro, a presença de sardinhas em postura em zonas mais ao largo (fora da batimétrica dos 50 m) e uma distribuição mais uniforme da sardinha ao longo da costa (Fig. 1).

## **Densidade**

A Figura 4 mostra a densidade de sardinha, para cada zona, ao longo da série de campanhas.

A zona Ocidental Norte apresentou uma densidade média claramente superior à das outras zonas. É no entanto de salientar a existência de grandes variações de densidade em todas as áreas ao longo da série.

Na zona OCN, durante as campanhas de Novembro de 2000 e Março de 2001, registaram-se valores de densidade claramente superiores à média. Estes estão directamente relacionados com um aumento muito significativo do número de juvenis estimados para esta zona. É ainda de salientar uma tendência para a densidade apresentar valores mais elevados nas campanhas de Março do que nas de Novembro. Este facto está relacionado com uma redução da área de distribuição, como referido anteriormente.

Na zona OCS observaram-se aumentos substanciais de densidade nas campanhas de Novembro de 2000, Março de 2001 e Novembro de 2001. Os aumentos de densidade

verificados nas campanhas de Novembro de 2000 e Março de 2001 estão principalmente relacionados com uma redução na área de distribuição, enquanto que o de Novembro de 2001 está associado a um aumento no número total de indivíduos estimados para esta área.

No Algarve e tal como verificado nas restantes zonas, os valores de densidade apresentaram variações significativas ao longo da série sendo no entanto os valores de densidade registados nas duas últimas campanhas claramente superiores aos observados nas campanhas de 2000 e de Março de 2001. Este aumento de densidade está relacionado com um aumento do número total de indivíduos estimados para esta zona.

Na zona de Cádiz, à semelhança do observado para a costa algarvia, os valores obtidos nas duas últimas campanhas estão claramente acima da média estimada para esta área. O aumento de densidade verificado na campanha de Novembro de 2001 está principalmente relacionado com um aumento do número total de indivíduos estimados para esta área, enquanto que o da campanha de Março de 2002 está associado a uma redução da área de distribuição (valor mínimo registado para esta área).

A Tabela 6 apresenta o número de operações de pesca (pelágicas e de fundo) realizadas em cada campanha, com indicação do número de arrastos com sardinha.

As relações peso-comprimento calculadas para o total das amostras de cada campanha encontram-se na Tabela 7. Analisando a Tabela 7 (relações peso-comprimento) verifica-se que o factor de condição (parâmetro  $b$ ) é tendencialmente superior nas campanhas de Novembro do que nas de Março. Isto está relacionado com o facto de as campanhas de Março coincidirem com a fase final da época de postura, estando portanto a sardinha com os seus níveis de gordura mais baixos.

## **CONCLUSÕES**

Como conclusões gerais é de salientar o bom recrutamento verificado em 1998 e 2000. É no entanto de referir que ao contrário do verificado em 1998, em que o recrutamento foi visível em todas as zonas, o de 2000 apenas se observou na zona OCN. Nas restantes zonas o máximo do recrutamento ocorreu um ano mais tarde, em Novembro de 2001.

Embora a tendência geral, tendo em conta toda a série de campanhas, seja de subida, deve ter-se em atenção a quebra brutal a partir de Novembro de 2000 na zona Norte e tentar procurar causas para o sucedido. Podem pôr-se como hipóteses a migração da sardinha para fora da área estudada e/ou um excesso de exploração de juvenis.

Outra das tendências observadas ao longo da série é a diminuição na abundância de sardinha na área situada entre os cabos Espichel e S. Vicente a partir de Novembro de 1998.

### **AGRADECIMENTOS**

Ao Dr. Yorgos Stratoudakis pela revisão crítica deste trabalho. A toda a equipa que trabalha na sardinha sem a qual este trabalho não teria sido possível.

### **REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS**

DEGNBOL, P.; LASSEN, H.; STAEHR, 1985. *In-situ* Determination of Target Strength of Herring and Sprat at 38 and 120 KHz. Dana, vol. 5: 45-54.

DIAS, C. A.; SOARES, E.; MARQUES, V., 1987. Results of the Portuguese Acoustic Survey for Sardine in ICES Divisions VIIIc and IXa (1984-1986). ”. Working Paper Presented to the Working Group on the Assessment of Pelagic Stocks in Div. VIIIc and IXa and Horse Mackerel. INIP. Lisboa. 62pp.

DIAS, C. A.; SOARES, E., MARQUES, V., 1988. Distribuição e Estimação Acústica da Abundância de Sardinha na Costa Portuguesa em Março de 1988. Resultados do cruzeiro “SAR88MAR” do Projecto “SARAS”. Anexo II do Relatório de Progresso do Projecto JNICT 87344/MAR, Novembro de 1988. INIP. Lisboa, 40pp.

DIAS, C. A.; SOARES, E.; MARQUES, V., 1989. Acoustic Abundance and Estimation of Sardine (*Sardina pilchardus*, Walb.) off the Portuguese Coast, July-August 1988. ICES. C.M. 1989/H:52, 24pp.

DIAS, C. A.; MARQUES, V.; SOARES, E., 1992. Sardine Acoustic Surveys off the Portuguese Coast – September 1991 and January 1992. Working Paper presented to the Working Group on the Assessment of Mackerel, Horse Mackerel, Sardine and Anchovy. ICES. Copenhagen, 9pp.

DIAS, C. A.; PESTANA, G.; SOARES, E.; MARQUES, V., 1996. Present State of Sardine Stock in ICES Divisions VIIIc and IXa. Working Paper presented to the Working Group on

the Assessment of Mackerel, Horse Mackerel, Sardine and Anchovy. ICES. Copenhagen, 20pp.

FOOTE, K. G.; KNUDSEN, H. P.; VESTNES, G.; BREDE, R.; NIELSEN, R. L., 1981. Improved Calibration of Hydroacoustic Equipment with Copper Sphere. ICES, CM 1981/B:20, 18pp.

FORBES, S.T. ; O. NAKKEN (ed), 1972. Manual of Methods for Fisheries Resource and Appraisal. Part 2. The Use of Acoustic Instruments for Fish Detection and Abundance Estimation. FAO Man. Fish. Sci., (5): 138pp.

ICES, 1980. Rapport du Group de Travail pour l'évaluation des stocks de Sardines dans les Divisions VIIIc et Ixa . *ICES, CM 1980/H:53*, 39pp.

ICES, 1981. Rapport du Group de Travail pour l'évaluation des stocks de Sardines dans les Divisions VIIIc et Ixa . *ICES, CM 1981/H:72*, 59pp.

ICES, 1986. Report of the Planning Group for Acoustic Surveys in ICES Sub-Areas VIII and IX. Lisbon, 1-4 April 1986. *ICES, CM 1986/H:27*, 7pp.

ICES, 1998. Report of the Planning Group for Acoustic Surveys in ICES Sub-Areas VIII and IX. Coruña, 30-31 January 1998. *ICES, CM 1998/G:2*, 17pp.

MACLENNAN D.N.; FORBES S.T., 1984. Fisheries Acoustics: A Review of General Principles. Rapp. P.-v. Reun. Cons. Int. Explor. Mer 184: 7-18.

ICES, 1999. Report of the Working Group on the Assessment of Mackerel, Horse Mackerel, Sardine and Anchovy. ICES CM 1999/ACFM:6, 463pp.

NAKKEN; DOMMASNES, 1975. The application for an echo integration system in investigations on the stock strength of the Barents Sea Capelin (*Mallotus villosus* Muller) 1971-74 ICES Doc. C.M.1975/H:52 (Mimeo).

PESTANA, G., 1989. Manancial Ibero-Atlântico de Sardinha (*Sardina pilchardus*, Walb.) sua Avaliação e Medidas de Gestão. Dissertação original Apresentada para provas de acesso à categoria de Investigadora Auxiliar. Área Científica de Dinâmica de Populações. INIP. Lisboa, 192pp.

SANTOS, A. M. P.; BORGES, M, F.; GROOM, S. 2001. Sardine and horse Mackerel recruitment and upwelling off Portugal. *ICES Journal of Marine Science*, 58: 589-596.

SIMMONDS, E.J.; WILLIAMSON,N.J.; GERLOTTO, F.; AGLLEN, A., 1992. Acoustic Survey Design and Analysis Procedures: A Comprehensive Review of Current Practices. *ICES Coop. Res. Rep. (187)*: 127pp.

SOARES, E., 1995. Contribuição para o Estudo da Distribuição e Comportamento da Sardinha na Costa Continental Portuguesa. Trabalho de Síntese apresentado para as provas de acesso à categoria de Assistente de Investigação. Área Científica de Recursos Haliêuticos. IPIMAR. Lisboa, 100pp.

WEILL, A.; SCALABRIN, C.; DINER, N., 1993. MOVIES-B: an acoustic detection description software: application to shoal species classification. *Aquatic Living Resources*, **6**, 255-267.



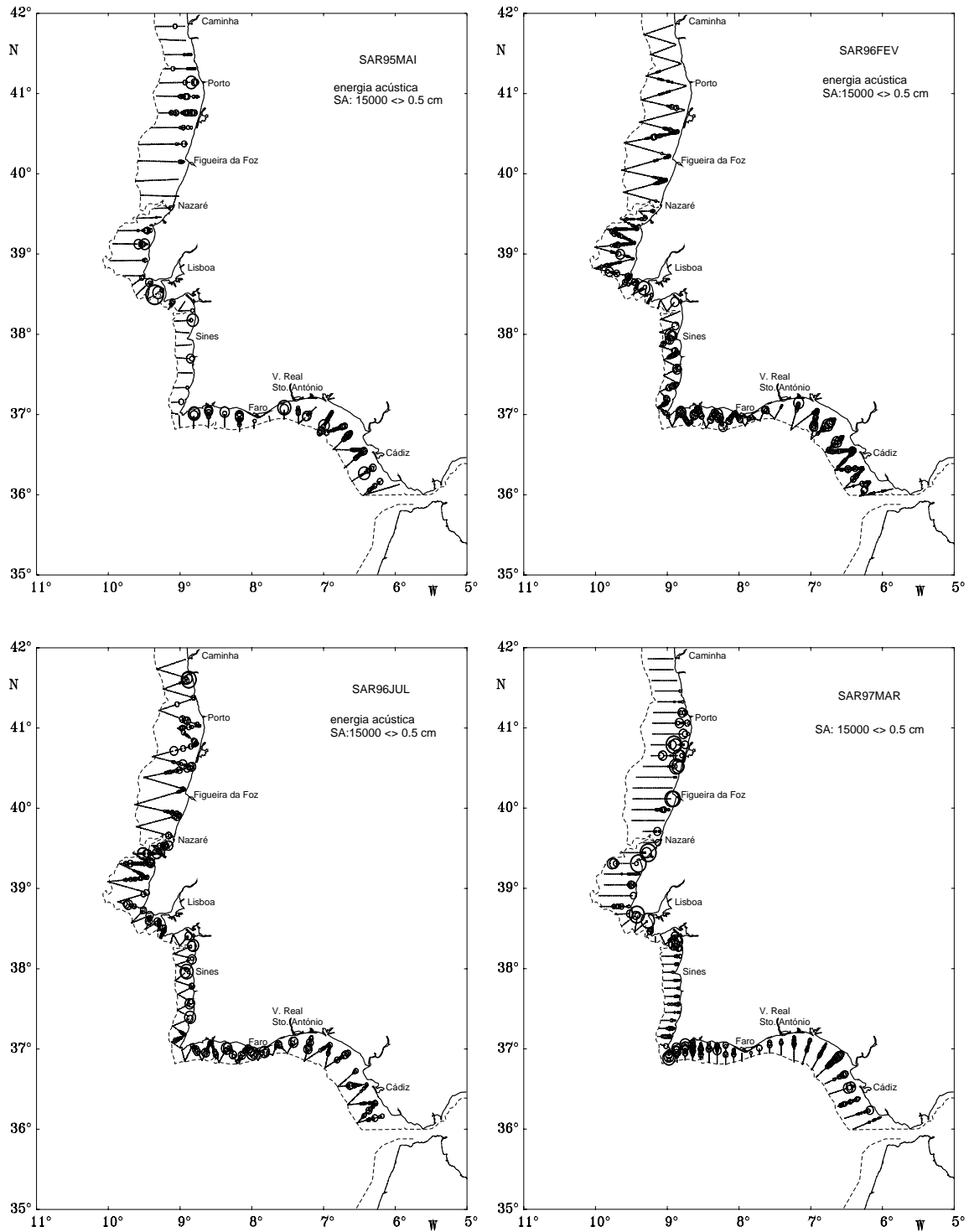


Figura 1- Distribuição da energia acústica relativa a sardinha, por milha náutica. O diâmetro dos círculos é proporcional à raiz quadrada da energia acústica.

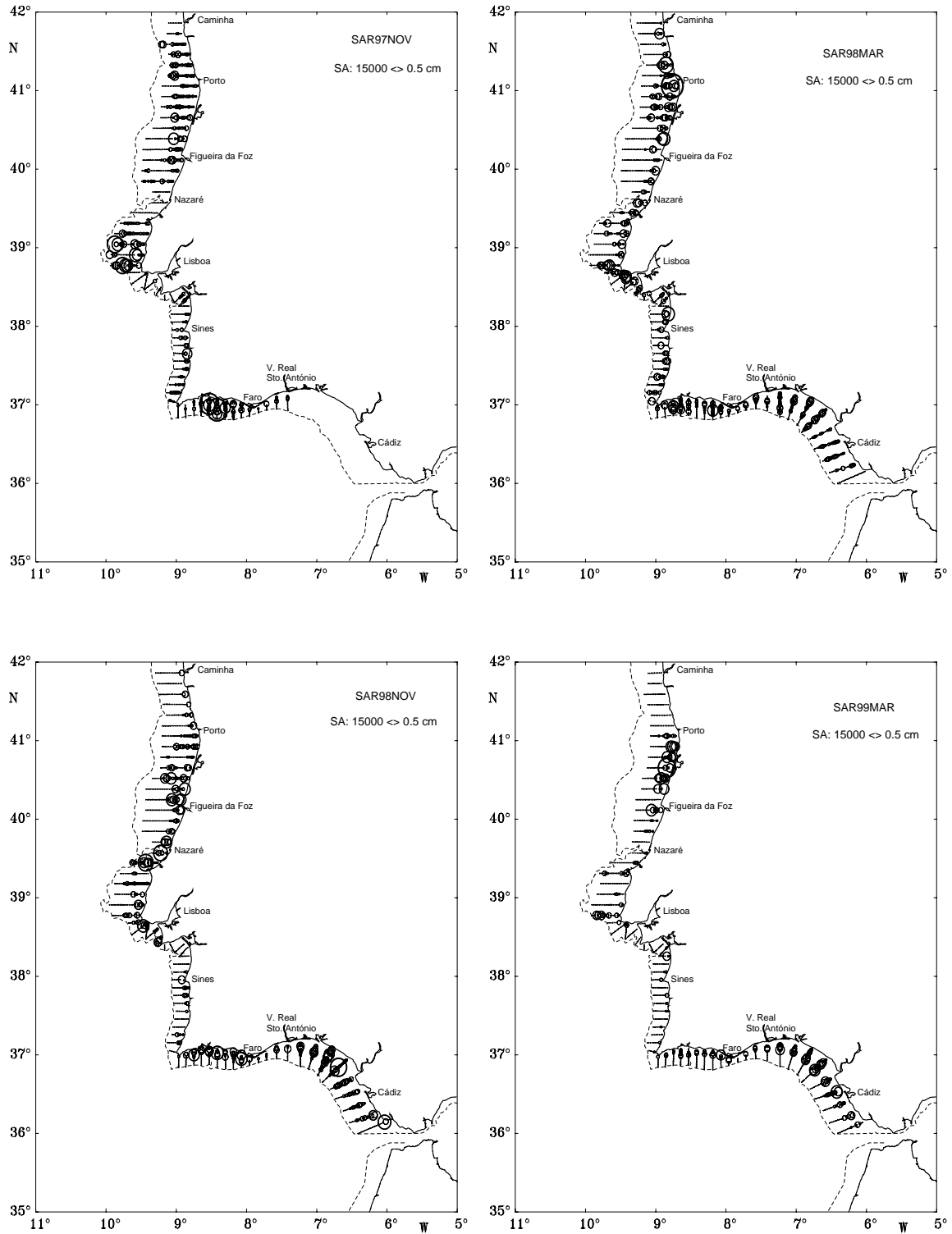


Figura 1 (cont.) - Distribuição da energia acústica relativa a sardinha, por milha náutica. O diâmetro dos círculos é proporcional à raiz quadrada da energia acústica.

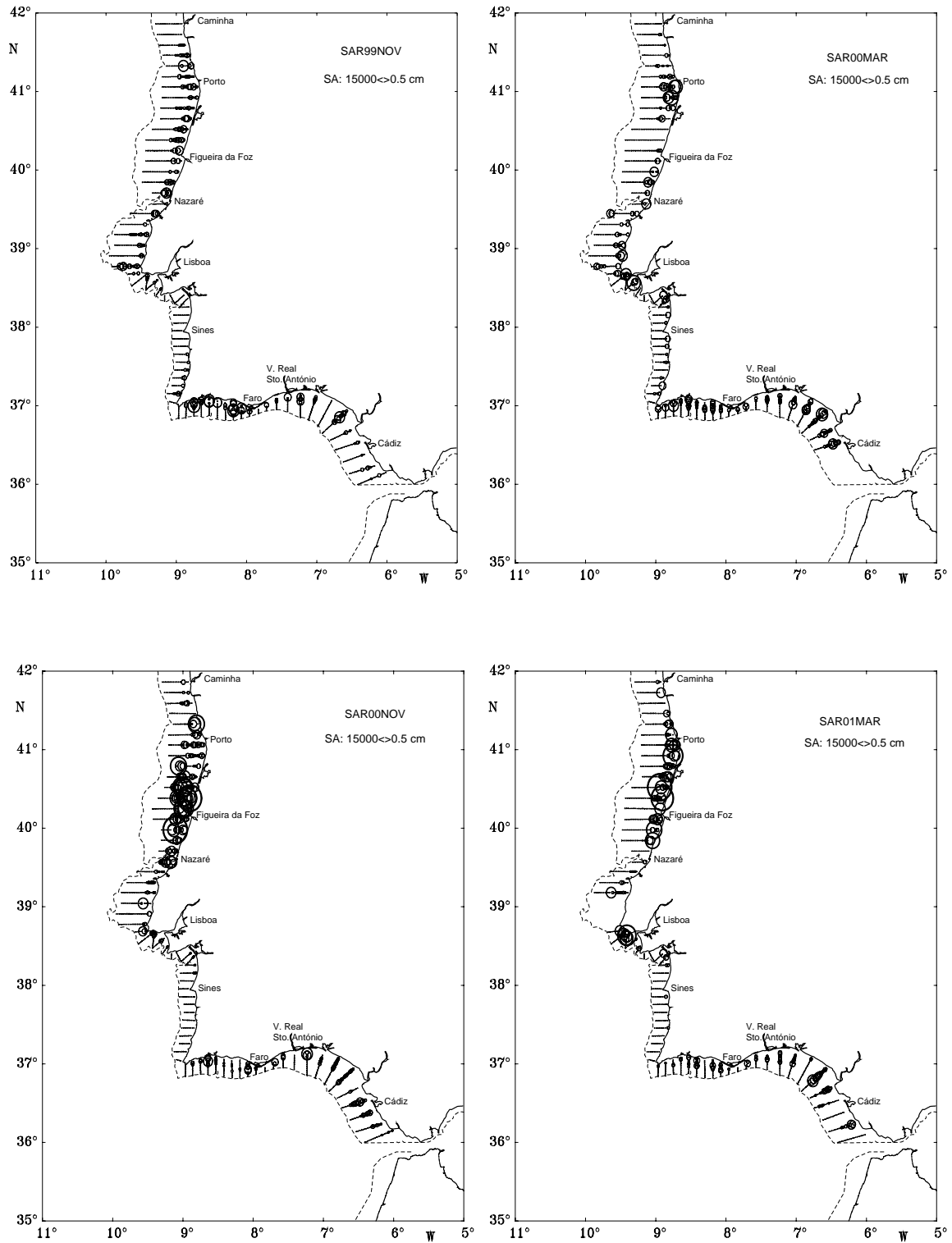


Figura 1 (cont.) - Distribuição da energia acústica relativa a sardinha, por milha náutica. O diâmetro dos círculos é proporcional à raiz quadrada da energia acústica.

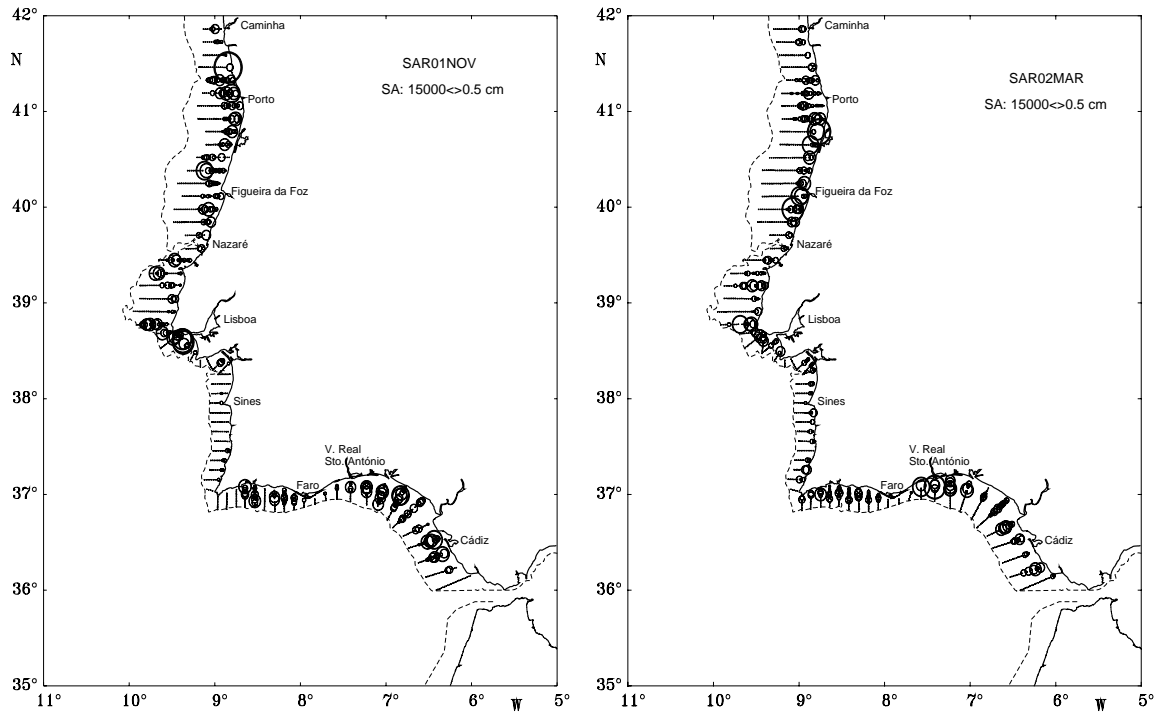


Figura 1 (cont.) - Distribuição da energia acústica relativa a sardinha, por milha náutica. O diâmetro dos círculos é proporcional à raiz quadrada da energia acústica.

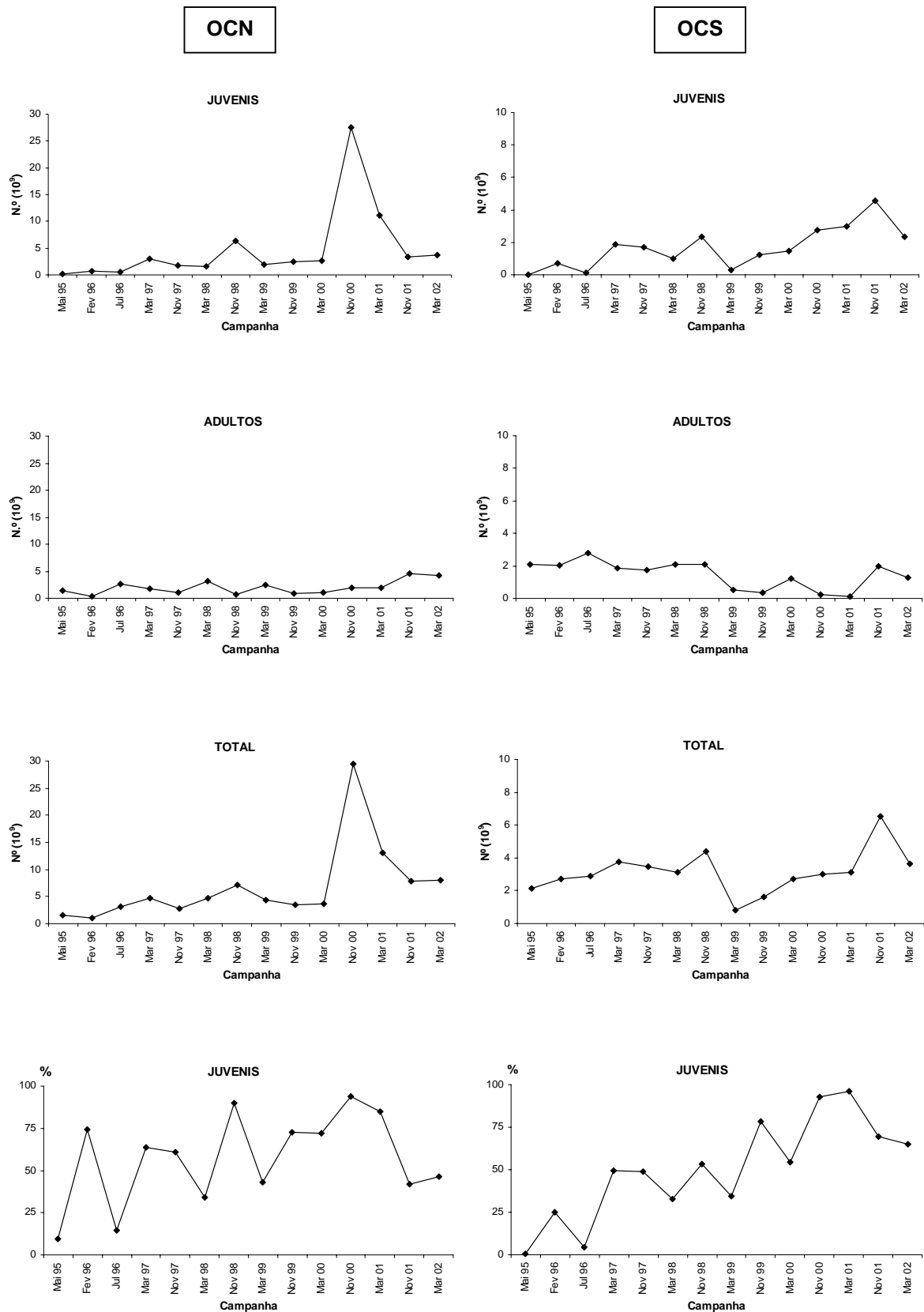


Figura 2a – Evolução ao longo série de campanhas da abundância de juvenis, adultos, número total (milhar de milhão) e percentagem relativa de juvenis para as zonas Ocidental Norte (OCN) e Ocidental Sul (OCS).

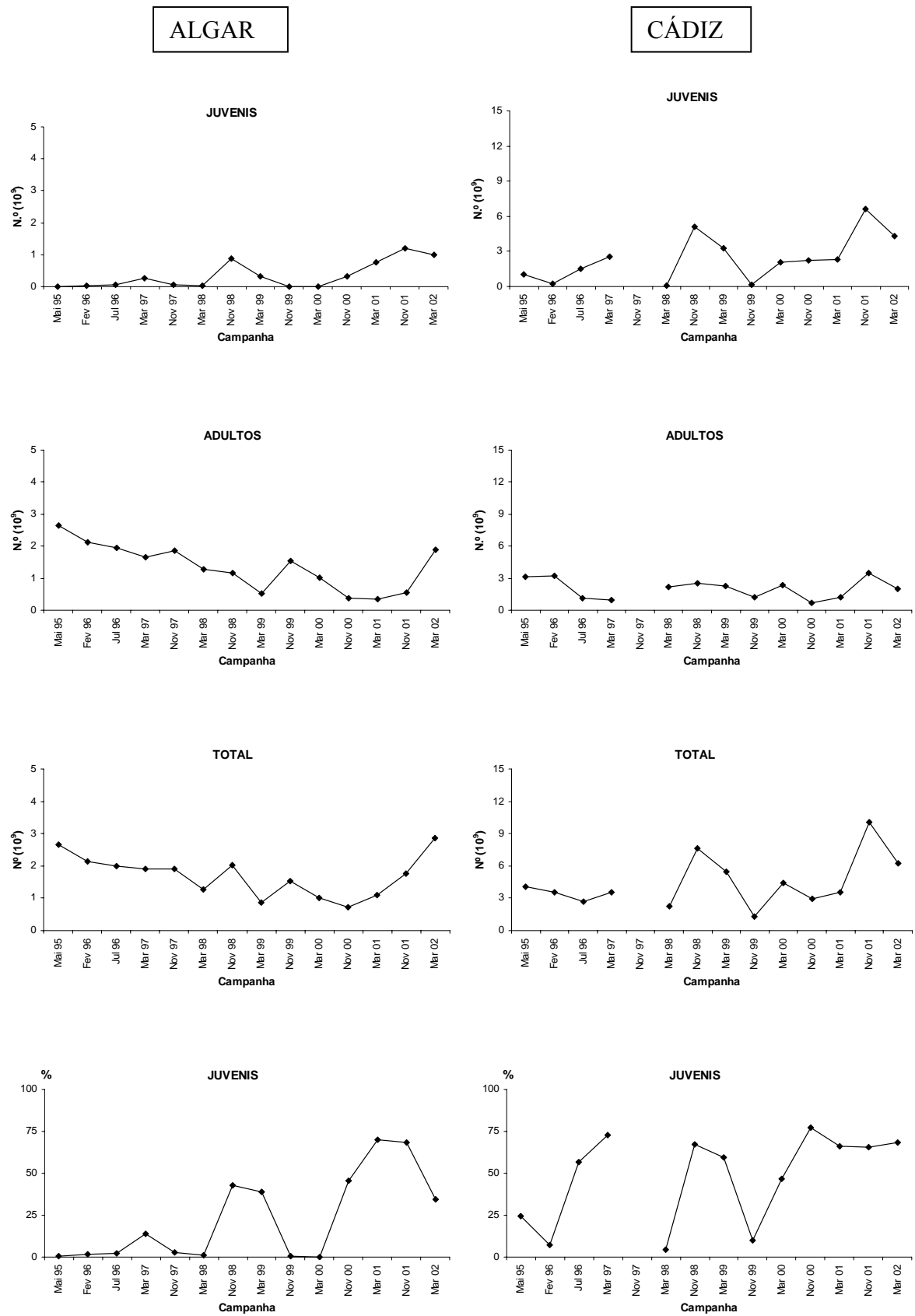


Figura 2b – Evolução ao longo série de campanhas da abundância de juvenis, adultos, número total (milhar de milhão) e percentagem relativa de juvenis para o Algarve e Cádiz.

## ÁREA TOTAL

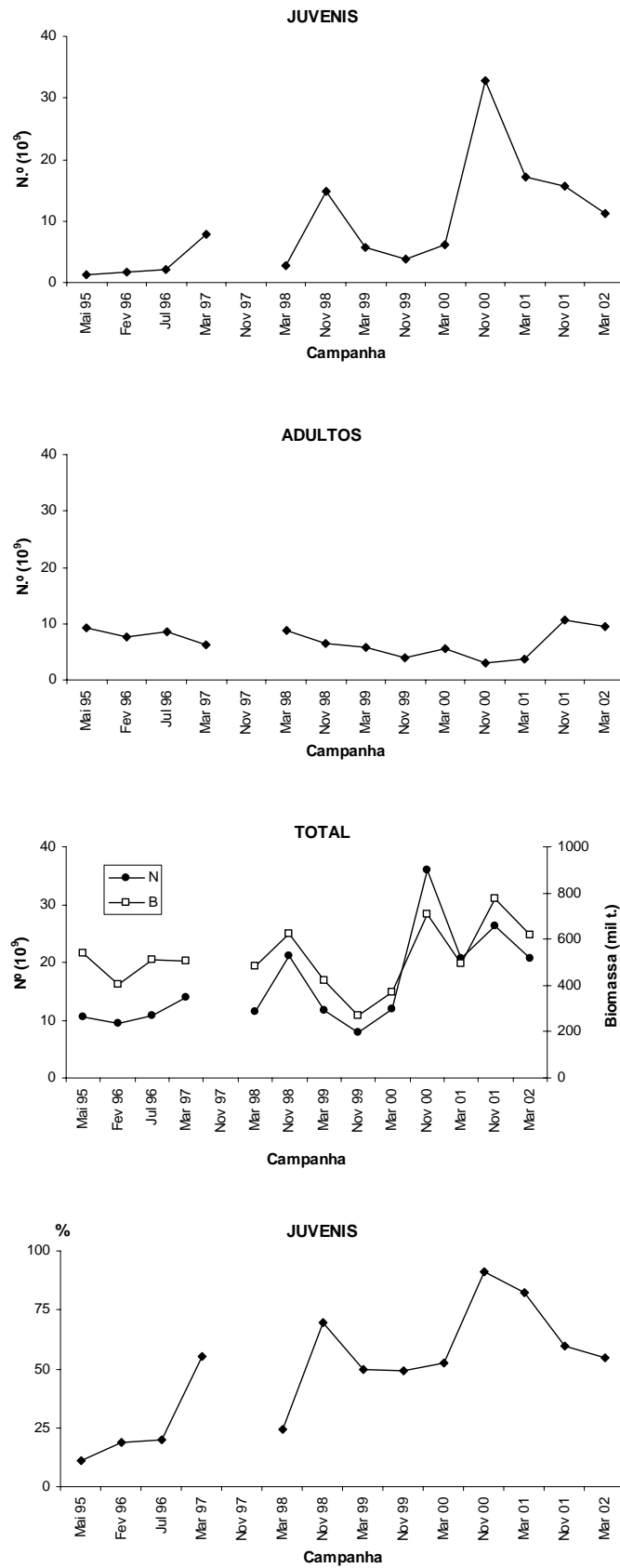


Figura 2c- Evolução ao longo série de campanhas da abundância de juvenis, adultos, número total (milhar de milhão) e percentagem relativa de juvenis para a totalidade da área.

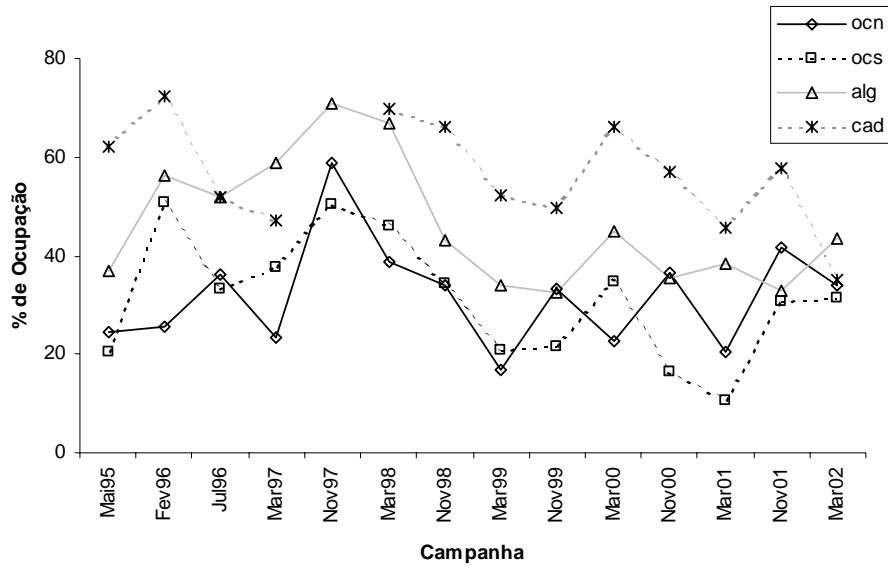


Figura 3 – Percentagem de ocupação, pela sardinha, da área rastreada (razão entre a área de distribuição efectiva e a área rastreada), por zona ao longo da série de campanhas.

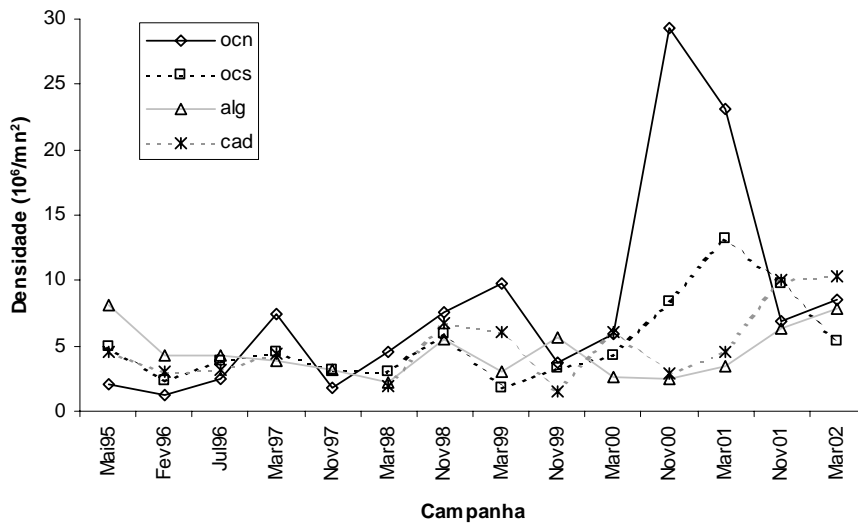


Figura 4 – Densidade de sardinha (N.º x 10<sup>6</sup>/mn<sup>2</sup>), por zona ao longo da série de campanhas.



Tabela 1 - Abundância de sardinha (milhares) e biomassa (toneladas) na área total de Maio de 1995 a Março de 2002. No cruzeiro de Novembro de 1997 não foi coberta a área de Cádiz e no de Março de 2000 apenas se cobriu 65% desta área.

<b>Campanha</b>	<b>Nº Juvenis</b>	<b>Nº Adultos</b>	<b>Nº Total</b>	<b>B (t)</b>
Mai95	1178047	9340361	10518408	538777
Fev96	1748410	7677747	9426157	405271
Jul96	2140450	8537374	10677824	509591
Mar97	7726074	6231068	13957142	508031
Nov97*	3437100	4718970	8156070	328037
Mar98	2756542	8684482	11441024	483523
Nov98	14710746	6457868	21168614	620881
Mar99	5791728	5842598	11634326	422223
Nov99	3863131	4002457	7865588	272302
Mar00**	6214899	5660008	11874907	369762
Nov00	32898008	3116459	36014467	710630
Mar01***	17153757	3617094	20770851	496003
Nov01	15689179	10610783	26299962	774898
Mar02	11320723	9407834	20728557	615561

\* - a zona de Cádiz não foi coberta; \*\* - só foi coberta 65% da zona de Cádiz; \*\*\* - só foi coberta 83% da zona OCS.

Tabela 2 - Abundância de sardinha (milhares), com indicação do número de juvenis e adultos, e biomassa total (toneladas), na zona Ocidental Norte, de Maio de 1995 a Março de 2002.

<b>Campanha</b>	<b>Juvenis nº</b>	<b>Adultos nº</b>	<b>N.º Total</b>	<b>Biomassa</b>
Mai95	157183	1470148	1627331	104593
Fev96	768705	268098	1036803	27518
Jul96	447273	2657408	3104681	153965
Mar97	3033110	1726595	4759705	153297
Nov97	1698360	1102425	2800785	87018
Mar98	1619614	3130831	4750445	190667
Nov98	6362122	710082	7072204	150806
Mar99	1915943	2531025	4446968	157557
Nov99	2468748	932964	3401712	89323
Mar00	2659742	1025203	3684945	97704
Nov00	27549178	1849677	29398855	555026
Mar01	11059585	1963744	13023329	343981
Nov01	3329109	4588525	7917634	280944
Mar02	3705243	4257973	7963216	232869

Tabela 3 - Abundância de sardinha (milhares), com indicação do número de juvenis e adultos, e biomassa total (toneladas), na zona Ocidental Sul, de Maio de 1995 a Março de 2002.

<b>Campanha</b>	<b>Juvenis nº</b>	<b>Adultos nº</b>	<b>N.º Total</b>	<b>Biomassa</b>
Mai95	6148	2111003	2117151	133370
Fev96	684926	2033301	2718227	117894
Jul96	125692	2788682	2914374	164994
Mar97	1849221	1885530	3734751	151837
Nov97	1689949	1757242	3447191	135379
Mar98	1018717	2110806	3129523	130736
Nov98	2354480	2066247	4420727	136889
Mar99	283859	546783	830642	34562
Nov99	1253128	345804	1598932	32360
Mar00	1474123	1241136	2715259	90328
Nov00	2770666	213339	2984005	42736
Mar01*	2969270	123675	3092945	40121
Nov01	4560889	1981146	6542035	146722
Mar02	2354302	1277221	3631523	96185

\* - apenas se cobriu 83% da zona OCS.

Tabela 4 - Abundância de sardinha (milhares), com indicação do número de juvenis e adultos, e biomassa total (toneladas), na zona do Algarve, de Maio de 1995 a Março de 2002.

<b>Campanha</b>	<b>Juvenis nº</b>	<b>Adultos nº</b>	<b>N.º Total</b>	<b>Biomassa</b>
Mai95	11798	2648994	2660792	133170
Fev96	32318	2115939	2148257	105681
Jul96	48150	1937711	1985861	108223
Mar97	259897	1644541	1904438	95892
Nov97	48791	1859303	1908094	105640
Mar98	14912	1267048	1281960	65269
Nov98	866602	1151941	2018543	94969
Mar99	334586	527566	862152	39000
Nov99	10460	1526776	1537236	92151
Mar00	1054	1010274	1011328	59272
Nov00	331166	391839	723005	31394
Mar01	772110	335108	1107218	23620
Nov01	1200461	550259	1750720	55381
Mar02	982857	1888063	2870920	105035

Tabela 5 - Abundância de sardinha (milhares), com indicação do número de juvenis e adultos, e biomassa total (toneladas), na zona de Cádiz, de Maio de 1995 a Março de 2002.

<b>Campanha</b>	<b>Juvenis nº</b>	<b>Adultos nº</b>	<b>Nº. Total</b>	<b>Biomassa</b>
Mai95	1002918	3110216	4113134	167644
Fev96	262461	3260409	3522870	154178
Jul96	1519335	1153573	2672908	82409
Mar97	2583846	974402	3558248	107005
Mar98	103299	2175797	2279096	96851
Nov98	5127542	2529598	7657140	238217
Mar99	3257340	2237224	5494564	191104
Nov99	130795	1196913	1327708	58468
Mar00*	2079980	2383395	4463375	122458
Nov00	2246998	661604	2908602	81474
Mar01	2352792	1194567	3547359	88281
Nov01	6598720	3490853	10089573	291851
Mar02	4278321	1984577	6262898	181472

\* apenas se cobriu 65% da zona de Cádiz.

Tabela 6 -Número de arrastos pelágicos, de fundo e total de arrastos com sardinha.

<b>Campanha</b>	<b>Arrastos pelágicos</b>	<b>Arrastos de fundo</b>	<b>Total arrastos</b>	<b>Arrastos com sardinha</b>
Mai-95	24	7	31	17
Fev-96	19	7	26	15
Jul-96	33	9	42	19
Mar-97	42	4	46	28
Nov-97	35	1	36	29
Mar-98	42	3	45	35
Nov-98	39	14	53	41
Mar-99	22	8	30	25
Nov-99	18	3	21	18
Mar-00	24	8	32	24
Nov-00	22	21	43	35
Mar-01	32	11	43	33
Nov-01	22	9	32	28
Mar-02	32	5	37	35

Tabela 7 – Parâmetros da relações peso comprimento ( $W = a \times L^b$ ), para a totalidade da área, estimados para os vários cruzeiros.

<b>Cruzeiro</b>	<b>a</b>	<b>b</b>
Mai-95	0.0052	3.143
Fev-96	0.0053	3.077
Jul-96	0.0059	3.082
Mar-97	0.0076	2.982
Nov-97	0.0046	3.166
Mar-98	0.0064	3.023
Nov-98	0.0042	3.217
Mar-99	0.0047	3.149
Nov-99	0.0046	3.161
Mar-00	0.0045	3.153
Nov-00	0.0035	3.279
Mar-01	0.0050	3.127
Nov-01	0.0050	3.153
Mar-02	0.0036	3.221

**ANEXO I**

## Parâmetros usados na sonda Simrad EK500

Frequência: 38KHz

Coefficiente de absorção: 10dB Km<sup>-1</sup>

Duração do impulso: médio (1 ms)

Largura de banda: auto

Potência máxima: 2000W

Ângulo equivalente: Noruega (-20.2dB); Capricórnio (-20,9dB)

Largura do feixe: Noruega (7°x8°); Capricórnio (6,7°x7,0°)

Intervalo entre “pings”: o mais rápido possível (0.0 s)

TVG = 20 log R

**Mínimo “TS colour”: -50dB**

Mínimo “Sv colour”: -60dB

Linha de integração: 1000

## Calibração

No início de cada campanha foi feita uma calibração da sonda EK500 de acordo com o manual da sonda e seguindo os procedimentos descritos em Foote et al., 1981. Foi usado como alvo padrão uma esfera de cobre da Simrad, de 60 mm de diâmetro (TS=-33,6dB para 38KHz). Na Tabela 1 apresentam-se os valores dos ganhos obtidos por calibração nas várias campanhas. O ganho indicado (“TS gain”) é o ganho da sonda no eixo do feixe acústico. O ganho de integração (“Sv gain”) é normalmente semelhante. Não é indicado este ganho pois nem sempre se consegue efectuar a integração da esfera, com esta estável no eixo acústico durante o tempo da integração. O navio “Capricórnio” possui um transdutor diferente do “Noruega”, razão do valor do ganho muito elevado para aquele navio. A variação dos ganhos nas várias campanhas podem ser explicadas pelo diferente estado de colmatação da superfície do transdutor.

Tabela 1 – Ganhos da sonda EK500 obtidos por calibração, nas várias campanhas acústicas.

<b>Campanha</b>	<b>Navio</b>	<b>Ganho (dB)</b>
Mai95	Noruega	25,1
Fev96	Noruega	26,5
Jul96	Capricórnio	27,7
Mar97	Noruega	26,4
Nov97	Noruega	25,5
Mar98	Noruega	25,7
Nov98	Noruega	25,8
Mar99	Noruega	25,9
Nov99	Noruega	26,2
Mar00	Noruega	26,2
Nov00	Noruega	26,0
Mar01	Noruega	25,9
Nov01	Noruega	25,4
Mar02	Noruega	25,5