

**LÚCIA MARIA TEIXEIRA POMBO**

**A ICTIOFAUNA DA RIA DE AVEIRO**

**ESTRUTURA, DINÂMICA E POPULAÇÕES**

Dissertação de Mestrado

Departamento de Biologia  
Universidade de Aveiro  
1998

## AGRADECIMENTOS

Ao concluir o presente trabalho gostaria de exprimir o meu reconhecimento a todos os que contribuíram para a sua realização.

Ao Professor Doutor José Eduardo Rebelo, orientador desta dissertação, agradeço a experiência e conhecimentos transmitidos no delineamento e orientação deste trabalho, o apoio prestado durante a sua realização e a sua permanente disponibilidade. Desde o estágio de Licenciatura que incentivou o meu interesse pelos estudos ictiofaunísticos, tendo tido eu o prazer, desde então, de partilhar a sua experiência e amizade, em diversas actividades de carácter científico.

Ao Professor Doutor Fernando Morgado agradeço a sua disponibilidade imediata para atender às minhas dúvidas pontuais, o seu espírito de colaboração, o seu interesse e amizade e as suas sugestões no tratamento estatístico dos dados e na forma de os abordar.

À Professora Doutora Cristina Bóia, do Departamento de Ambiente e Ordenamento, gostaria de exprimir o meu apreço pelo seu entusiasmo em desenvolver, paralelamente a este estudo, trabalhos científicos sobre a toxicologia de metais pesados em peixes da amostragem deste trabalho.

Agradeço muito reconhecidamente aos estagiários de Licenciatura, que se tornaram grandes amigos, Anabela Ferreira e Augusto Araújo com quem tive o prazer de partilhar os longos dias de trabalho no laboratório e durante todo o período de amostragem, sempre com a maior dedicação e alegria contagiante, mesmo nos momentos mais difíceis.

A realização das campanhas de amostragem contou também com o auxílio imprescindível do senhor Aldiro, Técnico do Departamento de Biologia, ao qual muito agradeço a ajuda e empenho nas saídas de campo, na preparação do material necessário, na condução da embarcação e no esforço de pesca, para além das sessões de fotografias e de momentos divertidos que compartilhámos.

Aos colegas que, de forma esporádica, participaram nas saídas de campo: Mário Oliveira, João Pedro Oliveira, Lara Chèlinho e Alexandra Formosinho assim como ao Armando, Técnico do Departamento, gostaria de deixar registado o meu reconhecimento.

Agradeço ainda à Reitoria da Universidade de Aveiro a concessão de uma bolsa de Mestrado que permitiu maior disponibilidade no meu empenhamento neste estudo.

## ABSTRACT

The main aims of this work were to study some aspects of the structure and dynamics of the fish fauna in the Ria de Aveiro. This lagoon system (with 43 Km<sup>2</sup> of area), which as both marine and fluvial influences, and is sited between 40°30' - 40°52'N and 8°35' - 8°47'W in the coastal centre of Portugal.

The ichthyofauna was sampled routinely during 12 months, between December 1996 and November 1997, at nine selected stations, with “chincha”, a traditionally-used, beach-seine-type net of the region. Abiotic parameters - temperature, salinity, dissolved oxygen and transparency - were recorded too.

Temperature ranged between 6.5 and 27.6°C, salinity between 0 and 41‰, dissolved oxygen between 1.2 and 11.4 mg l<sup>-1</sup> and transparency between 7.3 and 100.0%. Significant differences were observed in salinity and transparency among stations and in temperature, salinity and dissolved oxygen in seasonal variation.

Fourteen thousand five hundred and ninety eight specimens comprising 43 species of 21 Teleostae families were sampled. The number of species and density of fish fauna were highest in summer at stations near the lagoon entrance, specially in Barra and Torreira. The biomass considerably varied along the months and was highest in the extremes of the lagoon.

Marine seasonal migratory species were most numerous and had the highest biomass, and the categories “marine juvenile” and “estuarine resident” had the highest number of species. Mugilidae, Atherinidae, Moronidae and Clupeidae were the most abundant families. Six species represented about 74% of the total fish density and 63% of total biomass and they occurred at all the stations in all the months. It was concluded that the Ria de Aveiro, with high seasonal and spatial abiotic variations, has a very rich and representative fish community compared with the European estuarine coastal lagoons.

## RESUMO

O objectivo global deste trabalho consistiu em estudar aspectos da estrutura e dinâmica da ictiofauna da Ria de Aveiro, sistema lagunar estuarino com 43 km<sup>2</sup> de extensão, em baixa-mar, que sofre influências dulçaquícolas e marinhas e fica situado entre 40° 30' -40°52'N and 8°35' -8°47W no litoral da costa Portuguesa.

A ictiofauna foi capturada mensalmente, de Dezembro de 1996 a Novembro de 1997, em nove estações de amostragem dispersas pela laguna, com uma rede de pesca tradicional “chinha”. Foram também registados os seguintes parâmetros abióticos hidrológicos: temperatura, salinidade, oxigénio dissolvido e transparência.

A temperatura variou entre 6,5 e 27,6°C, a salinidade entre 0 e 41‰, o oxigénio dissolvido entre 1,2 e 11,4 mg.l<sup>-1</sup> e a transparência entre 7,3 e 100,0%. A variação da salinidade e a transparência da água entre as estações de amostragem, assim como a variação da temperatura, salinidade e oxigénio dissolvido, ao longo dos meses, foram significativas.

Foram capturados 14.598 exemplares pertencentes a 43 espécies de 21 famílias de Teleósteos. O número de espécies e densidade da ictiofauna foram mais elevados no Verão e nas estações mais perto da entrada da laguna, em especial na Barra e na Torreira, enquanto que a biomassa sofreu oscilações consideráveis ao longo dos meses e mostrou-se mais elevada nas estações mais afastadas da embocadura.

As espécies marinhas sazonais foram as mais numerosas e registaram a maior biomassa e as categorias “marinha juvenil” e “estuarina residente” registaram o maior número de espécies. Mugilidae, Atherinidae e Clupeidae foram as famílias mais abundantes. Seis espécies representaram cerca de 74% da densidade total e cerca de 63% da biomassa total e ocorreram em todas as estações e em todos os meses. Pode-se concluir que a Ria de Aveiro, com elevada variação espacial e sazonal nos parâmetros abióticos, apresenta uma comunidade de peixes rica e representativa, comparada com lagunas costeiras estuarinas Europeias.

## RESUMO

O objectivo global deste trabalho consistiu em estudar aspectos da estrutura e da dinâmica da ictiofauna da Ria de Aveiro, sistema lagunar estuarino com 43 km<sup>2</sup> de extensão, em baixa-mar, que sofre influências dulçaquícolas e marinhas e fica situado entre 40° 30'N-40°52'N and 8°35' -8°47W no litoral da costa Portuguesa.

A ictiofauna foi capturada mensalmente, de Dezembro de 1996 a Novembro de 1997, em nove estações de amostragem estratégicas, com uma rede de pesca tradicional “chinha”, onde também se mediram os seguintes parâmetros abióticos hidrológicos: temperatura, salinidade, oxigénio dissolvido e transparência.

A temperatura variou entre 6,5 e 27,6 °C, a salinidade entre 0 e 41 ‰, o oxigénio dissolvido entre 1,2 e 11,4 mg l<sup>-1</sup> e a transparência entre 7,3 e 100,0 %. A variação da salinidade e da transparência da água entre as estações de amostragem, assim como a variação da temperatura, salinidade e oxigénio dissolvido, ao longo dos meses, foram significativamente diferentes ( $p < 0.01$ ). Evidenciaram-se padrões espaciais e temporais já descritos anteriormente (Rebelo, 1992; Moreira et al., 1993; Queiroga, 1995; Morgado, 1997).

Foram capturados 14.598 exemplares pertencentes a 43 espécies de 21 famílias de Teleósteos. O número de espécies e densidade da ictiofauna foram mais elevados no Verão e nas estações mais perto da entrada da laguna, em especial na Barra e na Torreira, enquanto que a biomassa sofreu oscilações consideráveis ao longo dos meses e mostrou-se mais elevada nas estações mais afastadas da embocadura. A ictiofauna que melhor se adapta às características ambientais deste sistema é constituída por espécies que permanecem na laguna durante todo o seu ciclo de vida, por espécies que dela dependem na fase juvenil do seu desenvolvimento e por espécies marinhas que nela penetram sazonalmente. Estes grupos de espécies são também de ocorrência generalizada noutras lagunas da Europa.

As espécies marinhas sazonais foram as mais abundantes, das quais se destacaram *Sardina pilchardus*, em termos de densidade e *Liza aurata*, em termos de biomassa.

As espécies que permanecem na laguna durante todo o seu ciclo de vida, assim como as que dela dependem, enquanto juvenis foram pouco abundantes, representando cada categoria cerca de 15 % da ictiofauna total. As espécies residentes mais representativas são *Mugil caphalus* e *Atherina boyeri* e as espécies dependentes do meio lagunar mais importantes foram *Dicentrarchus labrax*, *Atherina boyeri* e *Symphodus bailloni*.

Na Ria de Aveiro, o número de espécies bênticas, pelágicas ou demersais foi semelhante, enquanto que nos outros ecossistemas lagunares Europeus, o número de espécies bênticas foi superior.

A produção de ovos pelágicos, a preferência por fundo arenoso/lodoso e a alimentação constituída, na sua maioria, por invertebrados, constituíram as três categorias com maior número de espécies, tanto na Ria de Aveiro como noutras lagunas Europeias.

A riqueza em espécies da Ria de Aveiro decresceu em nove espécies desde as primeiras investigações sobre o tema, nesta laguna (Nobre *et al.*, 1912; Osório *et al.*, 1912), o que significa que ao longo de todos estes anos a riqueza em espécies sofreu um decréscimo pouco acentuado. No entanto, em termos qualitativos, verificou-se uma grande variação de espécies que colonizam a laguna, ao longo dos anos, sugerindo-se paralelamente alterações hidrológicas, abióticas e bióticas.

Em termos da estrutura espacial da comunidade de peixes, a classificação hierárquica aglomerativa e a análise de ordenação permitiram estabelecer quatro regiões distintas de ocorrência de espécies.

Os extremos da laguna, com diversidade específica elevada apresentaram uma boa estruturação de espécies, essencialmente catádromas, marinhas sazonais e residentes.

As regiões mais turvas foram abundantemente colonizadas por espécies de várias categorias ecológicas, por razões de carácter essencialmente trófico. Trata-se de espécies de forte capacidade homeostática e que suportam elevados índices de poluição (*Dicentrarchus labrax*, *Liza aurata* e *Atherina spp.*).

A zona da Barra foi a região de menor diversidade específica e de fraca estruturação populacional, devido à forte abundância de *Sardina pilchardus* que invade a laguna sazonalmente, em relação às reduzidas densidades das restantes espécies. Há dez anos atrás, em 1987/88, (Rebelo, 1993) esta zona era muito bem estruturada e era muito diversa em espécies.

A região da Torreira foi muito bem estruturada e bastante rica em espécies, como *Gobius niger* e *Symphodus bailloni*. É uma região associada a valores de transparência e salinidade elevados.

Ao nível da biomassa, a zona do Carregal constituiu um grupo distinto, associado à espécie *Mugil cephalus*. Foi a região mais bem estruturada e de maior diversidade em espécies de todo o corpo lagunar.

A variação sazonal da estrutura da ictiofauna da Ria de Aveiro considerou três principais descontinuidades temporais formadas sobretudo pelos fluxos migratórios das populações.

A Primavera esteve associada a um recrutamento massivo de juvenis, com destaque para a *Sardina pilchardus* que visita abundantemente a laguna nesta época do ano, pelo que os níveis de diversidade e de equitabilidade são reduzidos.

Entre o Verão/Outono resultou um segundo recrutamento de espécies marinhas sazonais, catádromas e marinhas dependentes do meio lagunar.

A descontinuidade Outono/Inverno correspondeu à entrada para a laguna da espécie catádroma *Anguilla anguilla* e da espécie marinha adventícia *Symphodus bailloni*. Está associada a temperatura e salinidade reduzidas e valores elevados de

oxigénio dissolvido. Corresponde ao período mais bem estruturado e com diversidade específica mais elevada.

*O impulso de saber é maravilhosamente  
misturado ou composto de mistério e de saber.*

Novalis

# ÍNDICE

Agradecimentos.....	I
....	
Abstract.....	III
.....	
Resumo.....	IV
....	

## I.

<b>INTRODUÇÃO.....</b>	<b>1</b>
------------------------	----------

## II. MATERIAL E

<b>MÉTODOS.....</b>	<b>13</b>
---------------------	-----------

1. Sistemas de amostragem.....	14
--------------------------------	----

1.1. Definição das estações.....	14
----------------------------------	----

1.2. Tipos de amostragem.....	16
-------------------------------	----

1.3. Periodicidade.....	22
-------------------------	----

1.4. Processamento <i>in situ</i> e laboratorial.....	22
---	----

<b>III. CARACTERIZAÇÃO ABIÓTICA DO SISTEMA LAGUNAR.....</b>	<b>24</b>
1.	
Métodos.....	25
2.	
Resultados.....	25
.	25
3.	
Discussão.....	31
<b>IV. A ICTIOFAUNA DA RIA DE AVEIRO -</b>	
<b>- OCORRÊNCIA, DISTRIBUIÇÃO E ABUNDÂNCIA.....</b>	<b>34</b>
1.	
Resultados.....	35
.	35
1.1. Inventário da ictiofauna.....	35
1.2. Ocorrência, distribuição e abundância das espécies.....	35
1.3. Classificação das espécies em “guilds” (categorias ecotróficas).....	46
.....	46
1.4. Evolução da comunidade ictiológica nos últimos 85 anos.....	57
1.5. Comparação entre as categorias ecotróficas da ictiofauna da Ria de Aveiro e as de outros ecossistemas lagunares e estuarinos do Atlântico Europeu.....	60
....	60

2.		
Discussão.....		64
<b>V. ESTRUTURA DA ICTIOFAUNA DA RIA DE AVEIRO.....</b>		<b>71</b>
1.		
Métodos.....		72
2.		
Resultados.....		78
.		
2.1.	Análise	de
variância.....		78
2.2.		Diversidade
específica.....		79
2.2.1.		Varição
espacial.....		80
2.2.2.		Varição
temporal.....		81
2.3.	Estruturação	da
comunidade.....		84
2.3.1.		Análise
espacial.....		84
2.3.1.1.		
Densidade.....		84
2.3.1.2.		
Biomassa.....		90

2.3.2.	Análise	
temporal.....		97
2.3.2.1.		
Densidade.....		97
2.3.2.2.		
Biomassa.....		102
3.		
Discussão.....		108
<b>VI.</b>		
<b>CONCLUSÕES.....</b>		<b>112</b>
<b>BIBLIOGRAFIA.....</b>		
...		118

**I**

**INTRODUÇÃO**

Os conceitos de estuário e laguna costeira têm sido amplamente discutidos com base em diferentes critérios: dinâmicos, hidroquímicos e sedimentológicos. Segundo a definição de Pritchard (1967), estuários são baías que recebem correntes de água doce significativas e que experimentam flutuações mareais regulares. (Andrade, 1990). Lagunas (*sensu lato*) são geralmente isodiamétricas ou alongadas paralelamente à linha da costa. Lagunas (*sensu stricto*) correspondem ao isolamento de porções de domínio marinho por uma ou mais barreiras litorais móveis recentes, com pequena(s) interrupção(ões), onde as águas provenientes dos meios fluvial e marinho se encontram e misturam (Guelorget e Perthuisot, 1983; Barnes, 1980).

A Ria de Aveiro apresentando um regime de marés semi-diurno, assegura uma boa comunicação com o mar afastando-se, neste aspecto, da situação de uma laguna típica. No entanto, este ecossistema apresenta características bióticas e abióticas que se enquadram no conceito mais alargado de laguna costeira estuarina; é um ecotono que define um ambiente dinâmico particular, com influência fluvial e marinha, baixa profundidade, elevada turbidez, natureza lodosa do substrato, flutuações sazonais de temperatura, gama de salinidade e oxigénio elevadas, rico em nutrientes, altamente produtivo e com grande abundância de vegetação submersa, o que favorece a sua colonização por espécies ictiológicas diversas (Reis, 1985; Rebelo, 1993; Anon., 1994).

As espécies de peixes permanecem na laguna em diferentes fases do seu ciclo de vida: como residência permanente para as espécies sedentárias; como local de passagem, durante os seus ciclos migratórios para as espécies diádromas; como áreas de migração sazonal, normalmente relacionadas com hábitos alimentares de espécies marinhas; como viveiro, os juvenis beneficiam aparentemente da abundante riqueza em alimento e da protecção contra predadores regressando posteriormente ao mar; ou como área de visita ocasional de espécies marinhas ou dulçaquícolas (Potter *et al.*, 1990; Rebelo, 1993; Elliott *et al.*, 1995).

A Ria de Aveiro é considerada como um dos ecossistemas mais peculiares do litoral português, constituindo também a base de um grande desenvolvimento económico regional face aos principais sectores associados: a pesca costeira e de largo, a indústria, o transporte marítimo, o turismo e numa fase ainda inicial, a piscicultura (Marques, 1997).

Dispondo de uma boa comunicação com o mar, que garante sazonalmente o repovoamento ictiológico, a laguna constitui uma boa área de exploração de pesca (comercial e turística) pelo que o estudo de aspectos ictiofaunísticos representa elevado interesse científico e económico para a região.

Estudos anteriores da ictiofauna da Ria de Aveiro (Osório, 1912; Nobre *et al.*, 1912, Arruda *et al.*, 1988 e Rebelo, 1993) fornecem elementos sobre o comportamento e evolução das comunidades ictiológicas lagunares e a sua relação com as comunidades oceânicas adjacentes.

A estratégia de estudo das comunidades ictiológicas lagunares e estuarinas, de um modo geral, comporta a inventariação qualitativa e quantitativa das espécies e a compreensão das relações ecológicas entre elas (Barnes, 1980; Amanieu e Lasserre, 1982; Yañez-Arancibia *et al.*, 1983).

As lagunas costeiras apresentam uma ampla gama de salinidade, entre meios puramente dulçaquícolas e hipersalinos, e uma grande distribuição geográfica, pelo que as suas ictiofaunas são muito diversas, sendo a maioria das espécies desconhecida para quem está familiarizado apenas com uma determinada área geográfica (Barnes, 1980).

Para além da inventariação, ocorrência e distribuição das espécies, também são estudadas, nestes sistemas, as interações entre as unidades ecológicas estabelecidas e os factores hidrológicos do meio ambiente (Daget, 1976; Amanieu e Lasserre, 1982; Morris, 1983).

Estes trabalhos de análise das comunidades ictiofaunísticas lagunares costeiras e estuarinas estão muito generalizados tanto na Europa como a nível mundial. A título de exemplo são citadas apenas algumas das mais recentes

referências: na **costa portuguesa**, Monteiro, 1989; Costa e Elliott, 1991; Rebelo, 1992; Santos *et al.*, 1996; na restante **costa europeia**, Rasmussen, 1973; Nash, 1988; Aliaume *et al.*, 1993; Hamerlynk, 1993; na **costa africana**, Day, 1981; Whitfield, 1996; Marais, 1983 a; Marais, 1983 b; Bennett, 1994; Clark, 1997; na **costa americana**, Brown-Peterson e Eames, 1990; Chon *et al.*, 1994; Tremain e Adams, 1995 e na **costa oceânica**, Loneragen e Potter, 1990; Young *et al.*, 1997; Potter *et al.*, 1997.

O inventário qualitativo e quantitativo actualizado da comunidade ictiológica da Ria de Aveiro permite actualizar e aprofundar o conhecimento sobre aspectos da dinâmica das populações que a colonizam.

O presente trabalho objectiva três domínios fundamentais associados à ecologia da ictiofauna da Ria de Aveiro:

- determinar os **factores abióticos hidrológicos** (temperatura, salinidade, oxigénio dissolvido e turbidez) no espaço e no tempo;
- caracterizar a **comunidade ictiológica**, através da inventariação das espécies capturadas em termos de ocorrência, distribuição e abundância das mesmas no espaço e no tempo; da proporção das diferentes categorias ecotróficas, em termos de riqueza em espécies, densidade e biomassa, numa perspectiva espaço-temporal, como interpretação do uso que as diferentes populações deste sistema fazem da laguna;
- estudar a **estrutura da ictiofauna**, através da aplicação de índices globais de diversidade (riqueza específica, diversidade específica e equatibilidade) e sua distribuição espaço-temporal; de análises aglomerativas hierárquicas de classificação entre as estações ou meses de amostragem, e respectiva contribuição dos parâmetros abióticos hidrológicos para formação desses grupos ecológicos; de análises de ordenação entre a densidade ou biomassa das espécies e as estações ou meses de amostragem e respectiva contribuição dos parâmetros hidrológicos abióticos na sua distribuição ao longo dos eixos coordenados, através da aplicação

de regressões lineares simples (numa abordagem individual de cada parâmetro) e múltiplas (numa análise conjunta dos parâmetros).

### **Área de estudo**

A Ria de Aveiro é uma laguna costeira estuarina situada no litoral da região centro de Portugal, entre as coordenadas 40°30'N - 40°52'N de latitude, e 8°35'W - 8°47'W de longitude. A sua formação geológica é muito recente. Os primeiros indícios do processo de sedimentação que teria originado a laguna remontam ao século X, com a acumulação de areias litorais na região de Esmoriz, seguida da formação de uma flecha arenosa avançando para o sul e interpondo-se entre a vasta baía e o mar. No século XII ainda a barra, por onde entravam os navios, se situava para norte da actual povoação da Torreira (Abecacis, 1961). Nesta época, a linha de costa entre Espinho e a Serra da Boa Viagem definia uma longa e estreita bacia que constituía o estuário comum dos rios Vouga, Águeda e Cértima (Barrosa, 1980). Devido a processos sedimentares, os extremos da bacia avançaram progressivamente para o mar, isolando as massas de água, por volta do ano 1200. A faixa arenosa estendia-se desde Espinho até à Torreira. Em 1500, atingia S. Jacinto e após 1600 situava-se entre a Vagueira e os Palheiros de Mira (Oliveira, 1988) (fig.1).

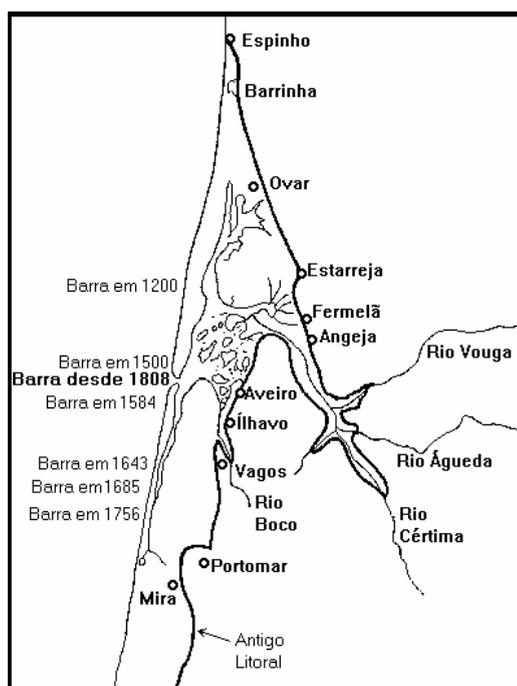


Figura1.- Formação do cordão litoral da Ria de Aveiro e localização da Barra (Adaptado de Oliveira, 1988).

Como consequência da deposição dos sedimentos transportados pelos rios, influenciada por correntes marítimas e ventos predominantes de noroeste, desenvolveu-se um processo de fecho e abertura da comunicação com o mar que culminou com o fecho da barra de Mira em 1756, separando do mar a bacia do delta fluvial. Só em 1808 é que a barra de Aveiro foi aberta artificialmente evidenciando a configuração que actualmente apresenta (Oliveira, 1988).

A Ria de Aveiro constitui uma área húmida de 43 km<sup>2</sup>, em baixa-mar, e 47 km<sup>2</sup>, em preia-mar e um comprimento de 45 km segundo o eixo longitudinal, à qual afluem numerosas linhas de água que drenam uma área de cerca de 3.700 km<sup>2</sup>.

As características hidrográficas da laguna foram descritas por Barrosa (1980). O caudal varia consoante a amplitude de marés - para amplitudes de 1 a 3 metros, os caudais correspondentes são respectivamente 1.700 e 6000 m<sup>3</sup>.s<sup>-1</sup>. A amplitude e a corrente da maré diminuem em direcção aos extremos da laguna e a sua propagação sofre atrasos que chegam a atingir 6 horas, no extremo do canal de São Jacinto.

A profundidade dos canais varia entre 1 a 4 metros, tendo a profundidade média da ria aumentado 0,4 m num período de 35 anos, facto justificado pelas

sucessivas dragagens efectuadas, principalmente nas áreas portuárias, que apresentam profundidades médias na ordem dos 8 metros. Nas zonas mais espaiadas da Ria de Aveiro onde não foram efectuados trabalhos de dragagem, verifica-se uma tendência geral para o assoreamento. A profundidade, aqui, chega a atingir valores inferiores a 1 metro (Borrego *et al.*, 1994). Para contrariar a tendência natural de assoreamento, a Junta Autónoma do Porto de Aveiro tem vindo a desenvolver um conjunto de extracções de areia em vários locais da Ria de Aveiro. Pode-se salientar que entre 1988 e 1997 foram extraídos mais de cinco milhões de metros cúbicos de areia no canal principal de navegação e mais de três milhões de metros cúbicos de areia dragada do interior da Ria de Aveiro, com depósito nas praias, aterros e mar.

Os volumes de água do mar que entram na laguna variam entre os 25 e 90 milhões de  $m^3$  para amplitudes de maré respectivamente da ordem de 1 a 3 m (Barrosa, 1980). Os caudais correspondentes são respectivamente de 1.700 e 6.000  $m^3 \cdot s^{-1}$ , atingindo velocidades de propagação da maré junto à embocadura de cerca de 7,3  $m \cdot s^{-1}$ . O volume de água doce representa apenas uma pequena parcela do volume de água que entra na Ria, sendo inferior a 2 milhões de  $m^3$  por ciclo de maré (Barrosa, 1980).

A Ria de Aveiro constitui um reservatório natural de recursos hídricos onde se misturam água do mar e água doce e cuja variação do nível de água causada pelas marés dá origem a sapais e camadas de lodo intertidal.

Os sapais, ecossistemas constituídos por sedimentos que estão temporariamente cobertos por água salgada ou salobra, fornecem os nutrientes dissolvidos indispensáveis ao crescimento de vegetais macroscópicos denominados por “moliço”. Este é, assim, constituído por um conjunto de espécies vasculares, pertencentes às famílias ZOSTERACEAE e POTAMOGETONACEAE (*Zoostera spp.*, *Ruppia spp.* e *Potamogeton spp.*) e por espécies não vasculares, onde predominam as famílias CHAROPHYCEAE (*Chara spp.*) e ULVACEAE (*Enteromorpha spp.* e *Ulva spp.*). O moliço reveste-se de

grande importância ecológica porque serve de refúgio para os peixes juvenis, servindo também de substrato para fixação e alimento a inúmeras espécies de invertebrados (Celenterados, Tunicados, Anelídeos, Crustáceos, etc.) que, por sua vez, alimentam elos superiores da cadeia alimentar. Além disso, o moliço tem um papel importante na fixação dos sedimentos e na diminuição do hidrodinamismo, reduzindo a turbidez (Silva, 1985).

Em termos geológicos, a área considerada neste estudo encontra-se implantada numa região mais vasta denominada Orla Mesozóica Ocidental Portuguesa, que constitui uma vasta bacia sedimentar depositada sobre um soco Paleozóico (Barrosa, 1980). Assim, a Ria de Aveiro não é mais que a manifestação superficial em termos actuais dum estágio final de colmatação e enchimento da bacia sedimentar de Aveiro.

A natureza dos sedimentos, quanto à sua granulometria, composição mineral, química e orgânica é extremamente variável, já que é função de múltiplos factores. A análise das granulometrias dos sedimentos, em conjunto com a distribuição dos minerais argilosos na Ria de Aveiro, permite concluir que os canais da parte norte da Ria têm maior capacidade de retenção de metais do que os canais a sul da Barra (Marques *et al.*, 1993).

### As actividades tradicionais e a implantação da piscicultura

Desde o século X e durante séculos, a produção de sal desempenhou um papel importante na economia local. Mais tarde com a formação do cabedelo e a quase total estagnação das águas no interior da laguna, as actividades ribeirinhas conheceram um grande período de decadência, só ultrapassado depois da abertura da barra. Esse foi um passo de enorme importância, pela estabilidade que trouxe a uma região plena de potencialidades. Assim, incrementaram-se as actividades que eram desenvolvidas na época, como a agricultura, a pesca lagunar, costeira e

longínqua, a indústria de sal, a apanha de moliço e, muito recentemente, novos planos de uso das águas foram estabelecidos, nomeadamente a piscicultura.

Pratica-se hoje a piscicultura como actividade semi-intensiva em marinhas individuais, mas têm surgido pessoas interessadas em promover explorações de maiores dimensões com aplicação de técnicas mais avançadas, sendo imprescindíveis para o progresso desta actividade (Bóia *et al.*, 1987).

A nível nacional, as espécies mais comercializadas em cativeiro são, por ordem decrescente, a dourada, o robalo, o pregado, o linguado, a taíña, o salmão, a enguia e o sargo. Em 1996, a produção total destes peixes em pisciculturas registou um valor de 853.650,6 kg. Esta produção cresceu cerca de 4 vezes relativamente a 1992. Quanto à produção juvenil, estas espécies restringem-se ao robalo (2.168.000 unidades) e à dourada (700.000 unidades), em 1996, segundo informação fornecida pela Direcção Regional das Pescas e Aquicultura, de Aveiro.

Na Europa, sobretudo mediterrânica, também se verifica um aumento considerável pela produção do robalo e da dourada em pisciculturas, representando cerca de 48% a 50% da produção total de peixes. Em 1994, o nível de produção destas espécies foi de 29.000 toneladas, comparado com 40.000 toneladas em 1996. O valor económico atingido é bastante elevado (Stephanis, 1996).

### Actividades económicas actuais

A actividade humana na região é fortemente marcada pela existência da laguna. Verificando-se um movimento contínuo de crescimento da população (303.000 habitantes, segundo as estatísticas dos censos de 1991) faz-se sentir uma difusa pressão urbana e industrial de difícil gestão (Borrego *et al.*, 1994).

A par das actividades do sector primário, designadamente, a agricultura, a pesca e piscicultura, a apanha de moliço, a apanha de bivalves e moluscos e a salicultura, surge o sector secundário, o mais forte da região de Aveiro, expresso

por um variado conjunto de indústrias transformadoras que se concentram nos municípios de Aveiro (Borrego *et al.*, 1994).

No sector terciário há a mencionar o turismo e, no âmbito das infra-estruturas, o Porto de Aveiro, o qual tem actualmente uma forte expressão na economia regional bem como na área lagunar onde estão implantados os diferentes sectores portuários. Segundo os relatórios de contas do Porto de Aveiro, o sector comercial, em 1997, movimentou um tráfego total de mercadorias de 643.246,2 toneladas, das quais se podem salientar produtos metalúrgicos, madeira e cortiça, cereais, produtos químicos inorgânicos, sal e vinho.

A actividade da pesca costeira é desenvolvida essencialmente pelo arrasto costeiro, embora também se pratique a pesca artesanal e o cerco. Na actividade de pesca do largo, incluem-se a descarga do bacalhau e do pescado congelado. No tráfego de pesca costeira, em 1997, movimentaram-se 4.609 toneladas de peixe, das quais correspondem 71% ao arrasto, 28% à pesca artesanal e apenas 1% ao cerco. As espécies mais comercializadas no arrasto são o carapau e a sardinha. Quanto à pesca do largo, tem sofrido acentuados decréscimos, desde 1989 com 45.000 toneladas em relação às 10.555 toneladas, em 1997.

Apesar do turismo ser ainda um sector com uma reduzida importância, é de realçar as excelentes condições ambientais que a laguna oferece, como os banhos (água de contacto directo), prática de remo, vela, canoagem e motonáutica em embarcações ligeiras, pesca desportiva e amadora e vias de circulação (lanchas de passageiros), (Marques, 1997).

O património ambiental paisagístico associado ao património construído, constituem os atributos principais desta área, os quais são ainda acentuados pelas tradições e especificidades culturais, de que são exemplo, algumas artes de pesca, a salicultura, o artesanato e a gastronomia.

A agricultura, a piscicultura intensiva ou semi-intensiva e as actividades dos sectores secundário e terciário, acima referidas, afectam necessariamente a qualidade da água e dos sedimentos da laguna. A descarga de águas residuais

industriais e a deposição incontrolada de resíduos no solo envolvente, permitem justificar alguns dos resultados obtidos para a qualidade da água da Ria (Borrego *et al.*, 1994).

### Qualidade da água

As linhas de água que maior carga poluente transportam para a Ria de Aveiro são os rios Vouga e Antuã, dado as áreas das suas bacias hidrográficas ocuparem cerca de 75% da área total drenante. A qualidade do rio Antuã é considerada mediana, ou ligeiramente poluída, enquanto que a do rio Vouga é afectada pela qualidade dos rios afluentes (Águeda e Caima).

Em termos gerais, a água não apresenta problemas especiais de qualidade, exceptuam-se as zonas do Largo do Laranjo e do Largo da Coroa, devido às descargas de águas residuais, associados a uma menor autodepuração da água. Constata-se, no entanto, que pela implementação de um tratamento de desmercurização na unidade industrial responsável pelos elevados teores de mercúrio no Largo do Laranjo, houve uma redução significativa do teor de mercúrio nesta região.

Quanto à poluição microbiológica, as regiões mais próximas da embocadura apresentam condições tipicamente estuarinas, o que denuncia o forte impacto das águas da enchente nesta zona do ecossistema e lhes confere qualidade como águas conquícolas e de recreio. Nas regiões junto à costa, constata-se uma forte influência das descargas locais, apresentando água inaceitável para recreio ou conquicultura e elevada poluição orgânica e fecal.

No Rio Vouga verifica-se uma elevada carga orgânica e fecal com tendência a decrescer pela instalação de tratamento secundário na fábrica de celulose da Portucel, em Cacia (Borrego *et al.*, 1994).

### Qualidade dos sedimentos

A caracterização química dos sedimentos, designadamente no que respeita à contaminação por metais pesados, está por um lado associada às fontes de poluição e, por outro, à constituição dos próprios sedimentos.

As caracterizações existentes são consensuais em mercúrio, zinco, arsénio, níquel, chumbo, cobre e cádmio que, à excepção do mercúrio, parecem ter origem em fontes diversificadas e relacionadas com as actividades praticadas na envolvente da laguna. Os locais mais afectados são, à semelhança da qualidade da água, as do Largo do Laranjo (mercúrio) e Coroa (outros metais).

No caso concreto do mercúrio, metal mais estudado, é consensual que existem duas áreas distintas, com diferentes áreas de contaminação: a área de influência do Largo do Laranjo e o resto da Ria (Borrego *et al.*, 1994).

### Concentrações de mercúrio em peixes da Ria de Aveiro

O mercúrio, quando em excesso, torna-se tóxico para a ictiofauna, provocando-lhe efeitos graves a nível metabólico. A acumulação de mercúrio depende da forma química como se encontra no ambiente, sendo os peixes muito sensíveis ao metilmercúrio (Bóia, 1996). Como o processo de absorção é mais rápido do que o de eliminação (Lima, 1986), verifica-se uma bioacumulação deste metal ao longo da cadeia trófica, apresentando, os peixes adultos, uma maior acumulação comparativamente aos juvenis (Bóia, 1996; Pombo *et al.*, 1998).

Nos anos 80 foram efectuadas análises de mercúrio (Lima, 1986; Lucas *et al.*, 1986; Bóia *et al.*, 1987) em várias espécies de peixes da Ria de Aveiro, havendo referência, em exemplares provenientes de algumas zonas da laguna cujos sedimentos se sabe estarem mais contaminados, a valores que ultrapassam até 6 vezes o objectivo da qualidade ambiental para os organismos aquáticos, acima indicado. De acordo com a convenção de Paris o músculo do peixe não deve conter mais do que  $0,3 \text{ mg Hg.kg}^{-1} \text{ WW}$ .

Foi também verificado recentemente que o teor de mercúrio total em robalos (carnívoros) provenientes de uma piscicultura variava com a idade, sendo menor nos organismos mais novos e cerca de uma ordem de grandeza abaixo em douradas (herbívoras) relativamente aos robalos (Pombo *et al.*, 1998). Isto está de acordo com a existência de bioampliação ao longo das cadeias tróficas.

Resultados preliminares de níveis de mercúrio no músculo de robalos provenientes de duas pisciculturas semi-intensivas da Ria de Aveiro são, de uma forma geral, da mesma ordem de grandeza de robalos capturados no meio natural, exceptuando-se os da zona do Largo do Laranjo, que atingem uma concentração média de  $0,8 \text{ mg.kg}^{-1}$  de mercúrio, ultrapassando os níveis propostos pela Convenção de Paris. No entanto, a lei 93/351/CEE em vigor permite, no caso da espécie em causa, concentrações de mercúrio no músculo de  $1,0 \text{ mg Hg.Kg}^{-1} \text{ WW}$  (Bóia *et al.*, 1998; Pombo *et al.*, 1998).

## **II**

### **MATERIAL E MÉTODOS**

## 1. SISTEMAS DE AMOSTRAGEM

### 1.1. DEFINIÇÃO DAS ESTAÇÕES

Tendo em conta os objectivos definidos, a estrutura topográfica da laguna e as condições físico-químicas ambientais, e a exemplo do já referido em trabalhos anteriores (Osório, 1912; Nobre *et al.*, 1912; Arruda *et al.*, 1988; Rebelo, 1993) considerou-se oportuno definir as regiões de amostragem que abrangessem:

- a) o início dos canais principais nas proximidades da embocadura,
- b) as extremidades dos canais principais,
- c) a região terminal da principal fonte dulçaquícola,
- d) a região com índices de poluição industrial mais elevados,
- e) a região intermédia do canal de maior extensão.

Foram assim definidas as seguintes estações de amostragem (fig.2)

- a) A-1, junto à “Biarritz”, num banco emergente em baixa-mar, em frente ao ancoradouro do Club de Vela da Costa Nova (BAR), com coordenadas 40°38’N e 8°45’W;  
A-2, no Canal de Vagos, imediatamente a sul da ponte do IP5 da Gafanha da Nazaré (GAF), com coordenadas 40°38’N e 8°41’W;  
A-3, junto à Ilha do Monte Farinha, perto da barra, no Canal de São Jacinto (SJA), com coordenadas 40°40’N e 8°44’W;
- b) B-1, na extremidade do Canal de Vagos, entre a Fareja e a ponte velha da estrada nacional nº333 (VAG), com coordenadas 40°33’N e 8°40’W;  
B-2, na extremidade natural do Canal de Mira (antes do canal artificial), na margem leste, em frente à Quinta do Inglês, no Areão (ARE), com coordenadas 40°32’N e 8°47’W;

- B-3, na extremidade oeste do Canal de Ovar, perto do porto de embarcações do Carregal (CAR), com coordenadas  $40^{\circ}51'N$  e  $8^{\circ}39'W$ ;
- c) C-1, no Rio Vouga, Rio Novo de Príncipe, entre a Cale dos Bulhões e a extremidade leste da Ilha do Parrachil (RIO), com coordenadas  $40^{\circ}41'N$  e  $8^{\circ}40'W$ ;
- d) D-1, no canal de acesso ao Largo do Laranja junto ao Bico da Murtosa (LAR), com coordenadas  $40^{\circ}44'N$  e  $8^{\circ}37'W$ ;
- e) E-1, na povoação da Torreira, em frente ao posto da Capitania do Porto de Aveiro (TOR), com coordenadas  $40^{\circ}46'N$  e  $8^{\circ}42'W$ .

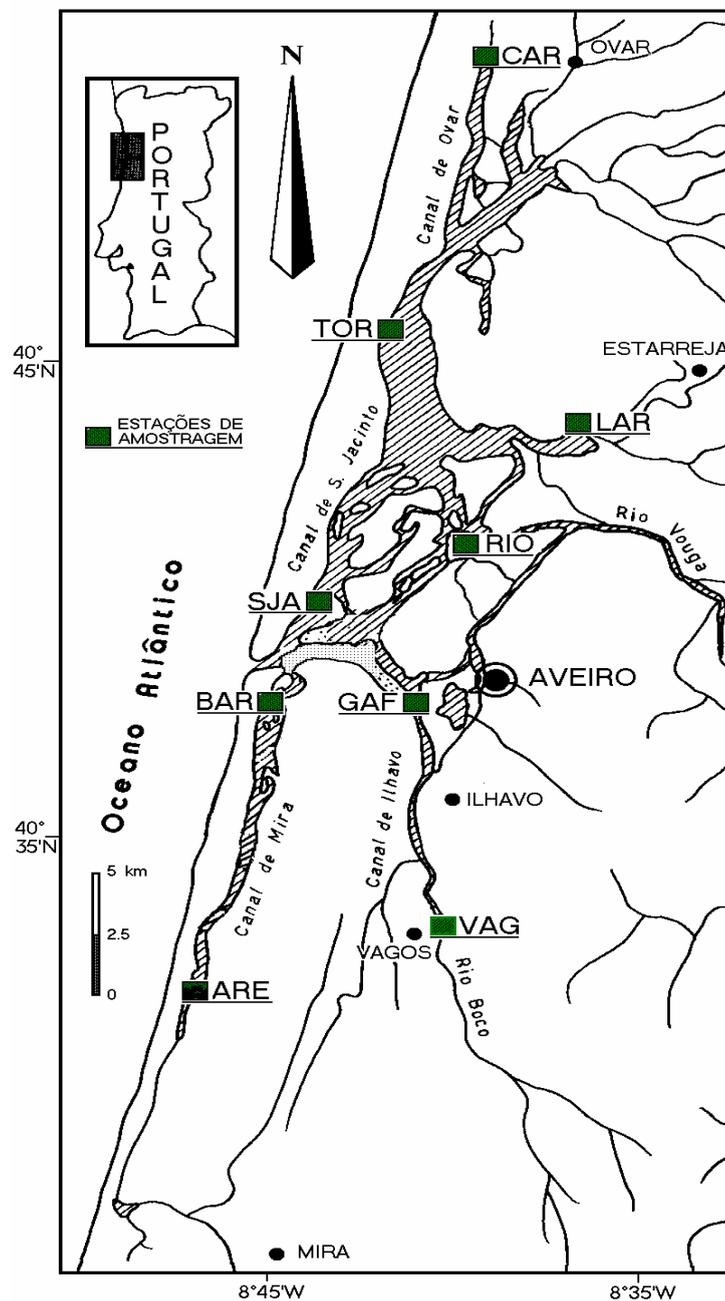


Figura 2 - Mapa da Ria de Aveiro com indicação da localização das estações de amostragem (Adaptado de Rebelo, 1993).

## 1.2. TIPOS DE AMOSTRAGEM

A recolha de material de estudo incluiu a leitura de parâmetros abióticos hidrológicos e a colheita de exemplares da ictiofauna. Os parâmetros avaliados foram a temperatura, a salinidade, o oxigénio dissolvido e a turbidez, tendo sido registados de forma regular, no espaço e no tempo, em simultâneo com as capturas do material biológico.

A concentração de oxigénio dissolvido foi registada até às centésimas da unidade, em  $\text{mg.l}^{-1}$ , e a temperatura em graus Célsius, até às dezenas da unidade, através das leituras efectuadas no oxímetro (CONSORT Z621).

A salinidade foi avaliada em permilagem com o auxílio de um refractómetro ATAGO *Hand refractometer*.

A percentagem da transparência (TR) da água foi estimada a partir da turbidez (tb), que foi lida com um disco de Secchi, e a profundidade (pf) foi medida com uma sonda artesanal, em centímetros, segundo a função descrita por Yáñez-Arancibia *et al.* (1983):

$$TR = \frac{tb}{pf} \times 100$$

Tendo em consideração a baixa profundidade de toda a extensão lagunar e com vista a uma maior eficácia da estratégia de amostragem e tendo ainda em consideração trabalhos anteriores (Rebelo, 1992), as medições dos parâmetros físico-químicos foram feitas à sub-superfície.

Figura 3- Utilização do oxímetro, para leituras da temperatura e oxigénio dissolvido.

Figura 4- Leitura da salinidade da água, no refractómetro.

Figura 5- Lançamento de sonda e disco de Secchi para medir a profundidade e a turbidez da água.

### Captura do material ictiológico

A captura foi feita com “chincha” (uma arte de pesca tradicional da região), com o uso de uma pequena embarcação com motor fora-de-bordo, construída em fibra de vidro.

A “chincha” é uma arte de cerco para terra normalmente incluída nos aparelhos de arrasto sendo constituída pelos seguintes elementos (fig.6):

- um saco central com 330 cm de comprimento e 222 cm de altura de boca;
- um número variável de fracções de rede. O tamanho da malha (diagonal esticada) é de 19 mm nas asas, 17 mm na boca do saco, 16 mm no saco e 10 mm na cuada (extremidade do saco);
- duas asas adjacentes, com 190 cm de comprimento cada uma e com altura que diminui progressivamente até à parte terminal ou calão (50 cm);
- dois cabos de alar (cordas) com 610 cm cada;
- bóias de cortiça e pandulhos de cerâmica, fixos respectivamente à parte superior e inferior da rede, encarregando-se estes de manter a rede em contacto com o fundo e os primeiros de conservar a rede esticada verticalmente, desde o fundo até à superfície.

A rede definiu uma área de arrasto aproximada de 43,31 m<sup>2</sup>.

A rede é lançada de bordo e presa à margem. Ao ser recolhida, em cada lance, uma vez que o seu bordo inferior permanece em contacto com o fundo, a rede arrasta consigo todos os peixes que se encontrem no percurso, convergindo-os para o saco central.

A rede percorre, portanto, em locais de profundidade não muito acentuada, toda a coluna de água capturando peixes pelágicos e bentónicos; no entanto, algumas espécies de mugilídeos conseguem escapar, saltando por cima da rede. É passível de utilização em todas as estações de amostragem e nos condicionalismos da maré. Por tudo isto, a chincha revela-se como a rede adequada para estudos de inventariação (Andrade, 1982).

Foram efectuados sempre 3 lançamentos em locais específicos de cada estação de amostragem, seleccionados anteriormente tendo em consideração o tipo de substrato, a profundidade e o tráfego de embarcações. Estes lançamentos foram realizados em 3 locais sucessivos de cada estação de amostragem, no sentido da corrente para facilitar a sua execução.

Todo este procedimento foi normalmente realizado com a participação de quatro colaboradores: um que permanece em terra a segurar uma extremidade da corda, outro a manobrar a embarcação para efectuar um percurso em cerco, os outros dois ocupam-se a largar a rede da margem do barco para a água, tendo o cuidado de posicionar a parte das bóias superiormente à dos pandulhos e de verificar a posição correcta do saco. Por fim, as quatro pessoas encarregam-se de puxar as duas extremidades da rede, arrastando-a para terra (figs.7 - 12).

Figura 7- Início do lance com a chinha: a corda foi completamente largada e começa a lançar-se a rede.

Figura 8- Depois de se atingir o centro da rede, o barco começa a dirigir-se para a margem.

Figuras 9 a) e b)- O barco já alcançou a margem e a rede começa a ser puxada à mão.

Figuras 10 a) e b)- Terminado o lance, o peixe fica retido no saco.

Figura 11- Os peixes são recolhidos por lance, em sacos identificados e colocados numa arca com gelo.

Figura 12- Depois do final do lance, a rede é recolhida para o barco, para novo lançamento.

### 1.3.- PERIODICIDADE

O período de amostragem foi mensal, durante um ano, desde Dezembro de 1996 a Novembro de 1997.

As amostras foram obtidas durante os cinco dias mais próximos de lua nova em baixa-mar de marés vivas, segundo o marégrafo do Porto de Aveiro, quando o volume de água é menor e em consequência a dispersão dos peixes é mais reduzida. Tendo em atenção os atrasos de maré, para cada estação, em cada dia foram efectuadas colheitas em duas estações sequenciais no espaço. As campanhas foram realizadas em dias úteis e durante o período diurno, de forma a serem incluídas no período de funcionamento dos clubes navais nos vários pontos da Ria, que prestaram apoio logístico, e do horário laboral do técnico auxiliar que nos acompanhou no trabalho.

### 1.4.- PROCESSAMENTO *IN SITU* E LABORATORIAL

Após a captura, os peixes separados por lance, estação de amostragem e data foram mantidos em caixas térmicas com gelo, até chegarem ao laboratório onde foram imediatamente congelados numa arca frigorífica.

Nas semanas seguintes, todo o material amostrado, depois de descongelado à temperatura ambiente, foi identificado individualmente, utilizando-se para o efeito as chaves dicotómicas de Albuquerque (1956), Bauchot e Pras (1987) e Whitehead *et al.* (1986). Procedeu-se à determinação do comprimento total, até ao milímetro inferior, utilizando um ictiómetro WILDCO e do peso fresco total até ao centésimo do grama, com uma balança electrónica AND FX - 3000 (figs. 13-15).

Quando havia muitos exemplares da mesma espécie capturados na mesma estação de amostragem, foi feita uma subamostra aleatória de 30 indivíduos, para serem pesados e medidos, sendo registada a abundância dos restantes.

Os dados obtidos foram tratados através do cálculo de parâmetros estatísticos básicos (média e erro padrão da média) (Sokal e Rohlf, 1995). Os

métodos específicos para o estudos da ictiofauna e da sua estrutura estão expostos no início dos respectivos capítulos.

Figuras 13 a) e b)- Os exemplares de peixe foram identificados individualmente.

Figura 14- Os espécimes foram medidos até ao milímetro inferior, com um ictiómetro.

Figura 15- Os espécimes foram pesados até ao centésimo do grama, com uma balança electrónica.

**III**

**CARACTERIZAÇÃO ABIÓTICA  
DO  
SISTEMA LAGUNAR**

A Ria de Aveiro é influenciada por um clima temperado marítimo. O meio hidrológico é determinado pela confluência de determinados factores ambientais, como as variações sazonais da temperatura atmosférica, precipitação, vento e constantes variações de caudais relacionados com as amplitudes e correntes de maré que determinam a maior/menor influência dos meios marinhos ou dulçaquícolas.

## 1. MÉTODOS

Na comparação dos parâmetros físico-químicos foi utilizada a análise de variância (ANOVA) (Zar, 1984; Sokal e Rohlf, 1995). Nesta análise foram considerados dois factores: “regiões”, com 9 grupos correspondentes às estações de amostragem e “meses”, com 12 grupos correspondentes aos meses em que foram efectuadas as amostragens.

A aplicação do teste paramétrico foi sempre precedida do teste da normalidade dos dados, segundo o método de F máx. (Zar, 1984; Sokal e Rohlf, 1995), evidenciado na tabela 1. Quando as variações de cada parâmetro físico-químico foram consideradas significativas, a uma probabilidade de 0,01, foi aplicado o teste de Tukey (ou T-método), para verificar qual/quais o(s) parâmetro(s) que diferiam significativamente (Zar, 1984; Sokal e Rohlf, 1995).

## 2. RESULTADOS

A figura 16 evidencia as variações espaço-temporais dos valores mínimos, médios e máximos da temperatura, salinidade, oxigénio dissolvido e transparência registados na Ria de Aveiro, durante o período de amostragem.

A temperatura variou entre 6,5°C (VAG) e 27,6°C (RIO), com valores inferiores no Inverno (mínimo em Janeiro) e com valores elevados no Verão (máximo em Agosto).

A variação espacial da temperatura não foi significativa (tabela 2), uma vez que a oscilação da temperatura média, por estação, foi pouco acentuada (entre 17,6°C e 20,0°C).

No entanto, as amplitudes térmicas sazonais observadas em cada região apresentaram já diferenças significativas (tabela 2). Nos extremos dos canais (ARE, CAR e VAG) e nos locais intermédios (LAR, RIO e TOR), onde a renovação de água é menor, os valores térmicos acompanharam a variação anual de temperatura ambiente: no Verão 20,5 - 27,6°C e no Inverno 6,5 - 14,0°C. Nas proximidades da barra (BAR, GAF, SJA), onde a temperatura da água é principalmente determinada pela temperatura da água do mar (Silva, 1994), constatou-se menor amplitude térmica ao longo do ano: 9,8 - 14,7°C. Pela análise do teste de Tukey (fig. 18 a) foi possível distinguir três grupos principais responsáveis pelas variâncias térmicas temporais. Os meses mais frios (Dez, Jan, Fev e Nov), dos quais se destacou o mês de Janeiro, com temperaturas registadas mais baixas; os meses mais quentes (Jun, Jul, Ago e Set), significativamente diferentes do mês de Outubro e os meses de calor médio (Mar, Abr, Mai e Out), dos quais Abril e Maio não foram significativamente diferentes dos meses quentes de Junho e Setembro.

A salinidade variou significativamente entre as estações de amostragem, entre água tipicamente dulçaquícola (ARE e RIO) e água salobra ou marinha, no restante espaço lagunar. As estações mais salinas foram BAR, SJA, GAF e TOR, localizadas perto da embocadura da Ria, com maior influência marinha, onde foram registados os valores médios mais elevados (entre 29,0‰ e 32,5‰). As estações salobras foram VAG, LAR e CAR, sendo o Carregal a estação que apresentou salinidade mais elevada (35,0‰). As estações dulçaquícolas foram ARE e RIO, com influência fluvial superior e cuja média não ultrapassou os 7‰ (fig. 17 a). De um modo geral, nos canais da Ria observaram-se as características de uma onda de

maré progressiva e de uma estrutura salina seccionalmente homogénea que aumenta regularmente dos extremos para a barra (Silva, 1994).

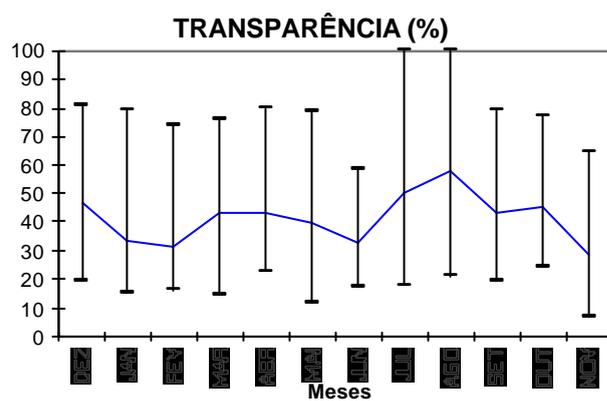
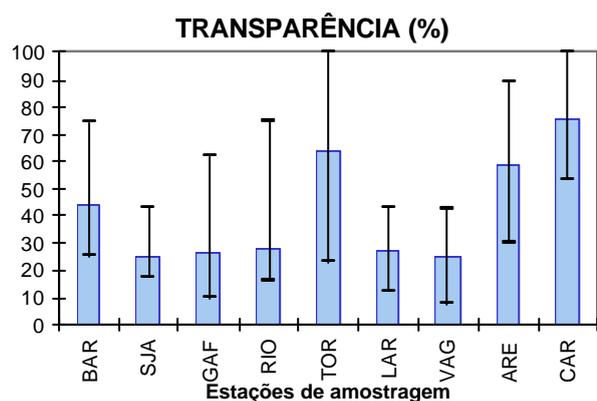
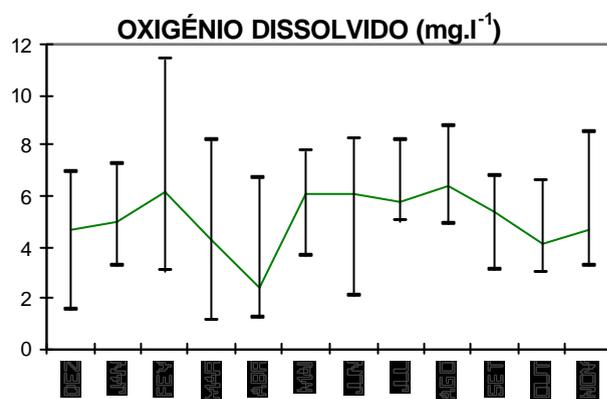
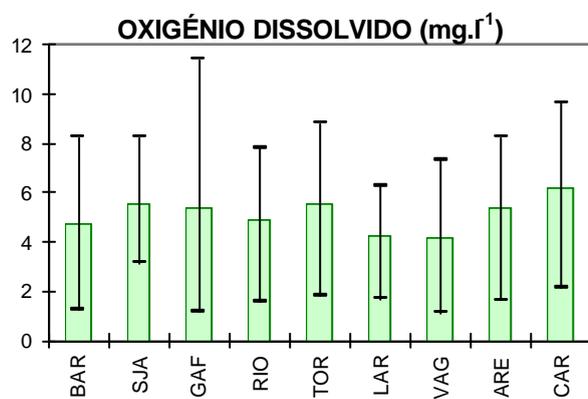
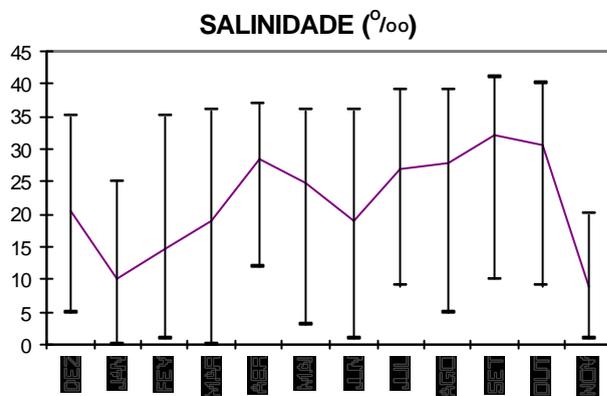
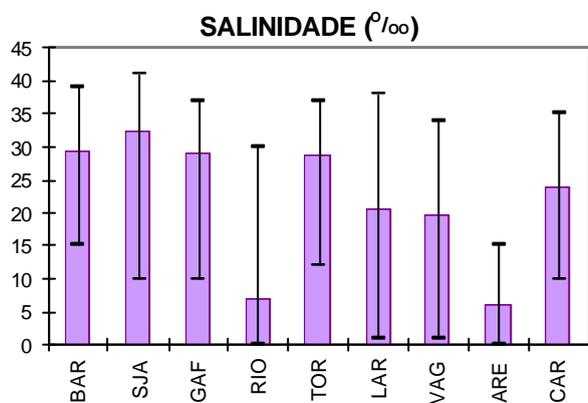
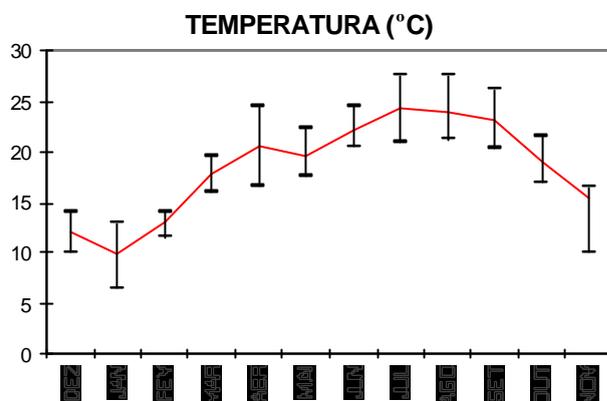
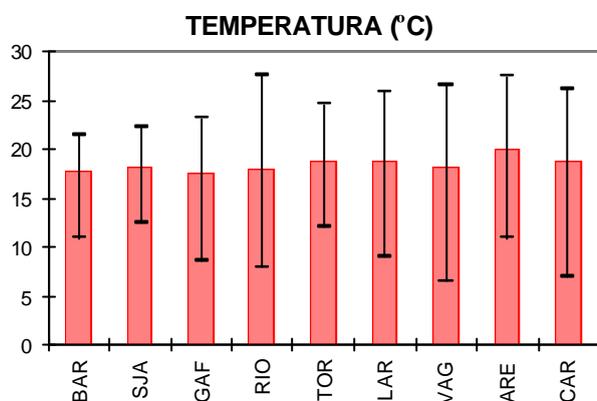


Figura 16- Valores mínimos, médios e máximos dos parâmetros abióticos, temperatura (°C), salinidade (‰), oxigênio dissolvido (mg.l<sup>-1</sup>) e transparência (%) registados entre Dezembro de 1996 e Novembro de 1997, por estação e por mês de amostragem. As estações de amostragem encontram-se ordenadas por ordem crescente à distância da entrada da laguna.

Tabela 1 - Resultados do teste F<sub>máx</sub>, aplicados aos valores dos parâmetros físico-químicos hidrológicos, registados nas estações e meses de amostragem. São indicados os valores de F máx., o valor de probabilidade (P) (\*\*- p<0,01).

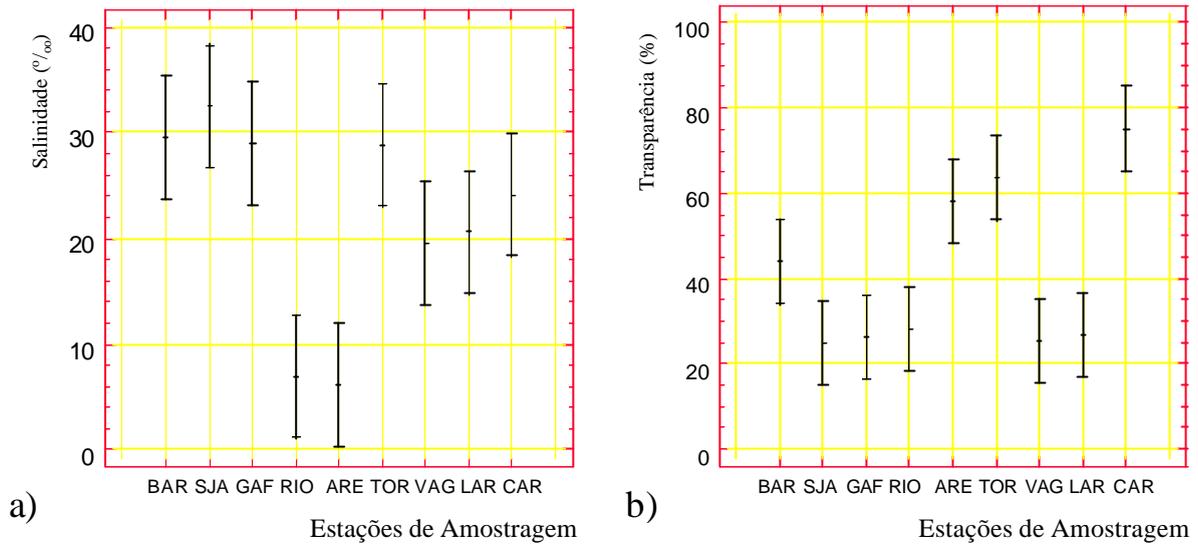
Parâmetros abióticos	Estação		Mês	
	F max.	P	F max.	P
Temperatura	3,05	**	10,64	**
Salinidade	5,22	**	2,83	**
Oxigênio dissolvido	4,08	**	7,71	**
Transparência	4,06	**	4,69	**

Tabela 2 - Resultados da análise de variância aplicada aos valores dos parâmetros físico-químicos hidrológicos, registados nas estações e meses de amostragem. São indicados os valores de F (F<sub>S</sub>) e o valor de probabilidade (P) (ns.- não significativo; \*- p<0,05; \*\*- p<0,01; \*\*\*- p<0,001)

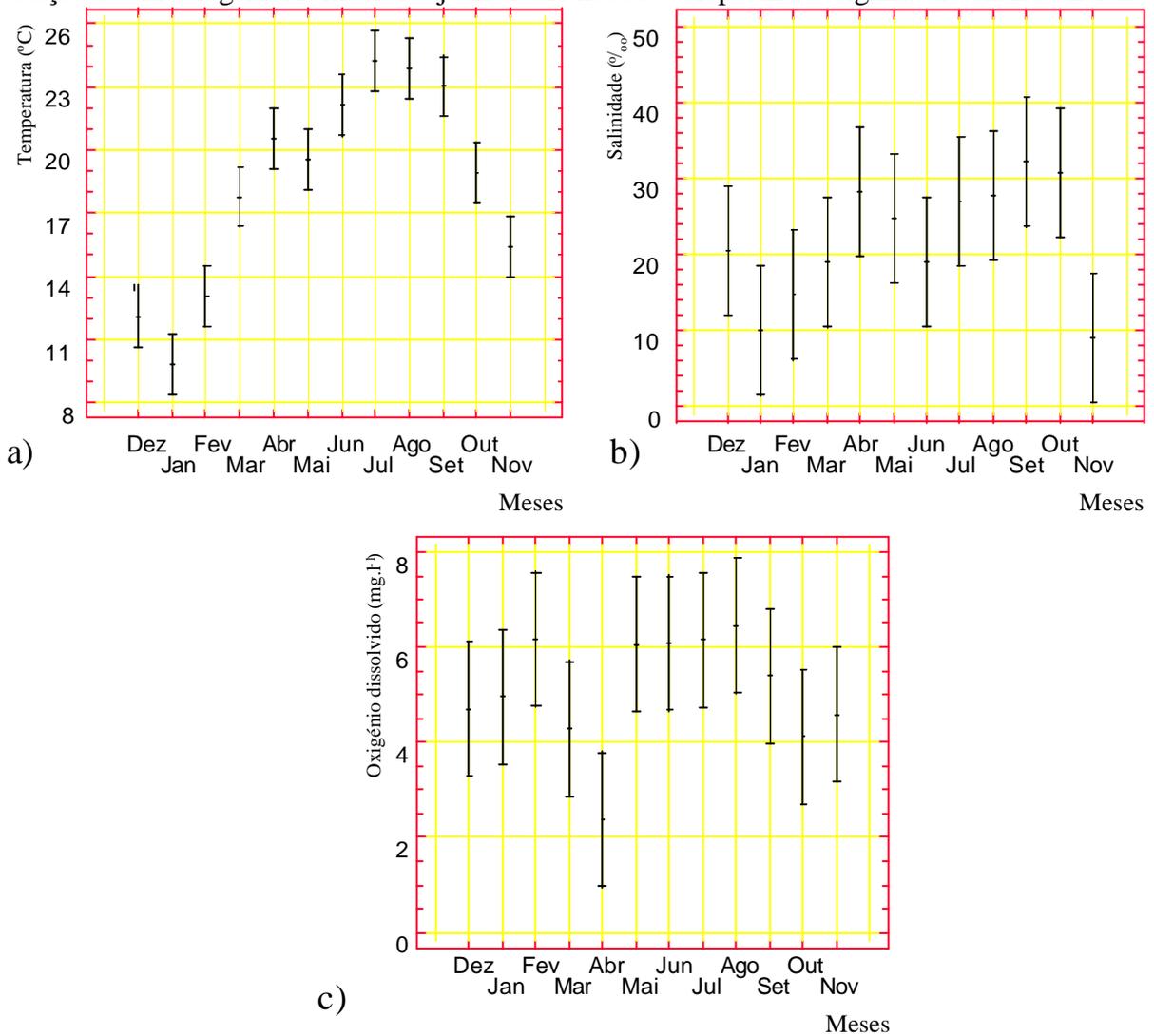
Parâmetros abióticos	Estação		Mês	
	F <sub>S</sub>	P	F <sub>S</sub>	P
Temperatura	0,254	ns	64,500	***
Salinidade	13,990	***	4,744	***
Oxigênio dissolvido	1,343	*	4,068	***
Transparência	19,860	***	1,167	*

A variação temporal da salinidade foi também significativa. Os meses de maior registo de salinidade apresentaram, de um modo geral, valores de temperatura mais elevada.

Os valores mais típicos de águas dulçaquícolas registaram-se no Inverno (Jan, Fev e Nov) e os de águas salobras e marinhas no restante período lagunar. Em Novembro, o valor médio da salinidade foi o mais baixo, sendo significativamente diferente dos valores de salinidade registados nos meses de temperatura mais elevada (figuras 18 a, b).



Figuras 17 a) e b)- Teste de Tukey, aplicado às médias dos valores de salinidade e transparência, por estação de amostragem. As médias cujo intervalo não se sobrepõem são significativamente diferentes.



Figuras 18 a), b) e c)- Teste de Tukey, aplicado às médias dos valores de temperatura, salinidade e oxigénio dissolvido, por mês de amostragem. As médias cujo intervalo não se sobrepõem são significativamente diferentes.

O Oxigénio dissolvido variou entre 1,6 mg.l<sup>-1</sup> (VAG) e 11,39 mg.l<sup>-1</sup>(GAF), com ligeiras variações espaciais (não significativas, a uma probabilidade de 0,01), mas com variações sazonais significativas, sendo estas aproximadamente inversas das da temperatura e da salinidade.

A um nível espacial, os níveis de concentração variaram entre perto da anoxia (1,25 mg.l<sup>-1</sup>, na BAR), de valores intermédios (7,76 mg.l<sup>-1</sup>, no RIO) e de valores de sobresaturação (11,39 mg.l<sup>-1</sup>, na GAF). Vários factores poderão estar na base destas diferenças espaciais, como o vento que é considerado um factor determinante no rearejamento da água e a presença de produtores primários, como o moliço (Silva, 1994).

Ao longo dos meses, a concentração média de oxigénio foi mais elevada e mais variável no Inverno (os valores máximos foram registados em Fevereiro) e menos elevada e menos variável na Primavera/Verão (o valor mínimo foi registado em Abril).

A transparência da água variou significativamente ao longo do corpo lagunar, entre 11,9% (LAR) e 100% (TOR e CAR).

As regiões mais profundas e com correntes mais fortes, junto à barra (SJA e GAF) e as regiões sujeitas a uma pressão poluente mais forte (RIO, VAG e LAR) evidenciaram percentagens de transparência significativamente mais baixas que o restante espaço lagunar. A estação BAR constituiu uma excepção, o seu intervalo sobrepôs-se ao do grupo de estações referido (fig. 17 b). As estações ARE e TOR registaram transparências médias da ordem dos 60 % e a estação CAR apresentou o maior valor médio (75,3 %), significativamente superiores às estações referidas anteriormente. São regiões menos profundas e de correntes fracas apresentando com frequência valores de turbidez semelhantes aos de profundidade, pelo que a transparência atingiu valores máximos. Estas variações espaciais originaram

elevadas amplitudes, que foram observadas em todos os meses, pelo que a variação temporal da transparência não foi significativa ( $p < 0,01$ ).

### 3. DISCUSSÃO

A evolução interna da massa da água da Ria de Aveiro, dispersa por um complexo sistema de canais de grande extensão, isolada do mar por um cordão de areias litorais e onde ocorre diluição da água salgada por água doce de origem continental, determina, em grande medida, as próprias características físico-químicas da água e o funcionamento hidrodinâmico do sistema lagunar.

Dada a proximidade do oceano, a hidrologia, circulação e processos de mistura das águas são sobretudo condicionados pela propagação da onda de maré oceânica, uma vez que as correntes devidas aos caudais dos rios são geralmente reduzidas face aos caudais de maré (Silva, 1994). Deste modo, as características físicas da laguna associadas com a sua formação, sejam topografia, dimensão, padrão de circulação das águas e outros aspectos geográficos, conferem à Ria de Aveiro elevada variabilidade, tanto na rapidez como na frequência de mudança das condições físico-químicas, reflectindo-se esta instabilidade também nos processos biológicos.

As variações temporais da temperatura da água nos canais extremos da Ria mostraram estar relacionados com os acentuados ciclos térmicos sazonais das zonas temperadas, com valores mais elevados nos meses mais quentes e mais baixos nos meses mais frios. Nas proximidades da barra, a temperatura da água é principalmente determinada pela temperatura da água do mar, havendo menor amplitude térmica ao longo do ano. Estas variações seguiram padrões temporais e

espaciais já descritos anteriormente (Rebelo, 1992; Moreira *et al.*, 1993; Morgado, 1997).

Apesar da Ria de Aveiro poder ser considerada como um conjunto de canais que se ramificam, possuindo características aproximadamente unidireccionais (Silva, 1994), a estrutura multidimensional observada para o canal de Mira e para os canais da parte norte da Ria permite definir três zonas principais. Estas zonas foram já anteriormente descritas por diversos autores com base nas características físico-químicas da água (Nobre *et al.*, 1912; Teles *et al.*, 1991; Silva, 1994). Consistem numa zona salgada, que inclui a embocadura e a região da Torreira, uma extensa zona salobra e uma zona de maior influência dulçaquícola, localizada nos extremos dos canais, mas mais alargada para o interior da Ria durante o Inverno.

As amplitudes de variação da salinidade ao longo do ano foram mais importantes no Outono e no Inverno, sobretudo nas regiões de baixa profundidade, o que reflecte a menor importância dos fluxos de maré (Silva, 1994) e dos efeitos de precipitação, nestas zonas (Moreira *et al.*, 1993; Queiroga, 1995; Morgado, 1997).

Segundo Silva (1994), durante o Inverno, as variações da salinidade são paralelas às do caudal de água doce drenado para a Ria. Na Primavera e sobretudo no Verão, a estabilidade do campo de salinidade corresponde a pequenas variações do caudal de água doce, o que apresenta tempos de residência menores que um dia, contribuindo também a evaporação da água à superfície para a invariância da salinidade (Silva, 1994).

O oxigénio dissolvido descreveu variações espaciais não significativas e variações sazonais aproximadamente inversas das da temperatura e da salinidade, tal como verificado por Rebelo (1992).

As variações do oxigénio mais acentuadas no Inverno e de maior estabilidade no Verão, relacionam-se com as variações do caudal de água doce drenado para a Ria, que apresentam uma amplitude maior no Inverno e menor no Verão.

A variação espacial da transparência permitiu estabelecer duas zonas principais: as regiões mais extremas dos canais, mais transparentes, menos profundas e de fraca corrente, em que os valores de turbidez são muito semelhantes aos de profundidade, e as regiões mais próximas da embocadura, sujeitas a correntes mais fortes e de grandes profundidades juntamente com as regiões de maior influência poluente, ambas com maior turbidez e consequentemente, menor transparência.

A variação sazonal da transparência, embora não significativa apresentou valores mais elevados no Verão, principalmente nas zonas pouco profundas correspondendo às pequenas variações do caudal de água doce.

## **IV**

### **A ICTIOFAUNA DA RIA DE AVEIRO**

**- OCORRÊNCIA, DISTRIBUIÇÃO E ABUNDÂNCIA -**

## 1. RESULTADOS

### 1.1. INVENTÁRIO DA ICTIOFAUNA

Em todo o período da amostragem foram capturados 14.598 exemplares, com uma biomassa total de 113,2 kg, os quais foram identificados em 43 espécies pertencentes a 21 famílias de Osteichthyes (Teleostei).

A identificação das espécies, apresentadas com as respectivas famílias na tabela 3, foi baseada em Albuquerque (1956), Bauchot e Pras (1987) e Whitehead *et al.* (1996).

### 1.2. OCORRÊNCIA, DISTRIBUIÇÃO E ABUNDÂNCIA DAS ESPÉCIES

Das 43 espécies identificadas apenas seis se distribuíram por toda a área lagunar e ocorreram durante todo o período de amostragem. Estas espécies representaram mais de 43 % da densidade total e mais de 52% da biomassa total. As seis espécies mais abundantes, em termos de densidade, representaram mais de 74% da densidade total e as seis espécies de maior biomassa representaram mais de 63% da biomassa total, como ilustra a tabela 4.

Tabela 3- Lista das famílias e espécies (com indicação de autores e data e designação vernácula) da ictiofauna capturada na Ria de Aveiro, durante o período de amostragem.

FAMÍLIA	ESPÉCIE	AUTOR E DATA	NOME VULGAR
ANGUILLIDAE	<i>Anguilla anguilla</i>	(LINNAEUS,1758)	Enguia
ATHERINIDAE	<i>Atherina boyeri</i> <i>Atherina presbyter</i>	RISSO,1810 CUVIER,1829	Peixe-rei-Mediterrâneo Peixe-rei
BELONIDAE	<i>Belone belone</i>	(LINNAEUS, 1761)	Agúlha
BLENNIDAE	<i>Blennius gattorugine</i>	(BRÜNNICH, 1768)	Marachomba-babosa
CALLIONYMIDAE	<i>Callionymus lyra</i>	LINNAEUS,1758	Peixe-pau-lira
CARANGIDAE	<i>Caranx crysos</i> <i>Trachurus trachurus</i>	(MITCHILL,1815) (LINNAEUS,1758)	- Carapau
CLUPEIDAE	<i>Alosa alosa</i> <i>Alosa fallax</i> <i>Sardina pilchardus</i>	(LINNAEUS, 1758) (LACEPÈDE, 1803) (WALBAUM,1792)	- Savelha Sardinha
CYPRINIDAE	<i>Carassius carassius</i>	(LINNAEUS,1758)	Pimpão comum
ENGRAULIDAE	<i>Engraulis encrasicolus</i>	(LINNAEUS,1758)	Biqueirão
GOBIIDAE	<i>Aphia minuta</i> <i>Gobius niger</i> <i>Pomatoschistus microps</i> <i>Pomatoschistus minutus</i>	(RISSO,1810) LINNAEUS, 1758 (KROYER,1838) (PALLAS,1811)	Caboz-transparente Caboz-negro Caboz-da-areia Caboz-da-areia
LABRIDAE	<i>Symphodus bailloni</i> <i>Symphodus melops</i>	(VALENCIENNES, 1839) (LINNAEUS,1758)	Bodião -
MORONIDAE	<i>Dicentrarchus labrax</i> <i>Dicentrarchus punctatus</i>	(LINNAEUS,1758) (BLOCH, 1792)	Robalo legítimo Robalo-baila
MUGILIDAE	<i>Chelon labrosus</i> <i>Liza aurata</i> <i>Liza ramada</i> <i>Liza saliens</i> <i>Mugil cephalus</i> <i>Oedalechilus labeo</i>	(RISSO,1826) (RISSO, 1810) (RISSO, 1826) (RISSO, 1810) LINNAEUS, 1758 (CUVIER, 1829)	Tainha-liça Tainha- garrento Tainha-fataça Tainha-de-salto Tainha-olhalvo Tainha-sabão
MULLIDAE	<i>Mullus surmuletus</i>	LINNAEUS, 1758	Salmonete legítimo
PLEURONECTIDAE	<i>Platichthys flesus</i>	(LINNAEUS, 1758)	Solha-das-pedras
SCOPHTHALMIDAE	<i>Scophthalmus rhombus</i>	(LINNAEUS, 1758)	Rodovalho
SOLEIDAE	<i>Solea lascaris</i> <i>Solea senegalensis</i> <i>Solea vulgaris</i>	(RISSO, 1810) KAUP, 1858 (QUENSEL, 1816)	Linguado-da-areia Linguado-branco Linguado legítimo
SPARIDAE	<i>Diplodus annularis</i> <i>Diplodus sargus</i> <i>Diplodus vulgaris</i> <i>Sparus aurata</i> <i>Spondyliosoma cantharus</i>	(LINNAEUS, 1758) (LINNAEUS, 1758) E. GEOFFROY SAINT-HILAIRE, 1817 LINNAEUS, 1758 (LINNAEUS, 1758)	Sargo-alcorraz Sargo-legítimo Sargo-safia Dourada Choupa
SYNGNATHIDAE	<i>Syngnathus abaster</i> <i>Syngnathus acus</i> <i>Syngnathus typhle</i>	RISSO, 1826 LINNAEUS, 1758 LINNAEUS, 1758	Cavalo-marinho Marinha-comum Marinha-focinho-grosso
TRACHINIDAE	<i>Echiichthys vipera</i>	CUVIER, 1829	Peixe-aranha
TRIGLIDAE	<i>Trigla lucerna</i>	LINNAEUS, 1758	Ruivo

Tabela 4- Espécies mais abundantes, em termos de densidade e de biomassa totais observadas no presente estudo. As espécies assinaladas com asterisco estiveram presentes em todas as estações e meses de amostragem. Os valores de 1 a 6, assinalados entre parentesis, definem a ordem decrescente da densidade e biomassa totais das respectivas espécies.

Espécies	Densidade (exemplares)	Biomassa (g)
<i>Atherina boyeri</i> (*)	837 (4)	2.306,7
<i>Atherina presbyter</i> (*)	833 (5)	4.986,6
<i>Chelon labrosus</i> (*)	455	8.824,5 (5)
<i>Dicentrarchus labrax</i> (*)	872 (3)	12.613,6 (2)
<i>Liza aurata</i> (*)	2.906 (2)	30.857,8 (1)
<i>Mugil cephalus</i>	228	11.090,4 (4)
<i>Pomatochistus microps</i> ( *)	413	190,4
<i>Sardina pilchardus</i>	4.644 (1)	11.736,8 (3)
<i>Symphodus bailloni</i>	738 (6)	6.819,7 (6)
TOTAIS	14.598	113.195,0

A distribuição espaço-temporal da abundância de todas as espécies, em termos de densidade e de biomassa, está representada nas tabelas 5 e 6 respectivamente.

A densidade de *Atherina boyeri* foi mais elevada nos extremos da laguna (CAR e VAG). Ao longo do tempo apresentou valores mais elevados nos meses de Outono e Inverno (450 exemplares), atingindo um decréscimo em Agosto, quando foram capturados apenas 18 exemplares.

A espécie *Atherina presbyter* foi mais abundante nas regiões junto à embocadura, com valores acima dos 100 exemplares (BAR, GAF e SJA). Ao longo do tempo registaram-se sempre valores elevados (entre 33, em Junho, e 110, em Março).

Tabela 5- Distribuição da densidade, em número de exemplares, das espécies nas nove estações, durante o período de amostragem.

Espécies	Total	Estações									Meses											
		BAR	SJA	GAF	RIO	TOR	LAR	VAG	ARE	CAR	Dez	Jan	Fev	Mar	Abr	Mai	Jun	Jul	Ago	Set	Out	Nov
<i>Alosa alosa</i>	17	0	1	1	9	1	3	1	1	0	3	1	1	0	2	1	0	0	0	2	6	1
<i>Alosa falax</i>	40	13	8	5	1	0	11	1	1	0	3	5	4	1	3	4	10	5	1	2	1	1
<i>Anguilla anguilla</i>	287	2	0	1	1	10	0	4	199	70	4	0	1	8	3	10	26	188	33	1	10	3
<i>Aphia minuta</i>	2	0	0	0	0	0	0	0	0	2	0	0	2	0	0	0	0	0	0	0	0	0
<i>Atherina boyeri</i>	837	21	95	103	17	100	25	146	66	264	73	89	64	90	73	36	46	63	18	61	100	124
<i>Atherina presbyter</i>	833	150	131	232	19	141	47	64	5	44	41	33	44	110	69	103	86	44	45	91	73	94
<i>Belone belone</i>	9	9	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	8	1	0	0	0	0	0	0	0
<i>Blennius gattorugine</i>	1	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0
<i>Callionymus lyra</i>	6	0	5	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	2	1	3	0
<i>Caranx crysos</i>	1	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0
<i>Carassius carassius</i>	1	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0
<i>Chelon labrosus</i>	455	6	8	32	49	25	49	65	128	93	11	25	114	103	45	55	30	14	18	5	3	32
<i>Dicentrarchus labrax</i>	872	40	7	163	37	72	200	190	16	147	61	19	8	129	238	111	47	82	31	128	10	8
<i>Dicentrarchus punctatus</i>	11	0	0	0	11	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	11	0	0	0	0	0
<i>Diplodus annularis</i>	15	1	0	3	0	5	0	0	0	6	0	3	0	6	2	3	1	0	0	0	0	0
<i>Diplodus sargus</i>	59	17	0	13	0	29	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	27	27	2	2	0
<i>Diplodus vulgaris</i>	11	2	0	6	0	2	1	0	0	0	0	0	0	0	0	5	0	3	0	3	0	0
<i>Echiichthys vipera</i>	22	1	18	0	0	3	0	0	0	0	3	2	2	3	1	3	2	3	3	0	0	0
<i>Engraulis encrasicolus</i>	9	0	0	0	0	0	0	3	6	0	0	0	0	0	0	0	0	1	1	7	0	0
<i>Gobius niger</i>	197	10	0	18	0	166	2	0	0	1	17	11	2	0	23	17	14	20	10	16	61	6
<i>Liza aurata</i>	2906	153	33	186	214	836	202	459	570	253	206	88	50	161	536	311	247	385	196	191	136	399
<i>Liza ramada</i>	247	3	0	18	12	72	12	37	46	47	95	31	0	18	5	6	16	15	16	2	3	40
<i>Liza saliens</i>	667	7	0	10	30	81	38	105	92	304	243	9	9	136	12	7	59	40	9	45	31	67
<i>Mugil cephalus</i>	228	3	0	1	4	15	4	7	90	104	67	6	65	54	20	4	6	0	1	4	0	1
<i>Mullus surmuletus</i>	59	47	0	9	0	3	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	7	18	5	29	0	0
<i>Oedalechilus labeo</i>	61	0	0	0	0	7	8	0	18	28	61	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
<i>Platichthys flesus</i>	16	0	0	1	1	2	0	0	12	0	1	0	0	0	0	8	0	0	1	2	0	4
<i>Pomatoschistus microps</i>	413	36	3	20	6	27	4	172	87	58	1	3	21	19	7	7	22	72	36	36	60	129
<i>Pomatoschistus minutus</i>	28	0	1	2	0	1	1	2	21	0	24	2	0	0	0	0	0	2	0	0	0	0
<i>Sardina pilchardus</i>	4644	2365	262	488	13	1270	245	1	0	0	0	1	0	1	2	1728	999	808	37	639	429	0
<i>Scophthalmus rhombus</i>	2	1	0	0	0	1	0	0	0	0	0	1	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0
<i>Solea lascaris</i>	12	0	0	0	0	9	0	0	3	0	1	0	0	0	0	3	2	4	2	0	0	0
<i>Solea senegalensis</i>	1	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0
<i>Solea vulgaris</i>	5	0	0	1	1	1	1	0	0	1	0	1	0	0	0	0	1	1	1	1	1	0
<i>Sparus aurata</i>	36	3	0	2	2	1	1	2	2	23	0	0	0	0	13	13	2	1	2	4	1	0
<i>Spondyliosoma cantharus</i>	56	29	10	1	0	11	4	0	1	0	0	0	0	0	0	0	4	0	5	42	5	0
<i>Symphodus bailloni</i>	738	26	1	11	0	697	2	0	1	0	0	0	0	0	0	11	46	80	189	397	15	0
<i>Symphodus melops</i>	44	0	0	5	0	38	0	0	0	1	11	10	3	3	8	9	0	0	0	0	0	0
<i>Syngnathus abaster</i>	16	0	0	0	0	0	0	0	9	7	0	0	0	0	0	2	0	5	0	1	0	8
<i>Syngnathus acus</i>	662	2	2	0	2	19	5	20	333	279	31	11	40	60	40	87	97	171	43	18	23	41
<i>Syngnathus typhle</i>	38	0	2	1	0	0	1	2	5	27	1	0	0	0	0	0	11	15	1	3	3	4
<i>Trachurus trachurus</i>	17	6	0	1	0	0	0	0	1	9	0	0	8	0	0	0	0	1	0	7	1	0
<i>Trigla lucerna</i>	17	3	0	0	0	14	0	0	0	0	0	0	1	0	3	13	0	0	0	0	0	0
Densidade total	14586	2958	587	1336	429	3659	866	1281	1714	1768	958	351	439	902	1113	2542	1742	2007	636	1481	1439	988
Número de espécies	43	28	16	29	18	30	22	18	25	21	21	20	18	16	21	24	24	25	28	26	25	22

Tabela 6a)- Distribuição da biomassa (em gramas) das espécies, nas nove estações.

Espécies	Total	Estações								
		BAR	SJA	GAF	RIO	TOR	LAR	VAG	ARE	CAR
<i>Alosa alosa</i>	201	0	8	52	96	8	16	16	4	0
<i>Alosa falax</i>	1094	464	68	252	21	0	271	10	7	0
<i>Anguilla anguilla</i>	2526	47	0	6	78	412	0	49	1318	616
<i>Aphia minuta</i>	1	0	0	0	0	0	0	0	0	1
<i>Atherina boyeri</i>	2307	138	506	490	33	152	99	324	163	402
<i>Atherina presbyter</i>	4987	1110	966	1575	117	591	261	268	20	79
<i>Belone belone</i>	10	10	0	0	0	0	0	0	0	0
<i>Blennius gattorugine</i>	5	5	0	0	0	0	0	0	0	0
<i>Callionymus lyra</i>	243	0	208	35	0	0	0	0	0	0
<i>Caranx crysos</i>	538	538	0	0	0	0	0	0	0	0
<i>Carassius carassius</i>	2	0	0	0	0	0	0	0	2	0
<i>Chelon labrosus</i>	8824	341	762	765	879	700	969	1725	1374	1308
<i>Dicentrarchus labrax</i>	12614	1475	167	1872	391	2027	3221	1277	268	1916
<i>Dicentrarchus punctatus</i>	66	0	0	0	66	0	0	0	0	0
<i>Diplodus annularis</i>	113	36	0	30	0	35	0	0	0	13
<i>Diplodus sargus</i>	385	187	0	106	0	91	0	0	0	0
<i>Diplodus vulgaris</i>	217	35	0	130	0	15	38	0	0	0
<i>Echiichthys vipera</i>	256	8	218	0	0	30	0	0	0	0
<i>Engraulis encrasicolus</i>	24	0	0	0	0	0	0	16	8	0
<i>Gobius niger</i>	2254	108	0	235	0	1888	22	0	0	1
<i>Liza aurata</i>	30858	2257	973	4403	3334	5026	2456	5849	5824	735
<i>Liza ramada</i>	2821	1	0	365	281	472	222	495	578	406
<i>Liza saliens</i>	6180	4	0	168	504	230	605	1510	1039	2119
<i>Mugil cephalus</i>	11090	1	0	15	34	1455	170	99	1237	8079
<i>Mullus surmuletus</i>	2503	2401	0	96	0	6	0	0	0	0
<i>Oedalechilus labeo</i>	253	0	0	0	0	41	65	0	141	7
<i>Platichthys flesus</i>	283	0	0	2	17	93	0	0	171	0
<i>Pomatoschistus microps</i>	190	27	1	9	2	27	1	66	39	18
<i>Pomatoschistus minutus</i>	16	0	1	1	0	3	0	1	9	0
<i>Sardina pilchardus</i>	11737	6947	423	1407	15	2494	450	1	0	0
<i>Scophthalmus rhombus</i>	294	250	0	0	0	44	0	0	0	0
<i>Solea lascaris</i>	248	0	0	0	0	192	0	0	56	0
<i>Solea senegalensis</i>	13	0	0	13	0	0	0	0	0	0
<i>Solea vulgaris</i>	80	0	0	5	20	18	12	0	0	24
<i>Sparus aurata</i>	830	269	0	282	156	15	40	3	3	62
<i>Spondylionoma cantharus</i>	843	506	200	5	0	57	67	0	8	0
<i>Symphodus bailloni</i>	6820	281	33	249	0	6219	32	0	6	0
<i>Symphodus melops</i>	667	0	0	109	0	522	0	0	0	36
<i>Syngnathus abaster</i>	5	0	0	0	0	0	0	0	1	3
<i>Syngnathus acus</i>	428	14	2	0	1	112	12	27	153	107
<i>Syngnathus typhle</i>	45	0	3	3	0	0	3	3	3	31
<i>Trachurus trachurus</i>	145	29	0	4	0	0	0	0	6	107
<i>Trigla lucerna</i>	182	32	0	0	0	150	0	0	0	0
Biomassa total	113195	17522	4540	12684	6046	23125	9033	11738	12436	16070
Nº de espécies	43	28	16	29	18	30	22	18	25	21

Tabela 6b)- Distribuição da biomassa (em gramas) das espécies, nos meses de amostragem.

Espécies	Total	Meses											
		Dez	Jan	Fev	Mar	Abr	Mai	Jun	Jul	Ago	Set	Out	Nov
<i>Alosa alosa</i>	201	15	4	8	0	23	52	0	0	0	37	52	9
<i>Alosa falax</i>	1094	32	41	27	31	48	100	232	279	5	110	186	3
<i>Anguilla anguilla</i>	2526	113	0	78	73	500	175	384	926	122	5	98	51
<i>Aphia minuta</i>	1	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0
<i>Atherina boyeri</i>	2307	209	240	167	184	112	180	129	158	28	163	431	306
<i>Atherina presbyter</i>	4987	237	236	232	713	154	849	333	277	279	568	528	579
<i>Belone belone</i>	10	0	0	0	0	5	4	0	0	0	0	0	0
<i>Blennius gattorugine</i>	5	0	0	0	0	0	0	0	0	5	0	0	0
<i>Callionymus lyra</i>	243	0	0	0	0	0	0	0	0	0	76	57	110
<i>Caranx crysos</i>	538	0	0	0	0	0	0	0	0	538	0	0	0
<i>Carassius carassius</i>	2	0	0	0	0	0	0	2	0	0	0	0	0
<i>Chelon labrosus</i>	8824	86	556	933	2288	153	768	1078	299	875	392	246	1152
<i>Dicentrarchus labrax</i>	12614	1149	337	116	2190	541	2094	907	1090	738	2672	320	459
<i>Dicentrarchus punctatus</i>	66	0	0	0	0	0	0	0	66	0	0	0	0
<i>Diplodus annularis</i>	113	0	8	0	13	27	38	27	0	0	0	0	0
<i>Diplodus sargus</i>	385	0	0	0	0	0	0	0	6	90	234	18	36
<i>Diplodus vulgaris</i>	217	0	0	0	0	0	0	25	0	52	0	140	0
<i>Echiichthys vipera</i>	256	30	18	17	20	18	26	12	37	78	0	0	0
<i>Engraulis encrasicolus</i>	24	0	0	0	0	0	0	0	0	5	2	17	0
<i>Gobius niger</i>	2254	277	203	18	0	96	291	227	244	160	187	475	77
<i>Liza aurata</i>	30858	2229	1974	1153	1994	1739	2812	3555	3537	2294	2254	1747	5569
<i>Liza ramada</i>	2821	792	775	0	8	182	77	394	208	225	36	1	121
<i>Liza saliens</i>	6180	2125	63	13	74	49	78	1206	492	129	712	171	1069
<i>Mugil cephalus</i>	11090	315	1106	822	63	1322	1983	1476	0	884	2686	0	433
<i>Mullus surmuletus</i>	2503	0	0	0	0	0	0	0	22	75	130	2276	0
<i>Oedalechilus labeo</i>	253	253	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
<i>Platichthys flesus</i>	283	88	0	0	0	0	30	0	0	40	34	0	92
<i>Pomatoschistus microps</i>	190	1	7	11	31	4	7	6	19	11	14	16	63
<i>Pomatoschistus minutus</i>	16	14	1	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0
<i>Sardina pilchardus</i>	11737	0	2	0	6	3	2061	1717	2478	189	2894	2388	0
<i>Scophthalmus rhombus</i>	294	0	250	0	0	0	0	44	0	0	0	0	0
<i>Solea lascaris</i>	248	31	0	0	0	0	21	30	117	49	0	0	0
<i>Solea senegalensis</i>	13	0	0	0	0	0	0	13	0	0	0	0	0
<i>Solea vulgaris</i>	80	0	5	0	0	0	0	0	12	18	24	20	0
<i>Sparus aurata</i>	830	0	0	0	0	4	202	28	28	68	305	196	0
<i>Spondylisoma cantharus</i>	843	0	0	0	0	0	0	0	4	0	100	639	100
<i>Symphodus bailloni</i>	6820	0	0	0	0	0	0	137	150	305	1529	4334	364
<i>Symphodus melops</i>	667	147	143	51	42	101	184	0	0	0	0	0	0
<i>Syngnathus abaster</i>	5	0	0	0	0	0	2	0	1	0	0	0	1
<i>Syngnathus acus</i>	428	25	24	10	59	6	89	44	65	28	36	28	13
<i>Syngnathus typhle</i>	45	3	0	0	0	0	0	14	15	0	6	5	3
<i>Trachurus trachurus</i>	145	0	0	99	0	0	0	0	0	9	0	29	8
<i>Trigla lucerna</i>	182	0	0	3	0	5	174	0	0	0	0	0	0
Biomassa total	113195	8171	5992	3758	7790	5093	12299	12018	10531	7298	15207	14418	10619
Nº de espécies	43	21	20	18	16	21	24	24	25	28	26	25	22

Os Mugilídeos mais abundantes, *Liza aurata* e *Chelon labrosus* concentraram-se nas estações ARE e TOR e nas estações de poluição mais acentuada (LAR, RIO). A espécie *Liza aurata* apresentou maior abundância nos meses de Primavera/Verão (entre 161 e 536 exemplares), enquanto que *Chelon labrosus* foi mais abundante em Fevereiro e Março (com 114 e 103 exemplares, respectivamente).

*Dicentrarchus labrax* atingiu maior abundância nas estações CAR, GAF, LAR e VAG (entre 147 e 200 exemplares) e nos meses de Primavera/Verão, atingindo o seu máximo em Abril, com 238 exemplares capturados.

A espécie *Pomatoschistus microps*, apesar de apresentar menor abundância e biomassa, relativamente às outras cinco espécies, também foi encontrada em toda a área lagunar e em todo o período de amostragem. Foi mais abundante nas estações ARE e VAG (com 87 e 172 exemplares, respectivamente) e em Novembro, com 129 exemplares capturados. Os meses de menor abundância foram Dezembro, Janeiro, Abril e Maio.

*Sardina pilchardus* foi a espécie mais abundante e, logo após as espécies *Liza aurata* e *Dicentrarchus labrax*, a que apresentou maior biomassa; destacando maior abundância, nas estações junto à embocadura (BAR, SJA e GAF) e nos meses Maio, Junho e Julho. Nas estações ARE e CAR e nos meses de Dezembro a Abril não se registaram quaisquer ocorrências, ou então houve, no máximo 2 exemplares.

*Symphodus bailloni*, uma das espécies mais abundantes, em termos de densidade e biomassa, ocorreu com maior relevância na estação TOR (com 697 exemplares) e em Agosto e Setembro (com 189 e 397 exemplares, respectivamente).

A figura 19 evidencia a distribuição da ictiofauna ao longo das estações e dos meses de amostragem, no que respeita ao número de espécies, densidade e biomassa.

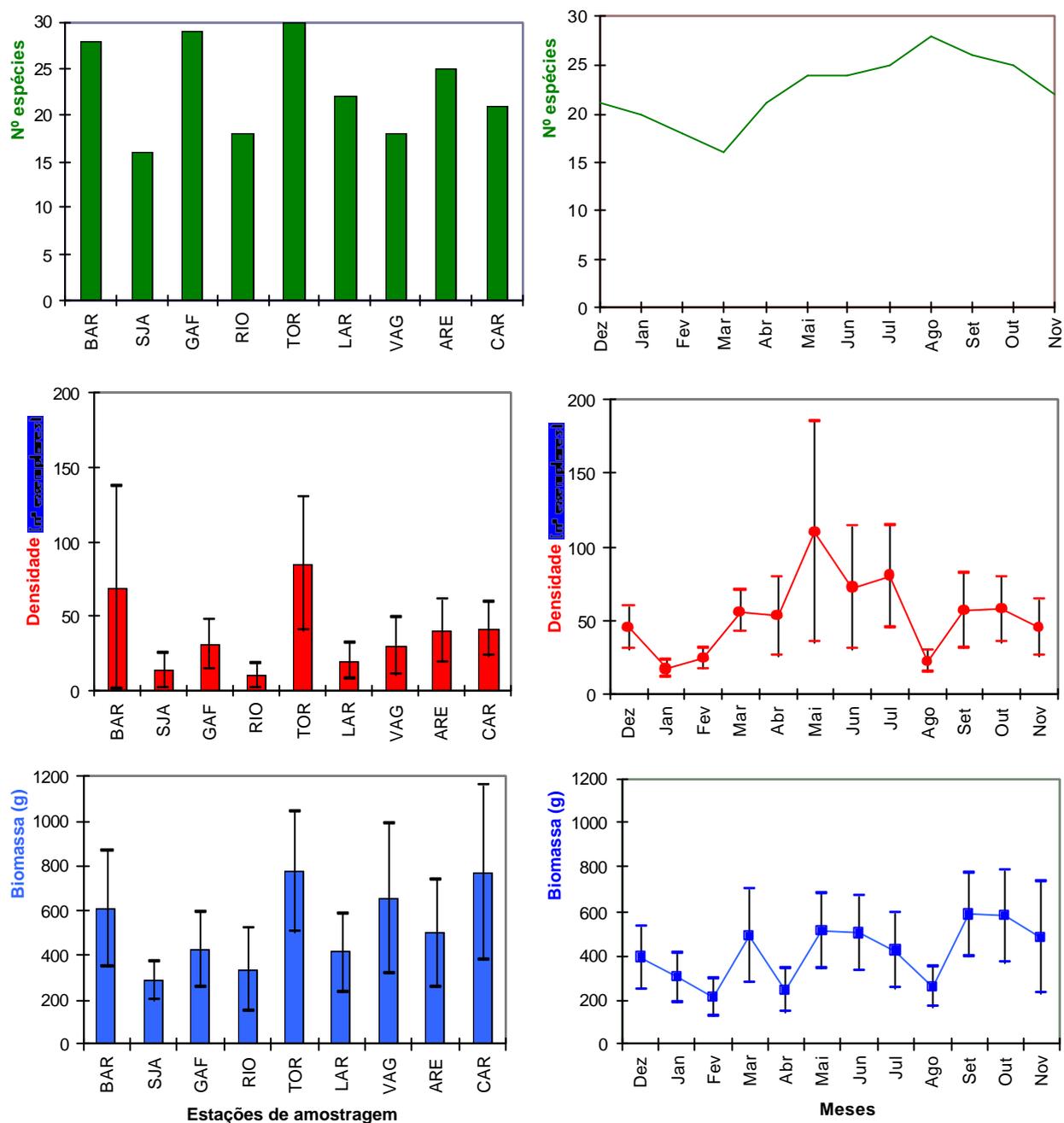


Fig. 19 - Número total de espécies e valores médios de densidade (em número de exemplares) e biomassa (em gramas) ( $\pm$  erro padrão da média) da ictiofauna da Ria de Aveiro, ao longo das estações e dos meses de amostragem.

As estações de amostragem mais ricas em espécies foram TOR, GAF e BAR onde foram capturadas, respectivamente, 30, 29 e 28 espécies. As estações que registaram menor número de espécies foram SJA (com 16), RIO e VAG (ambas com 18).

A densidade e a biomassa médias variaram de forma semelhante na maioria das estações de amostragem. Assim, a estação TOR apresentou densidade e biomassa médias mais elevadas, devido à captura abundante de *Symphodus bailloni*, *Liza aurata*, *Sardina pilchardus* e *Dicentrarchus labrax*. Esta estação contribuiu com uma totalidade de 3659 exemplares, que correspondem a uma biomassa total de 23,1 Kg (cerca de 25% da densidade e 20,4% da biomassa totais). A estação BAR foi a segunda estação com densidade média superior e apresentou grandes variações sazonais devido à captura de 2365 exemplares de *Sardina pilchardus* que colonizou a laguna entre Maio e Outubro. Na estação CAR foi registada a segunda biomassa média mais elevada, capturaram-se os exemplares maiores e mais pesados (com mais de 1,5 Kg) de *Mugil cephalus*, relativamente a todo o trabalho de amostragem. A estação VAG, sendo a terceira em que foi registado um valor mais elevado de biomassa média, contribuiu com uma totalidade de 11,7 kg, dos quais cerca de metade corresponderam a exemplares de *Liza aurata*.

Na estação RIO foi registado o valor mais baixo de densidade de espécies (429 exemplares, a maioria de *Liza aurata*). A estação SJA registou uma contribuição reduzida para a biomassa total, devido à maioria dos exemplares capturados se tratarem de indivíduos pequenos e de reduzida biomassa, *Sardina pilchardus* e *Atherina presbyter*.

Ao longo do tempo o número de espécies variou consideravelmente. De Dezembro a Março, o número de espécies diminuiu de 21 para 16. Do início da Primavera até ao pico do Verão, o número de espécies aumentou de 21, em Abril, para 28, em Agosto, a partir do qual houve novamente um decréscimo até Novembro, quando foram capturadas 22 espécies ictiofaunísticas.

A densidade e biomassa média diminuíram nos meses de Inverno, em que os exemplares capturados pertencem fundamentalmente à família Mugilidae e Atherinidae. A densidade média começou a aumentar de Fevereiro até Maio, quando atingiu um valor máximo acima dos 100 indivíduos. Em Maio, registou-se uma grande amplitude de densidade de peixes, a qual se deveu à captura de mais de 1700

exemplares de *Sardina pilchardus*, que colonizou apenas as estações junto da embocadura da laguna (BAR, SJA, TOR e GAF).

A biomassa sofreu um decréscimo de Março para Abril, devido essencialmente à diminuição de capturas de exemplares de *Atherina presbyter*, *Chelon labrosus* e *Dicentrarchus labrax*. De Junho para Julho, a densidade média aumentou ligeiramente, o que se deveu às elevadas capturas das espécies *Anguilla anguilla*, *Dicentrarchus labrax*, *Liza aurata* e *Syngnathus acus*. Em Agosto, verificou-se uma diminuição acentuada tanto da densidade como da biomassa médias. As espécies responsáveis por este decréscimo registado em Agosto foram *Anguilla anguilla*, *Sardina pilchardus* e *Syngnathus acus*. De Setembro a Novembro o número de exemplares capturados começou, de uma forma geral, a diminuir reflectindo-se no decréscimo dos valores médios da densidade e da biomassa.

A representação gráfica da percentagem acumulada do número de espécies, densidade e biomassa (fig. 20) permite obter em declive, a diferença da variação contínua ao longo das estações de amostragem (desde as regiões mais próximas da embocadura até às regiões mais extremas) e ao longo dos meses de amostragem.

Desde a estação mais próxima da embocadura da laguna (BAR) até à estação TOR, a percentagem do número de espécies aumentou consideravelmente (desde 65% até 98%). Desde a estação TOR até às estações mais afastadas da embocadura da laguna, a frequência acumulada do número de espécies manteve-se praticamente constante (entre 98 e 100%). A densidade e a biomassa aumentaram ligeiramente desde a estação BAR até à estação RIO (desde os 20 aos 36% da totalidade), registando-se um incremento mais acentuado entre a estação RIO e a estação TOR (com 36% e 62% de abundância, respectivamente). Desde a estação TOR até aos extremos dos canais, a variação da percentagem de densidade, como de abundância manteve um aumento constante (cerca de 10%) quanto mais afastada da entrada da laguna, a estação se encontrava.

Ao longo dos meses verificou-se que o número de espécies aumentou ligeiramente desde Dezembro, com 49%, até Maio com 72% do número total de espécies. De Maio a Agosto atingiu um aumento considerável até os 98%. De

Setembro a Novembro não foi encontrada mais nenhuma espécie diferente das anteriormente capturadas.

A densidade e biomassa aumentaram ligeiramente desde Dezembro até Abril, atingindo apenas 26% da totalidade. De Abril a Agosto, estes parâmetros registaram um aumento mais acentuado, atingindo mais de 64 % da densidade e biomassa totais, continuando o seu incremento igualmente considerável até Novembro, ao atingir os 100% amostrados.

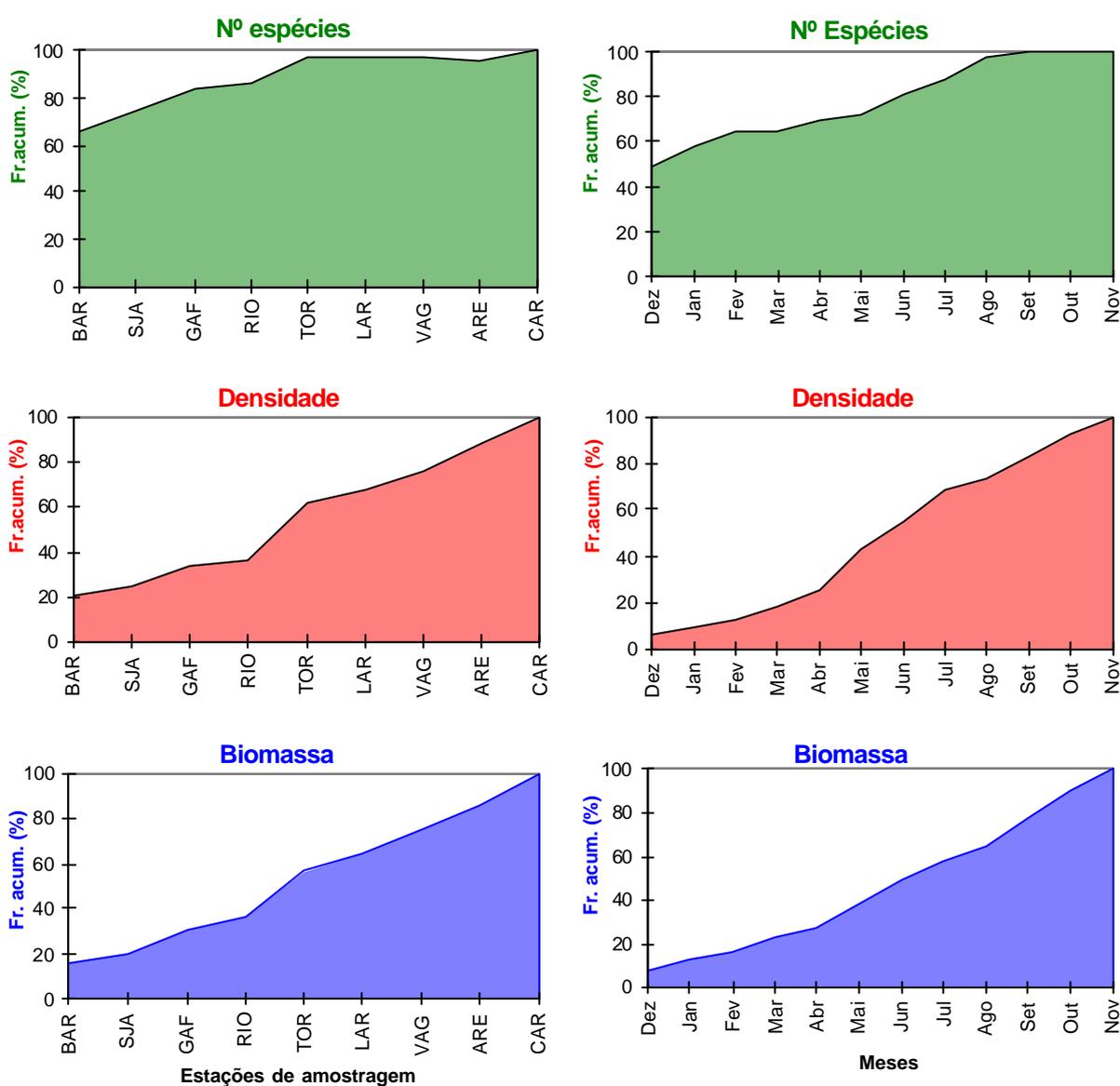


Figura 20 - Evolução espacial e temporal do número de espécies, densidade e biomassa acumulados (em %).

### 1.3. CLASSIFICAÇÃO DAS ESPÉCIES EM “GUILDS” (CATEGORIAS ECOTRÓFICAS)

“Guild” ou categoria ecotrófica consiste num grupo de espécies que exploram, de modo semelhante, o mesmo tipo de recursos ambientais (Elliott e Dewailly, 1995).

O agrupamento das espécies em “guilds” foi proposto para os peixes por McHugh (1967) e tem sido desenvolvido por muitos investigadores (Haedrich, 1983; Elliott e Taylor, 1989; Henderson, 1989; Elliott *et al.*, 1990; Elliott e Dewailly, 1995). Este tipo de agrupamento de peixes permite descrever, analisar e comparar a estrutura de comunidades, em termos de presença/ausência, densidade ou biomassa, em diferentes estuários que comportam uma grande riqueza em espécies.

Elliott e Dewailly (1995), recolheram informações em 17 estuários Europeus, nomeadamente em Portugal, Espanha, Ilhas Britânicas, França, Bélgica, Holanda, Alemanha e Noruega. Foram criadas um total de 29 categorias, de modo a poder-se descrever o uso de cada espécie encontrada em determinado estuário. Basearam-se nos seguintes parâmetros:

- a) **ecológico**, indicando o uso e a importância que um estuário representa para determinada espécie;
- b) **distribuição vertical**, lugar ocupado por uma espécie ao longo da coluna de água;
- c) **tipo de reprodução**, com referência ao tipo de ovos;
- d) **tipo de substrato**, indicando a preferência de substrato para as espécies bênticas ou demersais;
- e) **tipo de alimento**, referindo a preferência alimentar de cada espécie.

Seguindo estes parâmetros, Elliott *et al* (1995) constituíram 5 agrupamentos principais, os quais se dividem nas seguintes categorias ou “guilds”:

## I - ECOLOGIA

- ER- espécies **residentes estuarinas** ou sedentárias, que residem e completam todo o seu ciclo de vida no estuário;
- MA- espécies **marinhas visitantes adventícias** ou marinhas ocasionais, que ocorrem irregularmente no estuário e que apresentam requisitos estuarinos aparentes;
- MJ- espécies **marinhas juvenis** dependentes do meio lagunar, que permanecem no estuário na fase juvenil, sendo rara a sua ocorrência na fase adulta;
- MS- espécies **marinhas migradoras sazonais**, que fazem visitas regulares ao estuário, normalmente na fase adulta;
- DO- espécies **dulçaquícolas ocasionais** ou adventícias, que ocasionalmente entram em águas salobras, mas que não apresentam requisitos estuarinos aparentes;
- CA- espécies **migradoras diádromas** (catádromas ou anádromas), que utilizam o estuário de passagem entre águas marinhas e doces, para postura ou para se alimentar.

## II- HABITAT - DISTRIBUIÇÃO VERTICAL

Este agrupamento fornece informação sobre o grau de dependência dos peixes em relação ao fundo do substrato. Foram consideradas os seguintes “guilds”:

- P- **pelágicos**, vivem na coluna de água, aparentemente sem qualquer relação de dependência do substrato;
- D- **demersais**, vivem na água junto ao fundo;
- B- **bênticos**, vivem sobre ou no interior do substrato.

### III- REPRODUÇÃO

Existem principalmente 3 tipos de reprodução:

V- **vivípara**, o embrião é retido no corpo da progenitora e é alimentado por ela;

W- **ovovivípara**, o embrião é retido numa bolsa especial, utilizando o vitelo como nutriente;

O- **ovípara**, o embrião desenvolve-se a partir das reservas vitelinas e fora do organismo materno;

Na maioria dos peixes a reprodução é ovípara, por isso esta categoria foi subdividida em:

Op- espécies que produzem **ovos pelágicos**;

Ob- espécies que produzem **ovos bênticos**, depositados no fundo;

Og- os ovos são **guardados** por um ou por ambos os progenitores;

Os- os ovos são protegidos por um **saco** ou invólucro;

Ov- os ovos são depositados na **vegetação**.

### IV- SUBSTRATO

Este agrupamento é usado apenas para os peixes bênticos e demersais, de acordo com a preferência destas espécies pelos diferentes tipos de substrato:

A- fundo **arenoso**, para espécies que vivem só na areia;

L- fundo **lodoso** e/ou pedregoso, onde predominam os fundos de grão fino;

R- fundo **rochoso**, para as espécies que vivem em pedras ou rochas;

M- fundo **misto** ou variado, para as espécies que vivem indiscriminadamente em qualquer tipo de fundo;

V- para as espécies que vivem por cima ou entre a **vegetação**, em qualquer tipo de fundo.

## V- ALIMENTO

Este agrupamento baseia-se nas preferências alimentares de cada espécie:

P- peixes que se alimentam exclusivamente de **plâncton**;

I - peixes que se alimentam de **invertebrados** como, entre outros, moluscos, crustáceos ou insectos;

I+- peixes que se alimentam essencialmente de **invertebrados** em combinação com outro tipo de alimento, que não plâncton;

P+- peixes que se alimentam preferencialmente de **plâncton** em combinação com outro tipo de alimento, que não invertebrados;

IP- peixes que têm uma alimentação à base de **invertebrados e plâncton** conjuntamente, mas que podem também, em combinação, ingerir outro tipo de alimento;

O- peixes **omnívoros**.

As espécies capturadas na Ria de Aveiro, durante o presente trabalho, foram agrupadas nas categorias acima referidas, como evidencia a tabela 9.

A importância relativa dos diferentes agrupamentos, de cada categoria em número de espécies, densidade e biomassa está representada na figura 21. A variação espaço-temporal das percentagens do número de espécies, densidade e biomassa, de cada categoria nos vários grupos ecotróficos, está representada nas figuras 22, 23 e 24, respectivamente.

Apesar de se ter registado apenas a presença de cinco espécies marinhas sazonais (MS), a sua abundância foi mais elevada em densidade (54%) do que em biomassa (46%), o que se deveu à captura de uma grande quantidade (4644 exemplares) de *Sardina pilchardus*, com um peso de 11,7 kg. Esta categoria ecológica apresentou uma percentagem elevada em todas as estações de amostragem, correspondendo a mais de 80% de densidade total verificada na estação BAR, e foi mais numerosa entre Abril e Julho, correspondendo à época de recrutamento à laguna da espécie em cima referida, *Sardina pilchardus*.

Tabela 9- Agrupamento das 43 espécies de peixes capturadas na Ria de Aveiro, nas diferentes categorias (ecologia, habitat, reprodução, substrato e alimento), segundo Elliott *et al.*, 1995. (n.d.- não determinado).

Espécies	Ecologia	Habitat	Reprodução	Substrato	Alimento
<i>Alosa alosa</i>	CA	P	Ob	–	P
<i>Alosa falax</i>	CA	P	Ob	–	P+
<i>Anguilla anguilla</i>	CA	B	Op	L	I+
<i>Aphia minuta</i>	ER	P	Os	–	P
<i>Atherina boyeri</i>	ER	P	Ov	–	IP
<i>Atherina presbyter</i>	MJ	P	Ov	–	I+
<i>Belone belone</i>	MS	P	Ov	–	I+
<i>Blennius gattorugine</i>	MA	B	Og	V	I+
<i>Callionymus lyra</i>	MA	B	Op	L	I
<i>Caranx crysos</i>	MA	D	Op	A	I+
<i>Carassius carassius</i>	DO	P	Ov	–	O
<i>Chelon labrosus</i>	MS	D	Op	V	I+
<i>Dicentrarchus labrax</i>	MJ	D	Op	M	I+
<i>Dicentrarchus punctatus</i>	MJ	D	Op	M	I+
<i>Diplodus annularis</i>	MJ	D	Ob	V	I
<i>Diplodus sargus</i>	MJ	D	Ob	V	O
<i>Diplodus vulgaris</i>	MJ	D	Ob	V	I
<i>Echiichthys vipera</i>	MA	B	Op	L	I+
<i>Engraulis encrasicolus</i>	MS	P	Op	–	P
<i>Gobius niger</i>	ER	B	Ob	V	I+
<i>Liza aurata</i>	MS	P	Op	–	I+
<i>Liza ramada</i>	CA	P	Op	–	I+
<i>Liza saliens</i>	CA	P	Os	–	IP
<i>Mugil cephalus</i>	ER	P	Op	–	I+
<i>Mullus surmuletus</i>	MA	B	Op	R	I
<i>Oedalechilus laqueo</i>	MA	P	n.d.	–	n.d.
<i>Platichthys flesus</i>	ER	B	Op	L	I+
<i>Pomatoschistus microps</i>	ER	B	Ob	A	I
<i>Pomatoschistus minutus</i>	ER	B	Ob	A	I
<i>Sardina pilchardus</i>	MS	P	Op	–	IP
<i>Scophthalmus rhombus</i>	MJ	B	Ob	L	I+
<i>Solea lascaris</i>	MA	D	Op	L	I
<i>Solea senegalensis</i>	MJ	D	Ob	L	I
<i>Solea vulgaris</i>	MJ	B	Op	L	I
<i>Sparus aurata</i>	MA	B	Ob	V	O
<i>Spondyliosoma cantharus</i>	MJ	B	Og	V	O
<i>Symphodus balloni</i>	MA	D	Ob	R	I+
<i>Symphodus melops</i>	ER	D	Ob	V	I
<i>Syngnathus abaster</i>	ER	D	Ob	L	I
<i>Syngnathus acus</i>	ER	B	Os	M	I+
<i>Syngnathus typhle</i>	ER	D	Os	V	I+
<i>Trachurus trachurus</i>	MA	D	Op	A	I+
<i>Trigla lucerna</i>	MJ	D	Ob	L	I+

As 11 espécies residentes (ER), apesar de terem apresentado uma densidade global considerável (17 %) corresponderam a uma baixa biomassa, por incluírem sobretudo espécies de dimensões reduzidas, como os gobídeos e os syngnatídeos. Estas espécies foram mais numerosas na estação CAR, em que há vegetação em abundância, habitat preferencial da maioria das espécies desta categoria (Whitehead *et al.*, 1984), e durante os meses de Inverno. A espécie *Atherina boyeri*, pela ampla distribuição e pela elevada densidade que apresentou em toda a laguna, é uma espécie digna de destaque no seio das espécies residentes.

As espécies marinhas juvenis dependentes do meio lagunar (MJ) foram menos densas do que as residentes, apresentando, no entanto, maior biomassa. Todos os exemplares colhidos nesta categoria ecológica estão incluídos na família Moronidae, Sparidae e Soleidae. Destacaram-se duas espécies, pela sua distribuição em toda a área lagunar, *Atherina presbyter* e *Dicentrarchus labrax*, e pela sua elevada densidade, contribuindo para a predominância geral desta categoria nas estações SJA, GAF e LAR, durante o mês de Março e Abril.

Ocorreram na laguna dez espécies marinhas adventícias (MA), das quais se destacou *Symphodus bailloni*, pela sua densidade considerável (738 exemplares) particularmente na estação TOR (95% da sua densidade total) e durante os meses de Julho a Outubro. As restantes espécies foram esporádicas em ocorrência espaço-temporal e densidade.

As espécies migradoras diádromas (catádromas ou anádromas) (CA) contribuíram com mais de 10% de densidade nas estações ARE e CAR, nos meses de Dezembro, Janeiro e Março, correspondendo ao período de recrutamento lagunar de *Anguilla anguilla*, *Alosa spp.* e *Liza spp.*

O grupo de espécies dulçaquícolas ocasionais (DO) foi praticamente inexpressivo, já que incluiu apenas um exemplar da espécie *Carassius carassius*.

Figura 21- Totais e percentagens do número de espécies, da densidade e da biomassa das espécies capturadas na Ria de Aveiro, em função das categorias em que se encontram incluídas.

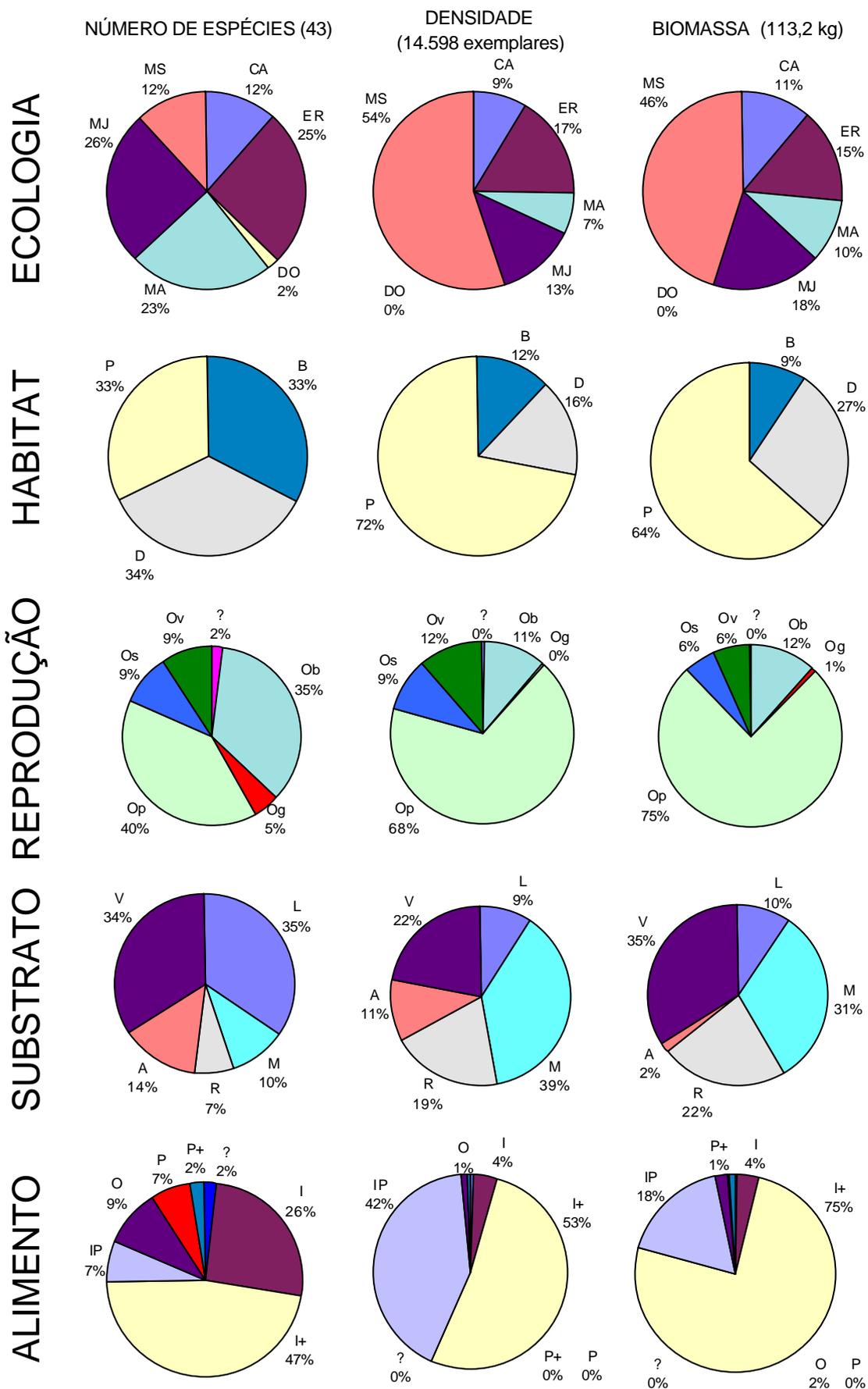


Figura 22- Variação espaço-temporal das percentagens do número de espécies incluído em cada categoria ecotrófica: ecologia, habitat, reprodução, substrato e alimento.

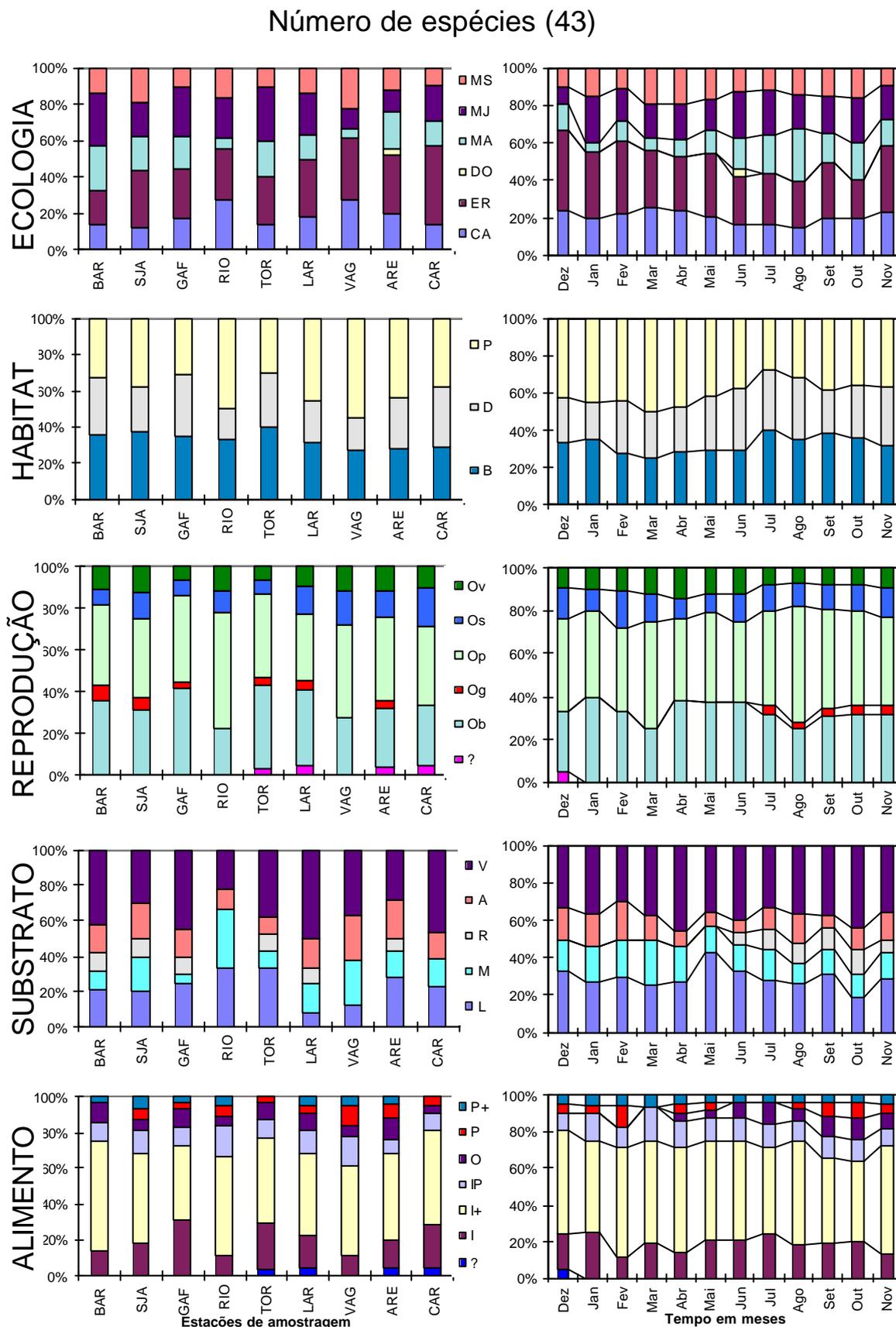


Figura 23- Variação espaço-temporal das percentagens da densidade das espécies agrupadas nas várias categorias ecotróficas: ecologia, habitat, reprodução, substrato e alimento.

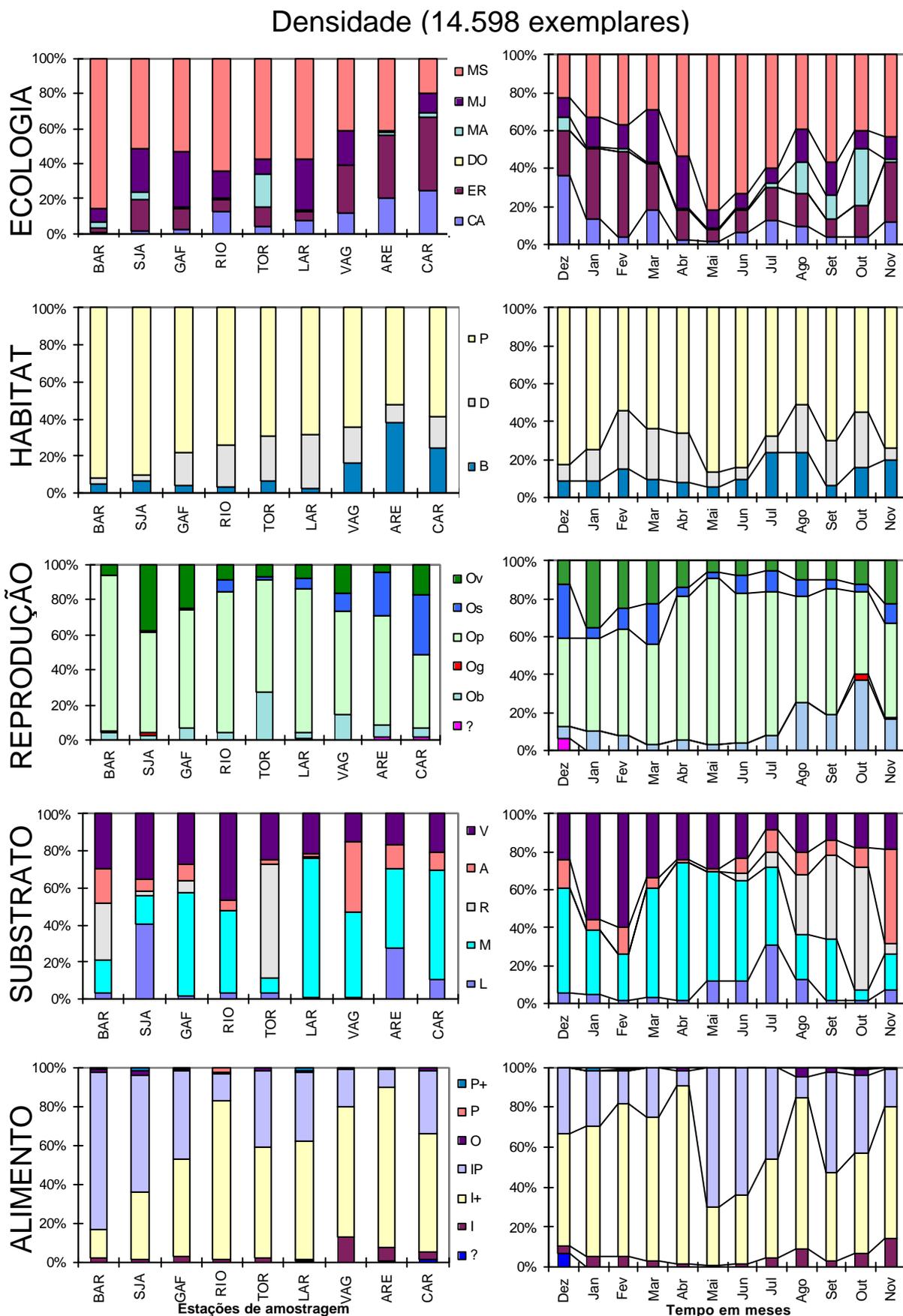
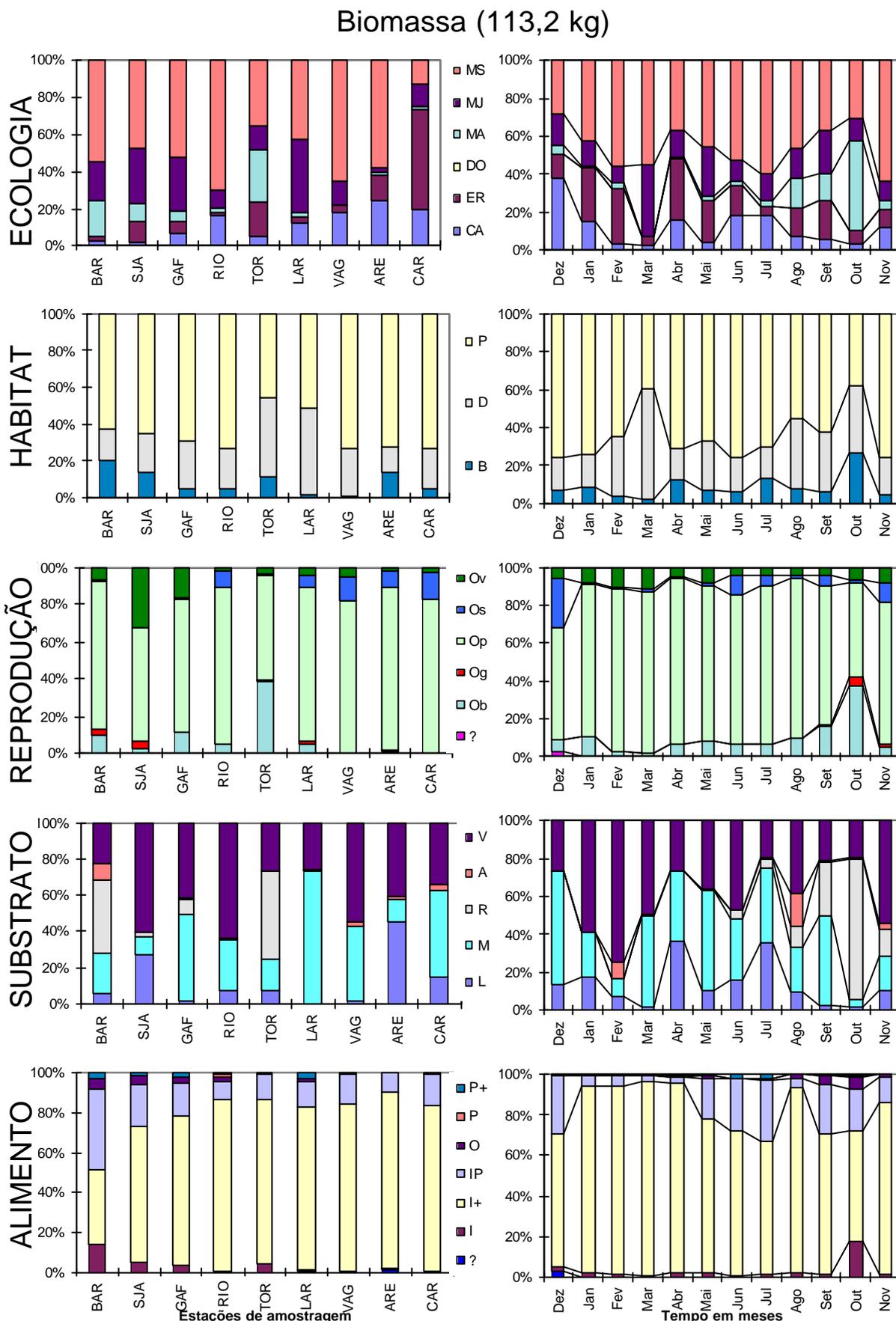


Figura.24- Variação espaço-temporal das percentagens da biomassa das espécies agrupadas nas várias categorias ecotróficas: ecologia, habitat, reprodução, substrato e alimento.



No que respeita ao habitat, as espécies pelágicas (P) predominaram em densidade (72%) e biomassa (64%), relativamente às bênticas (B) e demersais (D), embora estas três categorias apresentem um número de espécies muito semelhante (entre 14 a 15). As espécies pelágicas contribuíram com mais de 55 % em toda a área lagunar e em todo o período de amostragem, por incluírem espécies muito abundantes, onde se destacaram as famílias Mugilidae, Atherinidae e Clupeidae.

A maioria das espécies (17) produz ovos pelágicos (Op), pelo que a densidade e a biomassa de espécies, nesta categoria, apresentaram também as proporções mais elevadas (acima de 2/3) em todas as estações e meses. Apesar de 15 espécies produzirem ovos bênticos (Ob), este grupo representou uma percentagem equivalente à das restantes categorias (cerca de 10%); tratou-se de espécies pouco abundantes, com menos de 60 exemplares, à excepção de *Pomatoschistus microps* (com 413 espécimes) e *Simphodus bailloni* (com 738 espécimes). *Oedalechilus labeo* não foi incluída em nenhuma categoria estabelecida por não existirem ainda informações sobre o tipo de reprodução e de alimento.

Quanto ao substrato, apenas 3 espécies, que vivem indiscriminadamente em qualquer tipo de fundo (M) (*Dicentrarchus labrax*, *D. punctatus* e *Syngnathus acus*), constituíram o grupo mais abundante em termos de densidade (1545 exemplares), com 13,1 kg de biomassa.

As 10 espécies que vivem em substratos onde predomina a vegetação (V) foram espécies pouco densas (22% da densidade total) mas que apresentaram a maior percentagem da biomassa total (35%), das quais se salientaram os Sparídeos.

Das espécies que preferem fundos lodosos (L) foi possível destacar os pleuronectiformes (*Platichthys flesus*, *Scophthalmus rhombus* e a *Solea* spp.), *Anguilla anguilla* e *Echiichthyes vipera* que predominaram nas estações SJA e ARE, especialmente em Julho.

O grupo das espécies que vivem em pedras ou rochas (R) apresentou uma distribuição espaço-temporal idêntica à de *Symphodus bailloni*, com abundância quase exclusiva na estação TOR, entre Agosto e Outubro.

Com biomassa reduzida, mas com 11% de densidade; encontraram-se as espécies que vivem exclusivamente em fundos arenosos (A), das quais se podem destacar os *Pomatoschistus spp.*, por serem indivíduos muito pequenos e de menor biomassa.

Quase metade da totalidade de espécies (20) alimentam-se essencialmente de invertebrados em combinação com outro tipo de alimento, que não o plâncton (I+), pelo que este grupo representou a maior percentagem de densidade (53%) e de biomassa (75%). As estações de maior abundância foram RIO, ARE e VAG e registaram-se algumas oscilações entre os meses, atingindo uma abundância mais acentuada em Abril e em Agosto, que resultou do englobamento, nesta categoria (I+), de espécies com características muito diferentes, relativamente aos outros grupos ecotróficos.

As espécies que têm uma alimentação constituída essencialmente por invertebrados e plâncton (IP) (*Atherina boyeri*, *Liza saliens* e *Sardina pilchardus*) foram muito abundantes em termos de densidade (42%). A biomassa desta categoria apresentou apenas 18% da totalidade devido às reduzidas dimensões de *Sardina pilchardus*.

#### 1.4. EVOLUÇÃO DA COMUNIDADE ICTIOLÓGICA NOS ÚLTIMOS 85 ANOS

A lista das espécies inventariadas neste estudo foi comparada com as listas descritas por Osório (1912), Nobre *et al.* (1912), Arruda *et al.* (1988) e Rebelo (1993) para a Ria de Aveiro (tabela 10).

No trabalho de Osório (1912) não é explícito o período de amostragem, pelo que é tomado como referência o ano de publicação.

Arruda *et al.* (1988) referiram que o período de amostragem decorreu bimestralmente ao longo de um ano, entre 1980 e 1981.

No trabalho de Rebelo (1993), o programa de amostragem foi mensal entre Agosto de 1987 e Julho de 1988.

Entre 1912 e a actualidade foram referidas para a Ria de Aveiro 86 espécies, pertencentes a 35 famílias, de Ciclóstomos, Seláceos e Teleósteos. Nobre *et al.* (1912) referiram 52 espécies em 29 famílias; Osório (1912) encontrou 52 espécies em 27 famílias; Arruda *et al.* (1988) referiram 49 espécies em 27 famílias; Rebelo (1993) capturou 55 espécies em 27 famílias e no presente estudo foram identificadas 43 espécies, agrupadas em 21 famílias.

Verifica-se que das 86 espécies, 14 foram apenas referidas em 1912, e 23 foram identificadas desde 1980 até ao presente estudo, sendo duas destas últimas encontradas exclusivamente neste estudo: *Dicentrarchus punctatus* e *Caranx crysos* (ambas marinhas adventícias).

A riqueza em espécies da Ria de Aveiro decresceu em 9 espécies, desde as primeiras investigações sobre o tema, nesta laguna (Nobre *et al.*, 1912; Osório, 1912) até ao presente estudo, e em termos qualitativos, verificou-se uma grande variação de espécies que colonizam a laguna (tabela 10).

As espécies encontradas nos anos anteriores mas não no presente estudo foram: *Ammodytes tobianus* e *Gobius paganellus* (ambos residentes); *Cilliata mustela* (marinha sazonal), *Gasterosteus aculeatus* (diádrroma).

As espécies referidas, em comum, pelos cinco estudos (Nobre *et al.*, 1912; Osório, 1912; Arruda *et al.*, 1988; Rebelo, 1993; presente estudo) foram 20, das quais: 6 residentes, 3 marinhas adventícias, 3 marinhas dependentes do meio lagunar, 1 dulçaquícola ocasional, 4 migradoras e 3 diádromas.

Tabela 10 - Lista das espécies descritas para a Ria de Aveiro, entre 1912 e o presente estudo.

Espécies	1912 a	1912 b	1980	1987	1997	Espécies	1912 a	1912 b	1980	1987	1997
<i>Alosa alosa</i>	X	X			X	<i>Liza aurata</i>	X	X	X	X	X
<i>Alosa falax</i>	X	X	X	X	X	<i>Liza ramada</i>	X	X	X	X	X
<i>Ammodytes tobianus</i>	X	X	X	X		<i>Liza saliens</i>				X	X
<i>Anguilla anguilla</i>	X	X	X	X	X	<i>Micropterus salmoides</i>			X		
<i>Aphia minuta</i>			X	X	X	<i>Mugil cephalus</i>	X	X	X	X	X
<i>Atherina boyeri</i>				X	X	<i>Mullus surmuletus</i>	X		X		X
<i>Atherina presbyter</i>	X	X	X	X	X	<i>Mustellus mustellus</i>	X	X			
<i>Barbus bocagei</i>		X	X			<i>Oedalechilus labeo</i>				X	X
<i>Belone belone</i>	X	X	X	X	X	<i>Pagellus acarne</i>	X				
<i>Boops boops</i>	X	X				<i>Pagellus bogaraveo</i>	X			X	
<i>Callionymus lyra</i>		X	X	X	X	<i>Parablennius gattorugine</i>	X	X	X	X	
<i>Caranx crysos</i>					X	<i>Parablennius sanguinolentus</i>	X			X	
<i>Carassius auratus</i>	X					<i>Petromyzon marinus</i>	X	X		X	
<i>Carassius carassius</i>	X	X	X	X	X	<i>Platichthys flesus</i>	X	X	X	X	X
<i>Chelon labrosus</i>	X	X	X	X	X	<i>Pollachius pollachius</i>		X			
<i>Ciliata mustela</i>	X	X	X	X		<i>Pomatoschistus microps</i>			X		X
<i>Cobitis taenia</i>			X	X		<i>Pomatoschistus minutus</i>	X	X	X	X	X
<i>Conger conger</i>	X	X	X			<i>Pomatoschistus pictus</i>			X		
<i>Coris julis</i>		X				<i>Psetta maxima</i>			X		
<i>Deltentosteus quadrimaculatus</i>				X		<i>Raja punctata</i>	X	X			
<i>Dicentrarchus labrax</i>	X	X	X	X	X	<i>Rutilus macrolepidotus</i>	X	X	X		
<i>Dicentrarchus punctatus</i>					X	<i>Salpa salpa</i>		X			
<i>Diplodus annularis</i>				X	X	<i>Sardina pilchardus</i>	X	X	X	X	X
<i>Diplodus sargus</i>	X	X		X	X	<i>Sciaena umbra</i>	X				
<i>Diplodus vulgaris</i>			X	X	X	<i>Scomber scombrus</i>	X	X			
<i>Echiichthys vipera</i>	X	X	X	X	X	<i>Scophthalmus rhombus</i>	X		X	X	X
<i>Engraulis encrasicolus</i>		X	X	X	X	<i>Solea lascaris</i>			X	X	X
<i>Entelurus aequoreus</i>			X			<i>Solea senegalensis</i>			X	X	X
<i>Gaidropsarus mediterraneus</i>	X	X		X		<i>Solea vulgaris</i>			X	X	X
<i>Gaidropsarus vulgaris</i>	X	X				<i>Sparus aurata</i>	X	X	X	X	X
<i>Gambusia affinis</i>			X	X		<i>Spinachia spinachia</i>		X			
<i>Gasterosteus aculeatus</i>	X	X	X	X		<i>Spondyliosoma cantharus</i>	X		X	X	X
<i>Gobius ater</i>				X		<i>Sprattus sprattus</i>	X	X	X		
<i>Gobius niger</i>	X	X	X	X	X	<i>Symphodus bailloni</i>	X	X	X	X	X
<i>Gobius paganellus</i>	X	X	X	X		<i>Symphodus melops</i>				X	X
<i>Gobius strictus</i>				X		<i>Syngnathus abaster</i>		X	X	X	X
<i>Gymnammodytes cicereus</i>		X				<i>Syngnathus acus</i>	X	X	X	X	X
<i>Hippocampus ramulosus</i>	X	X		X		<i>Syngnathus typhle</i>	X	X	X	X	X
<i>Hyperoplus lanceolatus</i>	X		X	X		<i>Taurulus bubalis</i>	X			X	
<i>Labrus bergylta</i>		X				<i>Torpedo marmorata</i>	X				
<i>Labrus viridis</i>				X		<i>Trachurus trachurus</i>	X		X		X
<i>Lagocephalus lagocephalus</i>		X		X		<i>Trigla lucerna</i>	X	X	X	X	X
<i>Lipophrys pholis</i>	X	X				<i>Trisopterus luscus</i>	X	X			

1912 a- Nobre *et al.* (1912);

1912 b- Osório (1912);

1980 - Arruda *et al.* (1988);

1987 - Rebelo (1993);

1997- presente estudo.

### 1.5. COMPARAÇÃO ENTRE AS CATEGORIAS ECOTRÓFICAS DA ICTIOFAUNA DA RIA DE AVEIRO E AS DE OUTROS ECOSISTEMAS LAGUNARES E ESTUARINOS DO ATLÂNTICO EUROPEU

A percentagem das categorias ecotróficas encontradas na Ria de Aveiro foi comparada com a de outros sistemas lagunares costeiros e estuarinos Europeus, de forma a abranger um estuário em cada país, ao longo de uma linha costeira do Atlântico Europeu, de Portugal até à Noruega, como mostra a figura 25.



Figura 25 - Localização dos ecossistemas lagunares e estuarinos do Atlântico Europeu a comparar com a Ria de Aveiro (adaptado de Elliott e Dewailly, 1995).

A tabela 11 refere a localização dos estuários e a respectiva fonte de publicação. A tabela 12 resume a metodologia utilizada nos estudos dos estuários, assim como o número de espécies e famílias da ictiofauna registado.

Tabela 11- Estuários Europeus a comparar com o presente estudo na Ria de Aveiro: país, latitude e respectiva fonte de publicação dos trabalhos.

ESTUÁRIO	PAÍS	LATITUDE	FONTE DE PUBLICAÇÃO
Tejo	Portugal	38° 40' N	Costa e Elliott, 1991
El Abra	Espanha	43° 50' N	Elliott e Dewailly, 1995
Loire	França	47° 10' N	Marchand, não publicado
Voordelta	Holanda	52° 00' N	Hamerlynck, 1993
Humber	Inglaterra	53° 40' N	Marshall e Elliott, não publicado
Elbe	Alemanha	53° 50' N	Thiel, <i>et al.</i> , 1995
Isefjord	Dinamarca	55° 50' N	Rasmussen, 1973
Oslofjord	Noruega	59° 10' N	Nash, 1988
Ria de Aveiro	Portugal	40° 40' N	presente estudo

Tabela 12- Resumo da metodologia da amostragem em cada ecossistema lagunar estuarino Europeu e número de espécies e famílias da ictiofauna encontrada.

ESTUÁRIO	PERÍODO	FREQUÊNCIA	ESTAÇÕES	ESPÉCIES	FAMÍLIAS
Tejo	1976-91	mensal	6	45	23
El Abra	1989-93	anual	7	23	16
Loire	1981-82	mensal	–	36	24
Voordelta	1989	mensal	22	40	24
Humber	1992-93	trimestral	14	26	18
Elbe	1989-92	–	11	62	28
Isefjord	1940-70	mensal	110	70	38
Oslofjord	1981-82	–	2	40	20
Ria de Aveiro	1996-97	mensal	9	43	21

Como ilustra a tabela 12, a maior riqueza em espécies foi observada no estuário Isefjord (Dinamarca) e no Elbe (Alemanha), com 70 e 62 espécies, respectivamente.

Os estuários El Abra e Humber registaram menor número em espécies (23 e 26), enquanto que os restantes estuários manifestaram uma riqueza em espécies muito semelhante com a do presente estudo, na Ria de Aveiro. A frequência percentual da densidade, por componente da ictiofauna, está ilustrada na tabela 13.

Tabela 13- Percentagem do número de espécies nos vários agrupamentos ecotróficos: ecologia, habitat, reprodução, substrato e alimento, a partir dos trabalhos nos vários ecossistemas lagunares estuarinos Europeus e do presente estudo na Ria de Aveiro.

CATEGORIA	Ecologia						Habitat			Reprodução						Substrato					Alimento							
ESTUÁRIO	ER	MA	MJ	MS	DO	CA	P	D	B	V	W	Op	Ob	Og	Os	Ov	A	L	R	M	V	P	I	F	I+	P+	IP	O
Aveiro	25	23	26	12	2	12	33	34	33	0	0	40	35	5	9	9	14	35	7	10	34	7	26	0	47	7	2	0
Tejo	25	16	29	13	4	13	24	38	38	0	2	42	36	4	11	4	15	38	18	29	32	11	22	7	29	9	13	9
El Abra	18	48	22	9	0	4	9	44	48	0	4	44	44	0	9	0	19	38	14	29	29	9	35	4	35	0	13	4
Loire	14	20	31	9	11	14	23	34	43	0	0	51	31	0	9	9	15	37	22	26	7	6	17	11	43	6	14	3
Voordelta	30	25	30	10	0	5	18	18	65	3	3	40	33	8	8	8	30	42	3	24	15	10	33	3	46	3	5	0
Humber	31	15	31	8	0	15	19	15	65	0	0	42	31	4	15	8	33	52	5	10	5	12	31	8	46	0	4	0
Elbe	19	13	16	8	31	13	35	18	47	2	0	23	30	8	12	25	18	44	15	23	23	3	20	5	36	9	22	5
Isefjord	24	41	14	10	1	9	30	20	50	3	3	45	20	13	9	7	20	35	27	18	31	9	30	6	44	1	9	1
Oslofjord	33	28	23	8	3	8	25	25	50	3	0	33	30	15	15	5	27	37	27	10	30	13	38	5	35	0	10	0

A proporção relativa de cada categoria entre estuários foi muito variável. As espécies marinhas dependentes do meio lagunar (MJ) e as espécies residentes (ER) revelaram maior riqueza em espécies na grande maioria dos estuários, incluindo a Ria de Aveiro. Os estuários El Abra e Isefjord foram, como excepção, os únicos estuários mais ricos em espécies marinhas adventícias (MA).

As espécies dulçaquícolas (DO) e catádromas (CA) tiveram proporções nulas ou muito baixas em todos os estuários, exceptuando os 31% de espécies dulçaquícolas no estuário Elbe.

A maioria dos estuários tiveram mais de 50% de espécies bênticas (B) e apresentaram proporções semelhantes, mas inferiores, no número de espécies pelágicas (P) e demersais (D). Este facto reflecte uma forte dependência da ictiofauna destes ecossistemas Europeus por presas bênticas, podendo-se concluir

que a maioria das espécies usa os estuários como áreas hidrodinamicamente mais calmas e mais abrigadas junto ao fundo, em que a turbidez é maior, estando mais protegidas dos predadores visuais.

A Ria de Aveiro manifestou-se de forma diferente dos outros estuários europeus, por apresentar riqueza em espécies semelhante nestas três categorias e, por outro lado, a abundância revelar-se muito superior nas espécies pelágicas. Este facto foi também verificado por Rebelo (1993).

No que respeita à reprodução, apesar de a grande maioria dos estuários apresentar maior número de espécies a produzir ovos pelágicos (Op), verificou-se uma proporção também considerável de espécies que produzem ovos bênticos (Ob), nos estuários comparados.

Todas os estuários apresentaram fraca percentagem, ou nula, de espécies vivíparas (V) ou ovovivíparas (W), embora revelassem percentagens consideráveis nas restantes categorias.

O fundo lodoso (L) foi a categoria que predominou em todos os estuários, seguindo-se o fundo rico em vegetação (V), à excepção do estuário Voordelta e Humber, que apresentaram 30 ou mais espécies que vivem exclusivamente na areia (A).

A maioria dos estuários revelou-se dominante em espécies predadoras de invertebrados exclusivamente (I) e de invertebrados em combinação com outro tipo de alimento, que não o plâncton (I+). As categorias que incluem os omnívoros (O), as que se alimentam preferencialmente de plâncton (P+) e de outros peixes (F) apresentaram-se menos ricas em espécies ou representaram minorias. Em todos os estuários o número de espécies planctoníveras (P) foi reduzido.

Este maior número de espécies com preferência por invertebrados reflecte a presença, nestes estuários, de peixes jovens e pequenos, assim como evidencia a importância de pequenos crustáceos epibênticos, moluscos e de outros invertebrados na cadeia trófica (Costa e Elliott, 1991).

## 2. DISCUSSÃO

A Ria de Aveiro, sendo um ecossistema influenciado constantemente pelos meios marinho e dulçaquícola envolventes, apresenta variações abióticas hidrológicas espaciais e sazonais que influenciam a distribuição da ictiofauna que a coloniza.

As espécies ictiológicas encontram-se sujeitas a um ambiente variável, caracterizado por flutuações do nível da maré, pela alteração da velocidade e direcção das correntes e pela variação de alguns parâmetros físico-químicos, principalmente a temperatura, a salinidade e o oxigénio dissolvido. A laguna exclui, com estas condições, a ocorrência de grande número de espécies, como por exemplo as espécies estenohalinas ou estenotérmicas, mas beneficia aquelas que se encontram adaptadas com o seu potencial produtivo elevado e com a sua protecção considerável contra predadores.

A maior abundância de espécies, quer em densidade quer em biomassa registou-se nas regiões da Torreira, Barra e Carregal, estações que registaram salinidades médias elevadas, elevada transparência e baixa profundidade. O recorte das margens na Torreira e Carregal, associado à densa vegetação imersa também poderá justificar a abundância de espécies, neste local, pela forte disponibilidade de alimento.

A um nível sazonal, a grande abundância de espécies registou-se durante os meses de Maio, Junho e Julho, coincidindo com o aumento do oxigénio dissolvido em consequência de uma elevada produtividade vegetal, havendo maior disponibilidade de alimento. Por isso, a biomassa média da ictiofauna nestes meses foi também mais elevada.

A ictiofauna da Ria de Aveiro está representada por um número de espécies (43) muito semelhante à de outros ecossistemas estuarinos Europeus (Rasmussen,

1973; Nash, 1988; Costa e Elliott, 1991; Hamerlynck, 1993; Elliott e Dewailly, 1995; Thiel *et al.*, 1995; Marchand, não publicado; Marshall e Elliott, não publicado).

Ao longo do tempo, o número de espécies inventariado tem sofrido um decréscimo considerável. Nos trabalhos de 1912 (Nobre *et al.*, 1912 e Osório, 1912) foram encontradas 63 espécies; Arruda *et al.*, 1988 identificaram 49 espécies, Rebelo (1993) inventariou, em 1987/88, 55 espécies e no presente estudo somente 44 espécies foram capturadas. A profundidade média da Ria tem aumentado 0,4 m num período de 35 anos, principalmente nas áreas portuárias, onde se têm desenvolvido trabalhos de dragagem enquanto que nas zonas espraçadas tem-se verificado uma tendência geral para o assoreamento (Borrego *et al.*, 1994). As profundas intervenções na estrutura da barra, a partir dos anos trinta, o prolongamento dos molhes e a construção de um dique orientador de correntes provocaram um aumento do volume de água entrado ou saído em cada maré. O afastamento da embocadura em relação à linha da costa, a forte intensidade da corrente e conseqüentes alterações dos parâmetros abióticos hidrológicos induziram, possivelmente, o desaparecimento de espécies mais sensíveis a estas alterações.

As espécies que melhor se adaptam às características flutuantes ambientais deste ecossistema são as que permanecem na laguna durante todo o seu ciclo de vida (ER) e as espécies que dela dependem na sua fase juvenil (MJ). Estes grupos têm mantido um número de espécies consistente ao longo dos anos, desde 1912 até ao actual estudo (Nobre *et al.*, 1912; Osório, 1912; Arruda *et al.*, 1988; Rebelo, 1993). Há 10 anos atrás, estas duas categorias atingiram densidades de 44%, nas espécies residentes, e 22%, nas espécies juvenis que dependem do meio lagunar (Rebelo, 1993). No entanto, estas categorias não corresponderam, no presente estudo, à maior abundância no estuário, mas sim as espécies que migram para a laguna sazonalmente (MS).

As migrações são operadas quer no interior da Ria quer na interacção com o mar (Arruda *et al.*, 1988; Rebelo, 1992). Registou-se maior abundância de espécies migradoras sazonais na Barra e também nas zonas da Torreira e do Laranjo, durante

os meses de temperaturas mais elevadas devido à intensa actividade migratória de um vasto número de espécies, durante este período.

Em termos de abundância, do grupo que integra as espécies marinhas sazonais (MS), destacam-se as espécies *Sardina pilchardus* e *Liza aurata*. A primeira espécie recruta à laguna em cardumes intensos em Maio, com idade inferior a um ano, sendo a sua densidade muito elevada na região junto à embocadura. *Liza aurata* recruta à laguna em Novembro (a sua densidade quase triplicou, relativamente aos restantes meses), sendo mais abundante nas regiões da Torreira e do Areão. A densidade total destas duas espécies é superior a 50% de todas as espécies inventariadas neste estudo.

A abundância das espécies residentes (ER) é menor quando comparada com a das espécies marinhas sazonais (MS), o que também acontece com os outros estuários da costa Atlântica (Rasmussen, 1973; Nash, 1988; Costa e Elliott, 1991; Hamerlynck, 1993; Elliott e Dewailly, 1995; Thiel *et al.*, 1995; Marchand, não publicado; Marshall e Elliott, não publicado).

As espécies sedentárias (ER) apresentaram, na sua maioria, reduzidas dimensões, pelo que a biomassa é pouco elevada. Nesta categoria são incluídos os *góbídeos*, os *syngnatídeos*, *Plactichthys flesus*, *Atherina boyeri* e *Symphodus melops*. Pela elevada densidade destacaram-se *A. boyeri* e *S. acus*.

*Atherina boyeri*, espécie mais abundante, ocorreu em toda a área lagunar e durante todos os meses de amostragem, com densidades consideráveis, particularmente nos extremos da laguna. A relação entre as suas necessidades energéticas e as condições ambientais dos diferentes sub-habitats da laguna permitem uma explicação para as migrações desta espécie (Rebelo, 1993). A postura e as fases larvar e juvenil têm lugar nos extremos da laguna, com características mais propícias, intensa vegetação imersa, abundância de zooplâncton, fraca corrente, baixa temperatura e salinidade e elevado oxigénio dissolvido na água. Quando adulta, a espécie ocorre principalmente na região mais próxima da embocadura, onde existe grande riqueza de moluscos e pequenos crustáceos

(Rebelo, 1993), que constituem a dieta desta espécie carnívora (Whitehead *et al.*, 1986).

*Syngnathus acus* foi mais abundante nas extremidades da laguna, ricas em moliço, habitat preferencial desta espécie. Os meses que registam maior densidade, entre Maio e Agosto, coincidiram com a época em que os machos incubam os ovos numa bolsa (Muzavor *et al.*, 1993).

As espécies marinhas adventícias (MA) visitam esporadicamente os ecossistemas costeiros, quer por forma accidental, quer por influência de correntes ou por motivos tróficos (Rebelo, 1993).

Em alguns estuários Europeus, o número de espécies adventícias ou ocasionais é muito elevado, como é o caso de El Abra e Isefjord, atingindo mais de 40% da totalidade das espécies (Rasmussen, 1973; Elliott e Dewailly, 1995). Neste estudo, apesar do número de espécies se assemelhar ao das espécies residentes e marinhas juvenis dependentes do meio lagunar, a sua abundância foi mais reduzida. As espécies marinhas adventícias ocorreram na laguna em número reduzido, ou encontravam-se na sua fase juvenil assumindo pequenas dimensões e reduzida biomassa, como é o caso de *Symphodus bailloni*. Esta espécie foi muito abundante na região da Torreira tendo sido encontrada, nas restantes regiões, em reduzido número, ou mesmo nulo. Esta região registou concentrações médias de salinidade próximas dos 30‰, o que poderá justificar a presença de *Symphodus bailloni* naquele local, uma vez que as espécies marinhas ocasionais são estenohalinas e têm limites estreitos de capacidade osmorreguladora. A sua permanência na Ria de Aveiro decorre por um período entre Junho e Novembro.

As espécies marinhas que utilizam os ecossistemas lagunares e estuarinos como viveiro ou “nursery” (MJ) estão dependentes da baixa salinidade. Este parâmetro abiótico influencia a fertilidade, nomeadamente o desenvolvimento das gónadas, a abundância e a distribuição das espécies (Rebelo, 1993). Neste grupo é possível destacar *Dicentrarchus labrax* e *Atherina presbyter* pela sua predominância relativamente às restantes nove espécies inventariadas. Estas espécies são amplamente distribuídas pelos restantes ecossistemas costeiros Europeus citados

(Rasmussen, 1973; Nash, 1988; Costa e Elliott, 1991; Hamerlynck, 1993; Elliott e Dewailly, 1995; Thiel *et al.*, 1995; Marchand, não publicado; Marshall e Elliott, não publicado). A postura de *Dicentrarchus labrax* é oceânica, entre o Outono e a Primavera, o recrutamento à laguna é feito na fase pós-larvar e é seguido por uma permanência continuada de dois anos. Os juvenis entram na Ria entre Março e Maio, quando se registou um aumento de densidade, e iniciam a migração de regresso ao mar em Outubro-Novembro, verificando-se uma diminuição da abundância, nesta época (Rebelo, 1993). A captura desta espécie foi substancialmente mais elevada em regiões sujeitas a cargas poluentes do que no restante espaço lagunar, o que também foi verificado por Rebelo (1993). *Dicentrarchus labrax* ocorre em toda a laguna, sendo o seu padrão de colonização diferenciado em termos espaciais e sazonais. As regiões mais preferidas pela espécie, enquanto juvenil, são geralmente pouco salinas, razoavelmente oxigenadas, muito turvas e produtivas o que lhe possibilitam um rápido crescimento (Rebelo, 1993). São as regiões mais extremas da Ria que se tornam mais favoráveis à sobrevivência da espécie, também pelas condições de abrigo que lhe oferece. À medida que decorre o crescimento, a espécie torna-se mais activa e a sua dieta passa a ser mais variada podendo ser encontrada nas regiões mais próximas da embocadura (Rebelo, 1993).

*Atherina presbyter*, espécie marinha dependente do meio lagunar é mais abundante em locais de salinidade média elevada, junto à embocadura e na região da Torreira, apresentando densidades elevadas durante todo o período de amostragem.

As espécies catádromas (CA) sofreram um decréscimo de densidade, em relação ao trabalho anterior (Rebelo, 1993) onde apresentou quase 15% da ictiofauna global, enquanto que no presente estudo este grupo representou apenas 9% da densidade total. Nas espécies catádromas incluem-se *Anguilla anguilla*, *Alosa spp.* e duas espécies de mugilídeos, *Liza ramada* e *Liza saliens*.

A espécie *Anguilla anguilla* reproduz-se em águas profundas do Mar dos Sargaços, a larva leptocéfalo atravessa o Atlântico na direcção Nordeste, durante 2-3 anos, metamorfoseando-se em enguia de vidro, em meio salobro, antes de migrar

para os meios dulçaquícolas na fase pigmentada; deve morrer depois da postura, pois não se têm observado indivíduos que voltem aos rios (Muzarov *et al.*, 1993). A migração ocorre entre Janeiro e Abril, meses em que a sua densidade diminui consideravelmente, e a espécie distribui-se pelos extremos da laguna, atingindo maior densidade no Areão, de fundo arenoso e com alguma vegetação onde a espécie frequentemente se esconde.

Das espécies dulçaquícolas ocasionais (DO) foi apenas capturado um exemplar de *Carassius carassius*. Estas espécies, não toleram níveis elevados de salinidade, restringindo a sua distribuição às regiões extremas da laguna. Este exemplar foi capturado no Areão, com salinidades médias próximas de 6 ‰. Esta categoria é muito pouco representativa também nos estuários da costa Atlântica comparados (Rasmussen, 1973; Nash, 1988; Costa e Elliott, 1991; Hamerlynck, 1993; Elliott e Dewailly, 1995; Thiel *et al.*, 1995; Marchand, não publicado; Marshall e Elliott, não publicado).

As espécies pelágicas, demersais ou bênticas estão igualmente representadas em número de espécies, embora as pelágicas registem uma abundância muito elevada em relação às duas restantes categorias. A densidade das espécies pelágicas regista valores cada vez menores ao afastar-se da embocadura da laguna, relativamente às espécies bênticas. Nestas áreas, existe maior densidade das espécies que se alimentam preferencialmente de invertebrados em combinação com outro tipo de alimento que não é plâncton. Isto reflecte a dependência das espécies por alimento bêntico especialmente nos extremos da laguna, para além da protecção que estas áreas conferem contra eventuais predadores visuais (Elliott e Dewailly, 1995).

A variação espacial da densidade das espécies pelágicas e das espécies que se alimentam preferencialmente de invertebrados e plâncton evidencia características semelhantes, sendo mais elevada nas regiões mais perto da embocadura da laguna.

A categoria que inclui os ovíparos regista, tal como na maioria dos estuários Europeus maior número de espécies (Rasmussen, 1973; Nash, 1988; Costa e Elliott,

1991; Hamerlynck, 1993; Elliott e Dewailly, 1995; Thiel *et al.*, 1995; Marchand, não publicado; Marshall e Elliott, não publicado). As restantes categorias que incluem os ovíparos produtores de ovos bênticos, ovos que são guardados pelos progenitores, ovos protegidos por um invólucro ou ovos depositados na vegetação, constituem mais de 60% do número total de espécies. Isto indica que a maioria das espécies dispõe de um mecanismo que retém os ovos e os juvenis dentro do estuário (Haedrich, 1983).

Quanto à preferência do habitat, regista-se maior número de espécies que preferem substratos lodosos e arenosos tanto na Ria de Aveiro, como noutros estuários do Atlântico Europeu (Rasmussen, 1973; Nash, 1988; Costa e Elliott, 1991; Hamerlynck, 1993; Elliott e Dewailly, 1995; Thiel *et al.*, 1995; Marchand, não publicado; Marshall e Elliott, não publicado).

V

**ESTRUTURA DA ICTIOFAUNA**

**DA RIA DE AVEIRO**

## 1. MÉTODOS

### ANÁLISE DE VARIÂNCIA

Na comparação das médias entre grupos de espécies foi utilizada a análise de variância (ANOVA) (Sokal e Rohlf, 1987; Zar, 1984). A aplicação deste teste paramétrico foi sempre precedida do teste de F máx., para garantir os pressupostos de homogeneidade de variâncias ou homocedasticidade, e conseqüentemente a normalidade dos dados (Sokal e Rohlf, 1987; Zar, 1984). Quando a distribuição original das variáveis diferiu significativamente de uma distribuição normal ( $P > 0,05$ ), os dados foram submetidos a uma transformação adequada, no caso, transformação logarítmica (Ibañez, 1976; Zar, 1984).

Esta análise foi aplicada à densidade e biomassa da ictiofauna total assim como à densidade e biomassa das espécies cuja frequência foi superior a 1% da densidade total, para testar a existência de diferenças significativas entre as estações e entre os meses de amostragem.

### ÍNDICES GLOBAIS DE DIVERSIDADE

Para caracterizar as relações espaço-temporais de abundância da ictiofauna foram utilizados os índices de riqueza específica, diversidade específica e regularidade, que sugerem uma perspectiva sobre o estado de equilíbrio das populações. Nos cálculos efectuados foram usados os dados de densidade.

A riqueza específica refere-se ao número total de espécies que constitui uma comunidade. No entanto, o número de espécies depende do tamanho da amostra. O índice de Margalef (R) (Margalef, 1958 *in* Ludwig e Reynolds, 1988; Legendre e

Legendre, 1984) baseia-se na relação entre o número total de espécies e o número total de indivíduos observados.

Este índice é descrito pela expressão:

$$R = \frac{S - 1}{\ln(n)}$$

em que  $S$  indica o número total de espécies e  $n$ , o número total de indivíduos numa amostra.

A diversidade específica mede o grau de organização de uma comunidade através da sua riqueza em espécies e do modo como os indivíduos nela se repartem. Para o seu cálculo, foram utilizados os números de diversidade (Hill, 1973) equacionados na expressão:

$$NA = \sum_{i=1}^S (pi)^{1/(1-A)}$$

em que  $pi$  representa a proporção da abundância da espécie  $i$  em relação à abundância total. O número de ordem  $A$  pode ser 0, 1 ou 2, correspondendo a diferentes medidas de diversidade. Os números de diversidade de Hill são:

Número 0:  $N0 = S$ , em que  $S$  é o número total de espécies;

Número 1:  $N1 = e^{H'}$ , em que  $H'$  é o índice de Shannon-Wiener;

Número 2:  $N2 = \frac{1}{I}$ , em que  $I$  é o índice de Simpson.

Estes números de diversidade, expressos em unidades de número de espécies, representam o número efectivo de espécies presentes numa amostra e medem o grau de abundância das espécies.  $N0$  é o número total de espécies numa amostra,  $N1$  representa o número de espécies abundantes e  $N2$ , o número de espécies muito abundantes.

Os índices de Shannon-Wiener ( $H'$ ) e de Simpson ( $\lambda$ ) são descritos pelas seguintes expressões:

ÍNDICES DE SHANNON-WIENER ( $H'$ ) (Shannon e Weaver, 1949)

$$H = - \sum_{i=1}^S \left[ \left( \frac{ni}{n} \right) \cdot \ln \left( \frac{ni}{n} \right) \right], i = 1, 2, 3, \dots, S$$

em que  $ni$  representa a abundância da espécie  $i$ , e  $n$  a abundância de todas as espécies.

ÍNDICE DE SIMPSON ( $\lambda$ ) (Simpson, 1949)

$$I = \sum_{i=1}^S \left( \frac{ni}{N} \right)^2, i = 1, 2, 3, \dots, S$$

em que  $ni$  representa o número de exemplares da espécie  $i$  e  $N$  é o número total de indivíduos para as  $S$  espécies da população.

Neste trabalho a diversidade específica refere-se ao número de espécies muito abundantes  $N2$ .

A equatibilidade ou regularidade ( $E$ ) mede o grau de distribuição da abundância entre as espécies. Este índice aproxima-se da unidade se, numa amostra, as espécies estiverem igualmente representadas, e tende para zero à medida que a abundância de uma espécie se torna consideravelmente mais elevada que a das restantes.

Para que a equatibilidade não fosse afectada pela presença de espécies raras, mas fosse independente do tamanho da amostra, foi escolhido o índice da razão modificada de Hill (Ludwig e Reynolds, 1988) que estabelece a seguinte relação:

$$E = \frac{(1/I) - 1}{e^{H'} - 1} = \frac{N2 - 1}{N1 - 1}$$

em que  $I$  representa o índice de Simpson e  $H'$  o índice de Shannon-Wiener e  $N2$  e  $N1$  representam os números de diversidade.

Os índices globais de diversidade foram calculados com o auxílio do programa *Species Diversity and Richness*, Pisces Conservation Ltd.

## CLASSIFICAÇÃO E ORDENAÇÃO

Os dados totais de abundância das espécies, em termos de densidade e de biomassa foram analisados segundo a estrutura hierárquica de estações e meses de amostragem, em modo Q. Foi utilizado o coeficiente de distância de Bray-Curtis (ou diferença de percentagens), que não considera as duplas ausências, sendo recomendado por Legendre e Legendre (1984) para este tipo de análise. Este coeficiente é descrito pela seguinte expressão:

$$B - C(UA1, UA2) = 1 - \frac{2W}{A + B}$$

em que  $w = \sum_{i=1}^r [\min(UA_{i1}, UA_{i2})]$ ,  $A = \sum_{i=1}^n UA_{i1}$  e  $B = \sum_{i=1}^n UA_{i2}$

e em que  $UA_{i1}$  e  $UA_{i2}$  representam as frequências das unidades de amostragem. Este quociente varia entre 0 e 1, correspondendo 0 à distância mínima entre as unidades de amostragem e 1 à distância máxima.

A construção de dendrogramas a partir das matrizes simétricas, foi realizada através de um método de associação do tipo sequencial, aglomerativo, hierárquico, com não-sobreposição (SAHN), o “Unweighted, Pair-Group, Methods using arithmetic Averages” (UPGMA) (Legendre e Legendre, 1984; Sneath e Sokal, 1973).

Tendo em vista à representação simplificada da variabilidade da matriz de dados, foi utilizado o método de ordenação em espaço reduzido (Legendre e Legendre, 1984). Este método consiste na redução da distribuição dos objectos em análise para um espaço ortogonal de dimensão reduzida (bi ou tridimensional), definido por um determinado número de descritores responsáveis pela variabilidade

da amostra, extraindo-se da nuvem de pontos da matriz original de dados, os eixos de maior variabilidade ou inércia.

O estudo da estrutura ecológica do sistema estuarino, com base na densidade e biomassa da ictiofauna, foi feito segundo o método da análise factorial de correspondências. Este método, que produz ordenações dos objectos de amostragem semelhantes às obtidas pela análise em componentes principais, apresenta numerosas vantagens em estudos de ecologia estuarina (Legendre e Legendre, 1984; Volle, 1985; Ludwig e Reynolds, 1988).

Uma das principais vantagens consiste no facto de a análise factorial de correspondências não exigir que se verifiquem os pressupostos subjacentes à utilização de testes paramétricos, sendo pois aplicável a dados brutos, mesmo a matrizes de grandes dimensões, sem necessidade de normalização. Por outro lado, permite a obtenção simultânea das ordenações das unidades de amostragem e das espécies, garantindo uma leitura mais clara das relações ecológicas das populações.

A interpretação dos dados da análise factorial de correspondências foi acompanhada pela análise de diversos parâmetros, denominados auxiliares de interpretação de Volle (1985):

- i)- valor próprio de cada eixo;
- ii)- proporção da variabilidade total que é explicada por cada um dos eixos factoriais e proporção acumulada ao longo dos eixos factoriais;
- iii)- contribuição relativa de cada ponto (espécie) para a definição de cada eixo factorial;
- iv)- proporção da variabilidade associada a cada ponto (espécie) que é explicada por cada eixo factorial;
- v)- proporção da inércia total que é explicada por cada ponto.

Na análise factorial de correspondências apenas foram consideradas as espécies com uma frequência superior a 1% da densidade total (tabela 14) para eliminar “ressonâncias” inexpressivas decorrentes das espécies pouco abundantes.

Tabela 14- Espécies usadas nos cálculos espaço-temporais da análise de correspondências e abreviaturas usadas na representação gráfica.

Espécies	Abreviaturas
<i>Anguilla anguilla</i>	Aang
<i>Atherina boyeri</i>	Aboy
<i>Atherina presbyter</i>	Apres
<i>Chelon labrosus</i>	Clab
<i>Dicentrarchus labrax</i>	Dlab
<i>Gobius niger</i>	Gnig
<i>Liza aurata</i>	Laur
<i>Liza ramada</i>	Lram
<i>Liza saliens</i>	Lsal
<i>Mugil cephalus</i>	Mcep
<i>Pomatoschistus microps</i>	Pmic
<i>Sardina pilchardus</i>	Spil
<i>Symphodus bailloni</i>	Sbai
<i>Syngnathus acus</i>	Sacu

Para possibilitar uma melhor visualização da nuvem de pontos no espaço reduzido, foram efectuadas projecções em separado dos taxa e das estações de amostragem.

Foi estudada a influência dos valores médios dos parâmetros físico-químicos hidrológicos (temperatura, salinidade, oxigénio dissolvido e transparência) nos resultados da classificação e da ordenação obtidos para o espaço e para o tempo.

Os métodos de interpretação da classificação foram feitos através da análise discriminante (ou canónica) simples. Com este método é possível:

- i)- determinar a distância multivariada de Mahalanobis ( $D^2$ ), entre os parâmetros abióticos hidrológicos registados em dois grupos de amostragem obtidos pela classificação;
- ii)- testar diferenças significativas, através do teste estatístico F, entre os centróides dos referidos dois grupos;
- iii)- avaliar a contribuição de cada parâmetro físico-químico para a distância multivariada, em termos percentuais.

A interpretação da ordenação entre cada eixo coordenado, obtido na análise de correspondências, e cada parâmetro físico-químico foi feita através da regressão linear simples. A análise da actuação conjunta de todos os parâmetros físico-químicos entre cada eixo coordenado foi feita pela regressão linear múltipla (Ludwig e Reynolds, 1988). Para cada regressão linear foram também calculados:

- i)- o coeficiente de determinação ( $R^2$ ), que estima a variação do eixo coordenado acrescida pela regressão deste eixo sobre cada parâmetro físico-químico, no caso da regressão simples, ou sobre todos os parâmetros físico-químicos, no caso da regressão múltipla;
- ii)- a contribuição, em percentagem, de cada parâmetro físico-químico para o coeficiente de determinação na regressão linear múltipla.

A computação dos dados para a análise aglomerativa hierárquica e de ordenação foi feita cm o apoio do programa NTSYS-pc (Rohlf, 1989 - versão 1.5). A análise discriminante foi calculada com o auxílio do programa SDA.BAS e as regressões lineares com o programa PCREG.BAS (Ludwig e Reynolds, 1988).

## 2. RESULTADOS

### 2.1. ANÁLISE DE VARIÂNCIA

Para testar a significância da variação espaço-temporal da densidade e da biomassa da ictiofauna total e das espécies mais dominantes, cuja frequência foi superior a 1% da densidade total, foi realizada uma análise de variância (tabela 15).

Verificou-se que, a nível global, não houve diferenças significativas entre os valores de densidade e de biomassa da ictiofauna total ao longo das estações e dos meses de amostragem. No entanto, para a maioria das espécies a variação da densidade e da biomassa foi significativa ( $p < 0,05$ ) ao longo das estações e/ou meses de amostragem. As únicas espécies que não evidenciaram diferenças significativas em densidade e biomassa simultaneamente foram, para as estações, *Liza ramada*, e para os meses, *Atherina boyeri*, *Liza aurata* e *Mugil cephalus*.

Tabela 15- Resultados da análise da variância aplicada à densidade e à biomassa da ictiofauna total e para as espécies cuja frequência é superior a 1% da densidade total. São indicados o valor do teste F ( $F_s$ ) e o valor de probabilidade (P) - n.s.( $P \geq 0,05$ ); \* ( $P < 0,05$ ); \*\* ( $P < 0,01$ ); \*\*\* ( $P < 0,001$ ).

	ESTAÇÕES				MESES			
	DENSIDADE		BIOMASSA		DENSIDADE		BIOMASSA	
	$F_s$	P	$F_s$	P	$F_s$	P	$F_s$	P
<b>Ictiofauna total</b>	1,246	ns	0,485	ns	0,810	ns	0,590	ns
<i>Anguilla anguilla</i>	14,115	***	2,465	ns	9,670	***	1,769	ns
<i>Atherina boyeri</i>	11,134	***	9,484	***	1,535	ns	1,737	ns
<i>Atherina presbyter</i>	17,942	***	17,112	***	2,193	ns	4,254	**
<i>Chelon labrosus</i>	4,294	**	0,949	ns	8,478	***	4,902	***
<i>Dicentrarchus labrax</i>	3,485	*	0,025	*	10,009	***	4,305	**
<i>Gobius niger</i>	142,417	***	64,204	***	14,839	***	5,044	***
<i>Liza aurata</i>	5,897	***	2,339	ns	1,953	ns	0,959	ns
<i>Liza ramada</i>	2,354	ns	1,267	ns	5,474	***	4,701	***
<i>Liza saliens</i>	3,785	**	1,609	ns	2,869	*	1,801	ns
<i>Mugil cephalus</i>	4,584	**	5,235	**	1,567	ns	0,582	ns
<i>Pomatoschistus microps</i>	11,103	***	5,273	**	3,591	**	3,715	**
<i>Sardina pilchardus</i>	2,459	ns	4,632	**	2,307	*	1,908	ns
<i>Simphodus bailloni</i>	743,191	***	211,833	***	63,192	***	76,326	***
<i>Syngnathus acus</i>	33,511	***	10,667	***	8,647	***	3,642	**

## 2.2. DIVERSIDADE ESPECÍFICA

A nível global, o índice de diversidade específica da comunidade da ictiofauna da Ria de Aveiro apresentou um valor baixo (5,3 espécies) comparado com as 43 espécies capturadas. As cinco espécies mais abundantes, cuja densidade total ultrapassou os 800 indivíduos foram, por ordem decrescente de número de exemplares: *Sardina pilchardus*, *Liza aurata*, *Dicentrarchus labrax*, *Atherina boyeri* e *Atherina presbyter*. O valor global de equatibilidade (0,53) indicou um grau médio de estruturação de povoamento em relação à abundância relativa das espécies para uma comunidade lagunar (Monteiro, 1989; Thollot, 1996).

### 2.2.1. VARIAÇÃO ESPACIAL

Ao analisar os índices globais de diversidade, os valores da riqueza específica (fig. 26) apresentaram flutuações ao longo das estações de amostragem, ordenadas pela menor distância à entrada da laguna. Os valores dos índices de diversidade específica e de equatibilidade (fig. 27) aumentaram com a maior distância da embocadura lagunar.

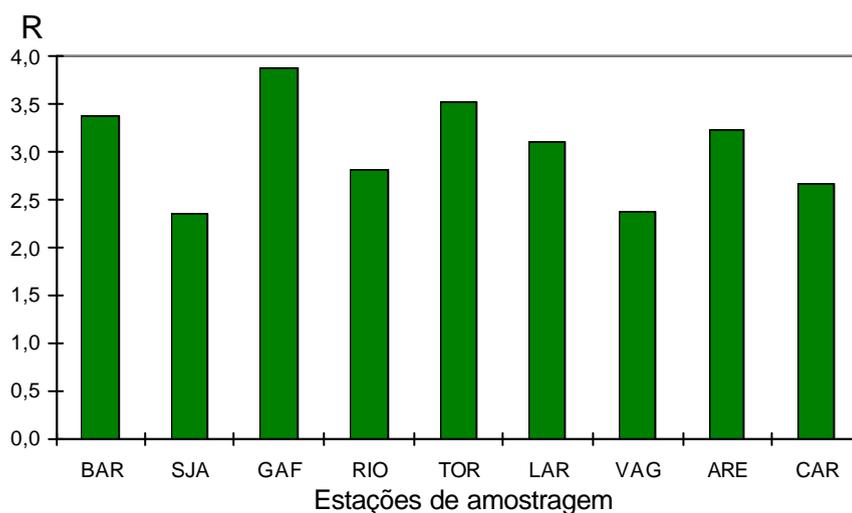


Figura 26- Riqueza específica, índice de Margalef (R), calculado por estação de amostragem.

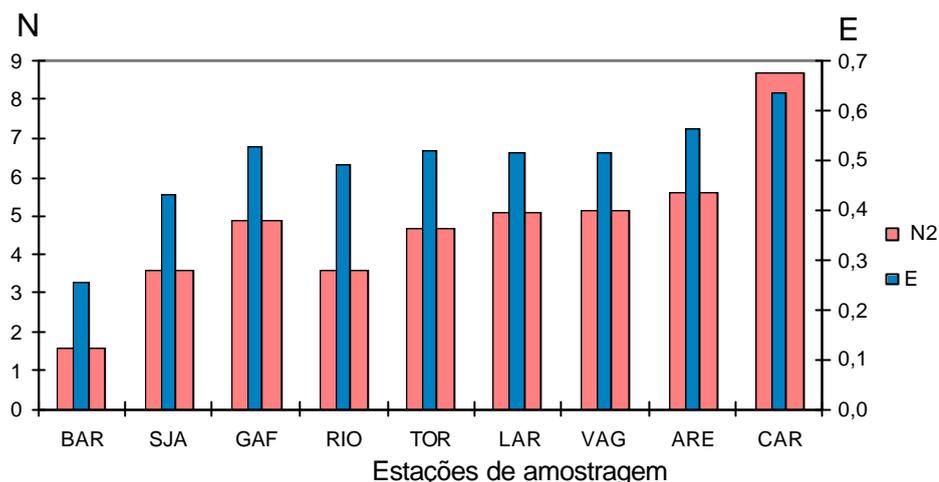


Figura 27- Índices de diversidade específica (N2) e de equatibilidade (E), calculados por estações de amostragem.

O valor mais elevado da riqueza específica foi registado na estação GAF (3,8), onde foram identificadas 29 espécies em 1336 indivíduos amostrados. As estações TOR e BAR (com valores de 3,5 e 3,4 respectivamente) também se destacaram consideravelmente das restantes estações. Os valores mais baixos foram registados nas estações SJA, VAG e RIO onde ocorreu o menor número de espécies, assim como o menor número total de indivíduos.

A variação espacial dos valores dos índices de diversidade específica e de equatibilidade foi mais acentuada ao longo das estações mais perto da embocadura da laguna, BAR, SJA e GAF, registou um valor semelhante nas regiões de localização intermédia, atingindo valores mais elevados nas regiões mais extremas da laguna.

Na estação CAR, a diversidade específica (8,7 espécies) foi a mais elevada de toda a área lagunar. Para isso, contribuíram as oito espécies mais abundantes, que representaram 84% da densidade total na estação: *Liza saliens*, *Syngnathus acus*, *Atherina boyeri*, *Liza aurata*, *Dicentrarchus labrax*, *Mugil cephalus*, *Anguilla anguilla* e *Pomatoschistus microps*. A equatibilidade registada nesta estação (0,64) foi também a mais elevada da laguna, demonstrando uma boa estruturação do povoamento na região lagunar mais afastada da barra.

A estação onde se verificou menor diversidade (1,5) e menor equatibilidade (0,26) foi BAR. O povoamento de peixes nesta estação foi fortemente dominado pela espécie *Sardina pilchardus* que representou 80% da densidade total.

### 2.2.2. VARIAÇÃO TEMPORAL

Os valores da riqueza específica registaram uma ligeira tendência de crescimento ao longo do tempo, exceptuando o decréscimo em Março e o incremento em Agosto (fig. 28).

A variação dos valores dos índices de diversidade e de equatibilidade apresentou-se semelhante, ao longo dos meses. Ambos os índices se revelaram acentuados em Março e Agosto e reduzidos em Maio (fig. 29).

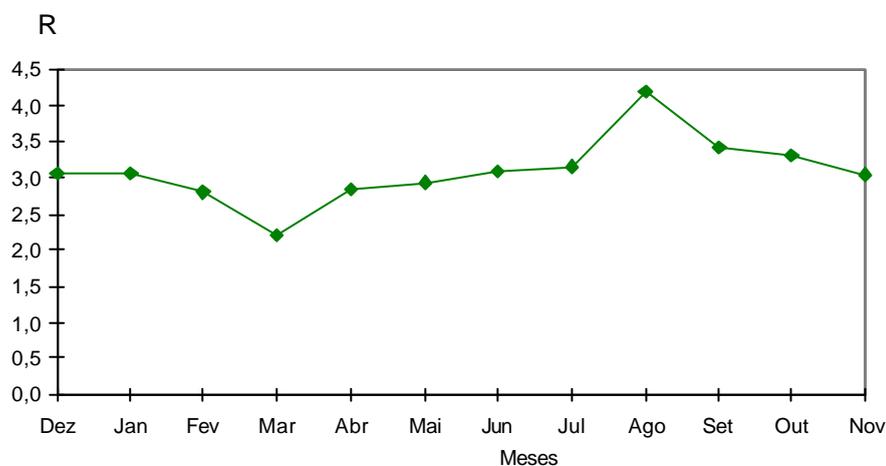


Figura 28- Riqueza específica, índice de Margalef (R), calculado por meses de amostragem.

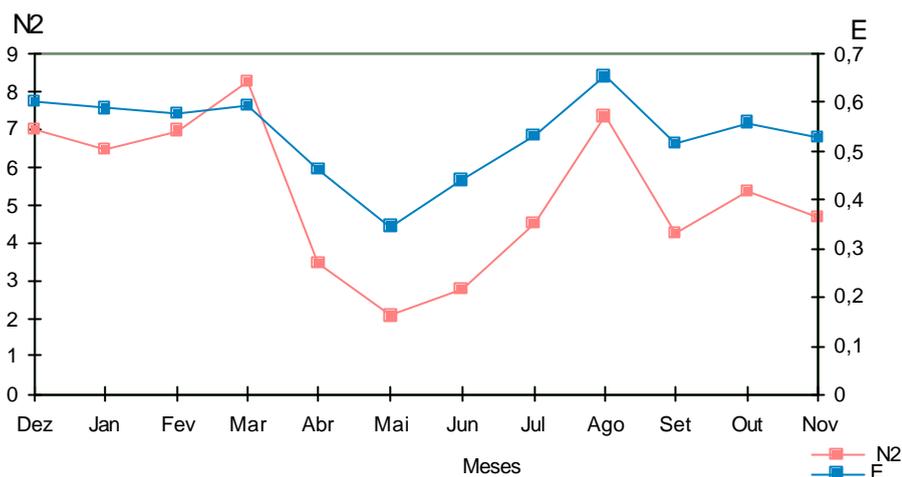


Figura 29- Índices de diversidade específica (N2) e de equatibilidade (E), calculados por meses de amostragem.

Os resultados mensais dos índices globais de diversidade específica, demonstraram que a riqueza específica variou entre 2,2 e 4,2, a diversidade entre 2,1 e 8,3 espécies e a equatibilidade oscilou entre 0,34 e 0,65.

Na análise da riqueza específica, verificaram-se dois picos ao longo dos meses de amostragem, um negativo no mês de Março e um positivo no mês de Agosto. Em Março identificaram-se menor número de espécies (16) numa amostragem de 902 exemplares e Agosto foi o mês com maior número de espécies de todo o período de amostragem, registaram-se 28 espécies em apenas 636 indivíduos capturados.

A variação dos valores dos índices de diversidade e de equatibilidade apresentou-se semelhante, ao longo dos meses.

O valor mais elevado de diversidade (8,3 espécies) foi registado em Março. Para tal, contribuíram as oito espécies mais abundantes em densidade, que representaram 93% do total de exemplares colhidos neste mês: *Liza aurata*, *Liza saliens*, *Dicentrarchus labrax*, *Atherina presbyter*, *Chelon labrosus*, *Atherina boyeri*, *Syngnathus acus* e *Mugil cephalus*. A equatibilidade registada em Março (0,59) indicou que o povoamento ictiofaunístico da laguna se encontrava medianamente estruturado.

O valor mais elevado de equatibilidade foi registado em Agosto (0,65). Neste mês, as sete espécies mais abundantes em densidade (*Liza aurata*, *Symphodus bailloni*, *Atherina presbyter*, *Syngnathus acus*, *Sardina pilchardus*, *Pomatoschistus microps* e *Anguilla anguilla*) foram capturadas em número reduzido (entre 33 a 196 exemplares). Não se verificou igualmente uma grande amplitude entre os valores de densidade das 28 espécies capturadas, tais factos revelam um povoamento bem estruturado.

No mês de Maio foram observados os valores mais baixos de diversidade específica (2,1) e de equatibilidade (0,34). As duas espécies mais abundantes, que representaram 80% da densidade total neste mês, foram *Sardina pilchardus* e *Liza aurata*. A primeira espécie dominou o povoamento com 1728 exemplares que representaram 68% da densidade total. A segunda espécie, com 311 exemplares apenas representou 12% de densidade. A dominância de duas espécies em densidade (80% do total) determinou uma equatibilidade muito reduzida (0,34).

## 2.3. ESTRUTURAÇÃO DA COMUNIDADE CLASSIFICAÇÃO E ORDENAÇÃO

A classificação hierárquica e a análise de ordenação das estações e meses de amostragem, no que respeita à densidade e à biomassa das espécies da ictiofauna, permitiram aprofundar a compreensão da organização ecológica da comunidade ictiológica da Ria de Aveiro e sua relação com as características abióticas do sistema.

### 2.3.1. ANÁLISE ESPACIAL

#### 2.3.1.1. DENSIDADE

A classificação hierárquica aglomerativa das estações de amostragem, no que respeita à densidade das espécies, delimitou quatro grupos de estações, a partir de uma distância de referência (0,08) que permitiu aglomerar estações com características ecológicas em comum (fig. 30):

- o primeiro grupo aglomerou as estações situadas na extremidade dos canais principais (ARE, CAR e VAG);
- o segundo grupo incluiu as estações junto à barra (GAF e SJA), a estação situada na principal fonte dulçaquícola (RIO) e a região com índices de poluição mais elevados (LAR);
- o terceiro grupo é constituído por apenas uma estação (BAR);
- o quarto grupo formado pela estação intermédia do canal de maior extensão (TOR).

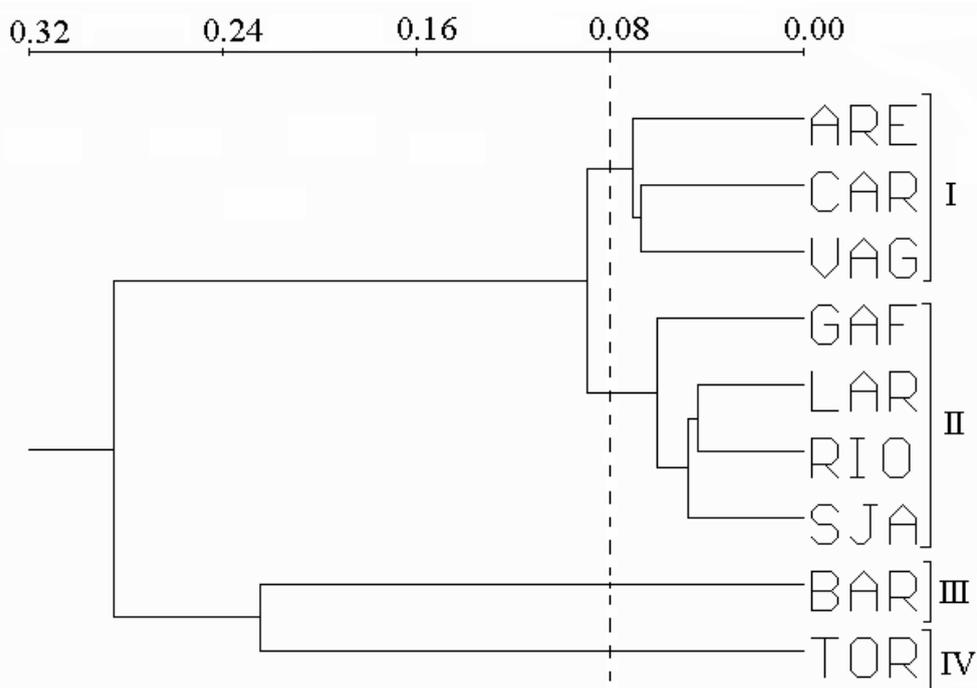


Figura 30- Dendrograma das estações de amostragem, a partir da densidade das espécies da ictiofauna. A linha tracejada define os quatro grupos de estações usados na análise discriminante.

Os parâmetros abióticos hidrológicos contribuíram de forma diferente na aglomeração das estações de amostragem. O grupo II, obtido na classificação hierárquica, surgiu destacado dos restantes grupos devido principalmente ao parâmetro transparência, cuja contribuição é superior a 75 % entre o grupo II e os restantes grupos. O parâmetro que mais influenciou as distâncias registadas entre os grupos I - III e os grupos I - IV foi o oxigénio dissolvido (tabela 16).

Tabela 16- Análise discriminante entre pares de grupos de estações de amostragem (#) a partir dos valores médios de temperatura, salinidade, oxigénio dissolvido e transparência.  $D^2$ - distância multivariada.

#	I - II	I - III	I - IV	II - III	II - IV
DISTÂNCIA MULTIVARIADA					
$D^2$	9	-11766	-3971	-204250	-1685646
CONTRIBUIÇÃO (EM %) DOS PARÂMETROS ABIÓTICOS PARA A DISTÂNCIA MULTIVARIADA					
Temperatura	-3,4	114,6	-3,4	-11,8	13,4
Salinidade	-2,8	-53,4	-125,6	3,6	1,1
Oxig. dissolv.	-27,2	217,1	955,7	-4,7	9,0
Transparência	133,5	-178,4	-726,6	112,9	76,5

Uma análise factorial de correspondências, aplicada às espécies mais abundantes e estações de amostragem, permitiu visualizar as relações de densidade das espécies em cada estação de amostragem (figs. 31 a e b). No conjunto das espécies mais abundantes, *Sardina pilchardus* (26.0 %), *Symphodus bailloni* (12.6 %) e *Syngnathus acus* (11.9 %) foram as espécies que mais contribuíram para a ordenação (tabela 17).

O contributo mais importante para a definição do primeiro eixo proveio das espécies *Sardina pilchardus* (88.2 %), *Chelon labrosus* (75.5 %) e *Liza ramada* (74.7 %). As espécies *Symphodus bailloni* (84.8 %) e *Gobius niger* (78.4 %) praticamente determinaram a definição do segundo eixo. A espécie *Dicentrarchus labrax* (60.5 %) contribuiu de forma decisiva para a definição do terceiro eixo (tabela 17).

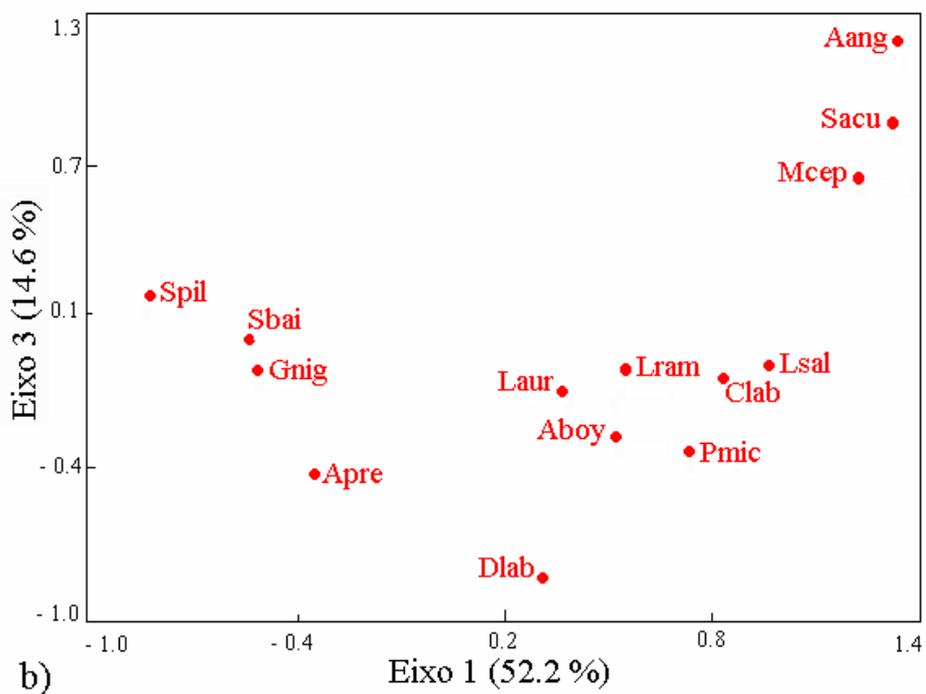
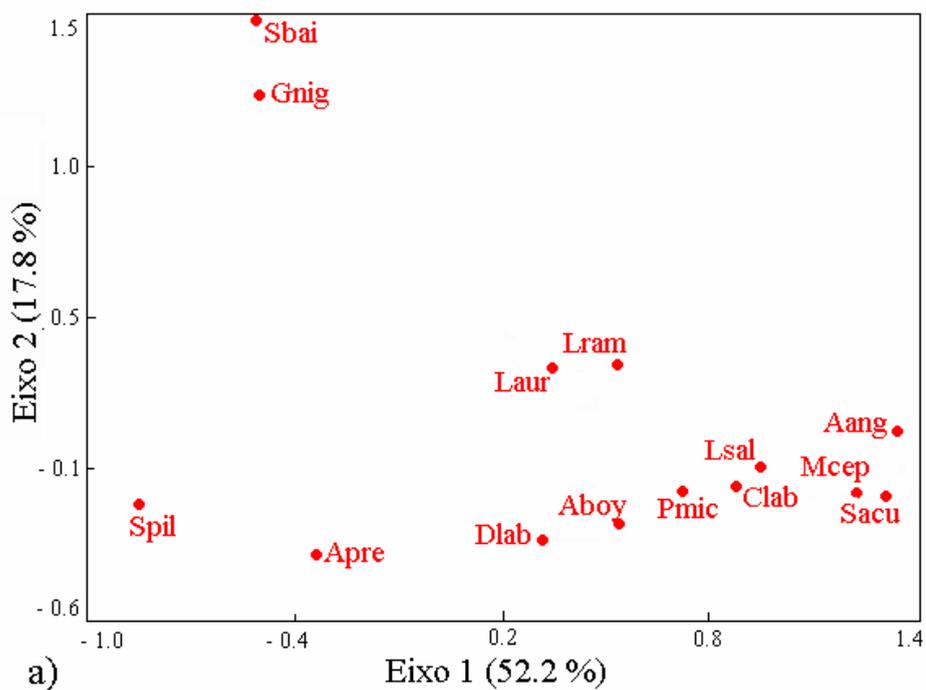
Tabela 17 - Auxiliares de interpretação da análise factorial de correspondências aplicada às densidades das espécies mais abundantes da ictiofauna da Ria de Aveiro. São indicados os valores próprios, percentagens de variabilidade total e percentagens acumuladas para oito eixos coordenados. São ainda indicadas (em percentagem) as contribuições relativas de cada espécie na definição de cada um dos três primeiros eixos coordenados, as proporções da variabilidade associada a cada espécie explicadas por aqueles eixos e a proporção da inércia total associada a cada espécie.

Eixos coordenados	1	2	3	4	5	6	7	8
Valores próprios	0,554	0,189	0,155	0,071	0,045	0,032	0,013	0,001
Percentagem de variabilidade	52,2	17,8	14,6	6,7	4,3	3,0	1,2	0,1
Percentagem acumulada	52,2	70,0	84,7	91,4	95,7	98,7	99,9	100,0

Espécies	Eixos	Contribuição relativa			Variabilidade explicada			Inércia
		1	2	3	1	2	3	
<i>Anguilla anguilla</i>		51,7	0,0	37,2	6,9	0,0	17,8	7,0
<i>Atherina boyeri</i>		32,4	9,5	12,0	2,8	2,4	3,7	4,6
<i>Atherina presbyter</i>		13,9	15,0	20,0	1,4	4,3	7,0	5,2
<i>Chelon labrosus</i>		75,5	2,3	0,9	4,1	0,4	0,2	2,8
<i>Dicentrarchus labrax</i>		8,9	8,9	60,5	1,1	3,3	27,4	6,6
<i>Gobius niger</i>		14,4	78,4	0,2	0,7	11,2	0,0	2,5
<i>Liza aurata</i>		41,2	22,2	7,3	5,0	8,0	3,2	6,4
<i>Liza ramada</i>		74,7	19,7	2,7	0,9	0,7	0,1	0,6
<i>Liza saliens</i>		64,2	1,0	0,2	7,6	0,3	0,1	6,1
<i>Mugil cephalus</i>		69,9	0,9	22,0	4,4	0,2	4,9	3,3
<i>Pomatoschistus microps</i>		33,7	1,7	9,2	2,8	0,4	2,7	4,3
<i>Sardina pilchardus</i>		88,2	5,6	5,4	43,9	8,1	9,5	26,0
<i>Symphodus bailloni</i>		11,2	84,8	0,0	2,7	60,1	0,0	12,6
<i>Syngnathus acus</i>		68,4	1,0	28,5	15,6	0,6	23,3	11,9

Os dois primeiros eixos permitiram explicar grande parte da variabilidade associada à densidade da maioria das espécies consideradas, excepto nas espécies *Dicentrarchus labrax* e *Syngnathus acus* em que a maior variabilidade foi explicada pelo terceiro eixo.

Os grupos obtidos pela análise aglomerativa foram sobrepostos à projecção dos pontos nos dois planos definidos entre o primeiro eixo principal e os eixos 2 e 3, permitindo observar uma boa concordância entre ambas as análises (fig. 30 e fig. 31 a e b). A formação dos conjuntos de estações foi influenciada pela dominância de espécies catádromas e algumas residentes, nas estações das extremidades dos canais principais. O agrupamento II (SJA, GAF, RIO e LAR) foi o mais diversificado em termos de influência das várias categorias ecológicas. A elevada densidade da espécie *Sardina pilchardus* esteve relacionada com a estação isolada, Barra, enquanto que a Torreira se manteve associada com as elevadas densidades das espécies *Symphodus bailloni* e *Gobius niger*, aí registadas.



Figuras 31 a, b - Ordenação em espaço reduzido da densidade das estações de amostragem sobreposta à ordenação das espécies mais abundantes, definidas pelos eixos da análise factorial de correspondências, (a- eixos 1-2; b- eixos 1-3). São indicadas as proporções da inércia total explicada por cada eixo coordenado.

A contribuição dos parâmetros abióticos para as variações registadas nos três principais eixos coordenados foi diferentemente significativa. Na relação entre cada parâmetro e cada eixo coordenado (tabela 18) a salinidade determinou as variações no primeiro eixo e a transparência no terceiro eixo, de forma significativa ( $p < 0,05$ ).

Tabela 18- Regressão linear simples entre cada um dos parâmetros abióticos hidrológicos (PAH) e cada um dos três principais eixos coordenados (EC), obtidos na análise de correspondências da densidade de espécies e estações de amostragem. São também indicados os valores da ordenada na origem (B0), do coeficiente do parâmetro (B1), do coeficiente de determinação ( $R^2$ ), do teste (t) de significância de B1, dos graus de liberdade (GL) e da probabilidade (P) (n.s.-  $p \geq 0,05$ ; \* -  $p < 0,05$ ).

Eixos	Parâmetros	B0	B1	$R^2$	t	EC= B0+B1 PAH	
						GL	P
1	Temperatura	-9,350	0,522	0,296	1,715	7	n.s.
	Salinidade	1,385	-0,054	0,561	-2,994	7	*
	Oxig. Dissolv.	-0,791	0,175	0,041	0,547	7	n.s.
	Transparência	-0,386	0,012	0,115	0,954	7	n.s.
2	Temperatura	-5,177	0,279	0,330	1,858	7	n.s.
	Salinidade	0,164	-0,012	0,107	-0,915	7	n.s.
	Oxig. Dissolv.	-0,780	0,126	0,083	0,794	7	n.s.
	Transparência	-0,441	0,008	0,176	1,224	7	n.s.
3	Temperatura	-5,700	0,306	0,274	1,625	7	n.s.
	Salinidade	-0,039	-0,004	0,010	-0,260	7	n.s.
	Oxig. Dissolv.	-1,804	0,312	0,350	1,943	7	n.s.
	Transparência	-0,844	0,016	0,549	2,920	7	*

Na relação entre os quatro parâmetros abióticos conjugados e as variações em cada eixo coordenado (tabela 19), os parâmetros não afectaram de forma significativa qualquer um dos eixos. No entanto, o factor que mais influenciou a variação do primeiro eixo foi a salinidade, do segundo eixo foi a temperatura e do terceiro eixo foi a transparência.

Tabela 19- Regressão linear múltipla entre os parâmetros abióticos hidrológicos (PAH), temperatura (TP), salinidade (SL), oxigénio dissolvido (OD) e transparência (TR), e cada um dos três principais eixos coordenados (EC), obtidos na análise de correspondências de densidade de espécies e estações de amostragem, com indicação dos valores da ordenada na origem (B0), dos coeficientes dos parâmetros (B1 a B4) e do coeficiente de determinação ( $R^2$ ). A influência de cada parâmetro abiótico nas variações dos eixos coordenados é igualmente representada. (n.s.-  $p \geq 0,05$ ; \* -  $p < 0,05$ ).

EC = B0 + B1 TP + B2 SL + B3 OD + B4 TR									
Eixos	B0	B1	B2	B3	B4	$R^2$	F	GL	P
1	-1,2	0,099	-0,050	0,097	0,005	0,647	1,835	4	n.s.
2	-4,2	0,219	-0,005	0,021	0,001	0,344	0,525	4	n.s.
3	-1,4	0,025	-0,001	0,038	0,015	0,553	1,237	4	n.s.

CONTRIBUIÇÃO (PERCENTUAL) DE CADA PARÂMETRO ABIÓTICO PARA O COEFICIENTE DE DETERMINAÇÃO

Eixos	Temperatura	Salinidade	Oxig. Dissolv.	Transparência
1	8,7	81,2	3,5	6,6
2	75,3	12,0	4,0	8,7
3	4,0	0,5	7,7	87,8

### 2.3.1.2. BIOMASSA

A classificação hierárquica aglomerativa das estações de amostragem, no que respeita à biomassa das espécies, constituiu cinco grupo de estações, a partir da distância 0,06 (fig. 32).

Os grupos foram os mesmos da análise por densidade de espécies, com a exceção da estação CAR que deixou de pertencer ao primeiro grupo juntamente com ARE e VAG e passou a constituir um grupo distinto, o grupo V.

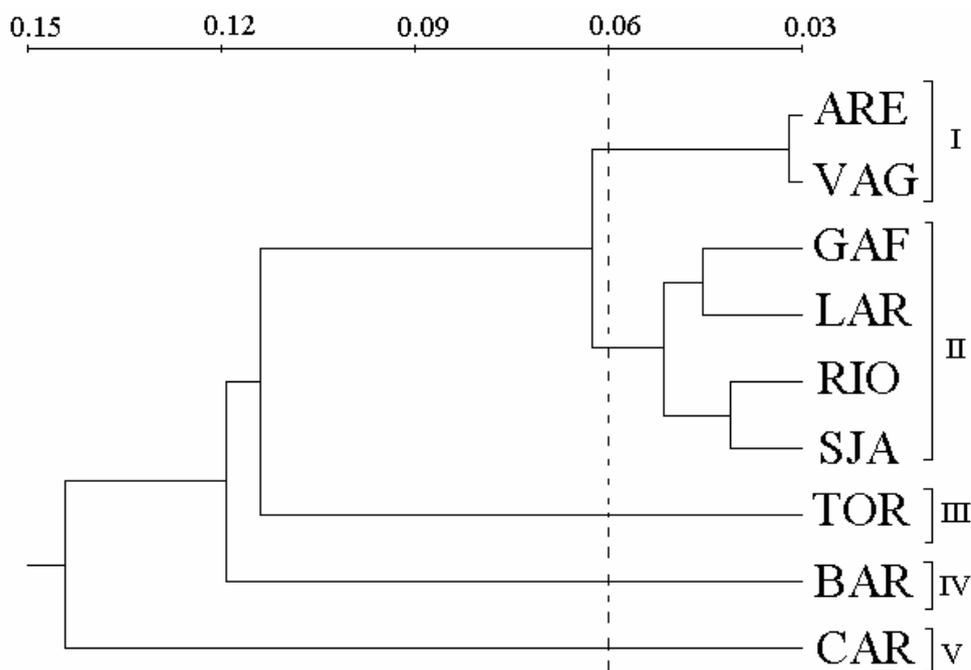


Fig.32- Dendrograma das estações de amostragem, a partir da biomassa das espécies da ictiofauna da Ria de Aveiro. A linha tracejada define os cinco grupos de estações usados na análise discriminante.

Da mesma forma que na análise discriminante para os valores da densidade das espécies, para a biomassa das espécies, o grupo II surgiu destacado dos restantes grupos devido principalmente à transparência. O parâmetro que mais influenciou as distâncias registadas entre os grupos I - III e I - IV foi a salinidade, sendo ambos os parâmetros referidos importantes na determinação das distâncias entre os grupos I - V (tabela 20).

Tabela 20- Análise discriminante entre pares de grupos de estações de amostragem (#) a partir dos valores médios de temperatura, salinidade, oxigénio dissolvido e transparência.  $D^2$ - distância multivariada.

#	I - II	I - III	I - IV	I - V	II - III	II - IV	II - V
DISTÂNCIA MULTIVARIADA							
$D^2$	8	51380570	27765250	59290810	-1685646	-204250	-2365693
CONTRIBUIÇÃO (EM %) DOS PARÂMETROS ABIÓTICOS PARA A DISTÂNCIA MULTIVARIADA							
Temperatura	-51,7	-1,1	10,5	2,6	13,4	-11,8	4,9
Salinidade	-13,6	59,9	87,6	39,5	1,1	3,6	0,2
Oxig. dissolv.	12,1	14,1	-0,8	18,1	9,0	-4,7	11,1

Transparência	153,2	27,1	2,6	39,8	76,5	112,9	83,9
---------------	-------	------	-----	------	------	-------	------

Pela análise dos auxiliares de interpretação da análise factorial de correspondências (tabela 21) é possível verificar que, no que respeita às espécies mais abundantes, as que mais contribuíram, em termos de biomassa para a ordenação, foram *Mugil cephalus* (24.5 %), *Sardina pilchardus* (21.7 %) e *Symphodus bailloni* (16.7 %).

Tabela 21 - Auxiliares de interpretação da análise factorial de correspondências aplicada à biomassa das espécies mais abundantes da ictiofauna da Ria de Aveiro. São indicados os valores próprios, percentagens de variabilidade total e percentagens acumuladas para oito eixos coordenados. São ainda indicadas (em percentagem) as contribuições relativas de cada espécie na definição de cada um dos três primeiros eixos coordenados, as proporções da variabilidade associada a cada espécie explicadas por aqueles eixos e a proporção da inércia total associada a cada espécie.

Eixos coordenados	1	2	3	4	5	6	7	8
Valores próprios	0,453	0,285	0,241	0,088	0,073	0,021	0,008	0,002
Percentagem de variabilidade	38,7	24,4	20,6	7,6	6,2	1,8	0,7	0,2
Percentagem acumulada	38,7	63,0	83,6	91,2	97,4	99,1	99,8	100,0

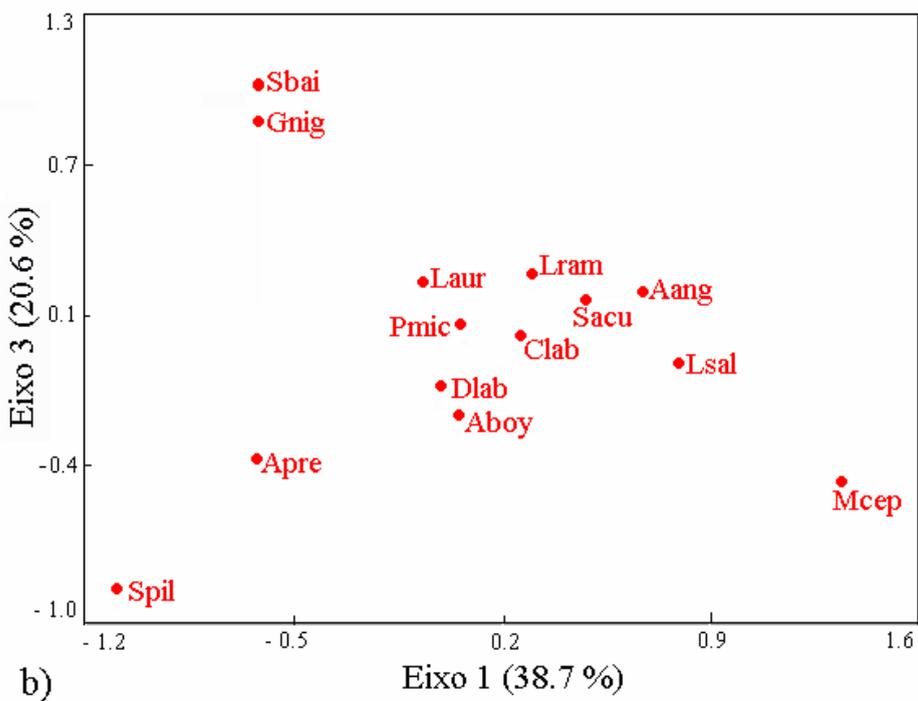
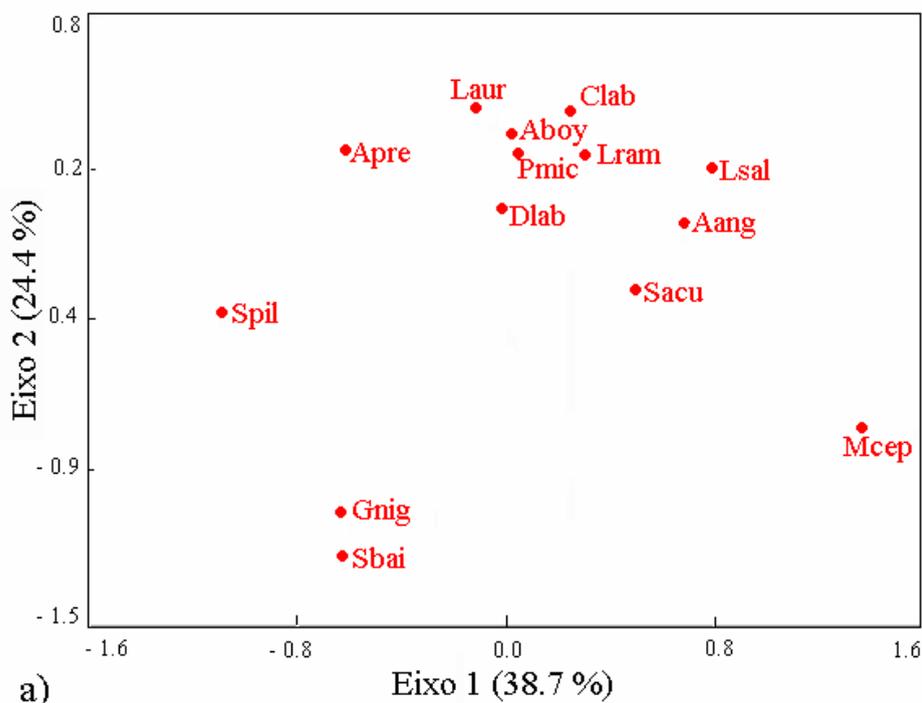
Espécies	Eixos	Contribuição relativa			Variabilidade explicada			Inércia
		1	2	3	1	2	3	
<i>Anguilla anguilla</i>		24,1	0,0	3,1	2,4	0,0	0,6	3,9
<i>Atherina boyeri</i>		0,1	10,6	4,4	0,0	1,0	0,5	2,3
<i>Atherina presbyter</i>		28,6	5,9	10,7	4,4	1,5	3,1	6,0
<i>Chelon labrosus</i>		17,2	60,9	1,7	1,1	6,0	0,2	2,4
<i>Dicentrarchus labrax</i>		0,3	1,2	3,2	0,0	0,2	0,8	5,1
<i>Gobius niger</i>		16,5	48,2	33,9	1,9	9,0	7,5	4,6
<i>Liza aurata</i>		1,9	63,2	26,6	0,4	19,7	9,8	7,6
<i>Liza ramada</i>		26,8	25,0	33,1	0,5	0,7	1,2	0,7
<i>Liza saliens</i>		77,5	7,6	0,0	8,1	1,3	0,0	4,1
<i>Mugil cephalus</i>		69,0	21,4	8,9	43,7	21,5	10,6	24,5
<i>Pomatoschistus microps</i>		0,5	12,4	1,7	0,0	0,1	0,0	0,1
<i>Sardina pilchardus</i>		55,7	4,4	35,2	31,3	3,9	37,1	21,7
<i>Symphodus bailloni</i>		13,6	50,8	35,0	5,9	34,9	28,5	16,7
<i>Syngnathus acus</i>		28,6	5,3	6,4	0,2	0,1	0,1	0,3

As espécies *Liza saliens* (77.5 %), *Mugil cephalus* (69.0 %) e *Sardina pilchardus* (55.7 %) contribuíram de modo mais elevado para a definição do primeiro eixo. As espécies *Liza aurata* (63.2 %), *Chelon labrosus* (60.9 %) e *Symphodus bailloni* (50.8 %) contribuíram com maior percentagem para a definição

do segundo eixo. Para a definição do terceiro eixo as espécies que contribuíram com cerca de 30% foram: *Sardina pilchardus*, *Symphodus bailloni*, *Gobius niger* e *Liza ramada*.

Os dois primeiros eixos permitiram explicar grande parte da variabilidade associada à biomassa da maioria das espécies consideradas excepto nos casos das espécies cuja contribuição foi maior no terceiro eixo: *Sardina pilchardus* (37.1 %) e *Symphodus bailloni* (28.5 %).

A sobreposição dos agrupamentos das estações com a projecção das espécies, referente à biomassa (figs. 33 a e b) evidenciou-se de forma diferente relativamente à análise de ordenação para a densidade das espécies. O grupo I (ARE e VAG) foi o grupo ao qual se sobrepôs a maioria das espécies. A formação do grupo II (SJA, GAF, RIO e LAR) esteve mais relacionado com a biomassa das espécies *Atherina presbyter* e *Liza aurata*. A estação Torreira afastou-se dos restantes grupos com a sobreposição das espécies *Gobius niger* e *Symphodus bailloni*, enquanto que a distância da estação Carregal, relativamente às outras estações, se mostrou vincadamente influenciada pela elevada biomassa de *Mugil cephalus*.



Figuras 33 a, b - Ordenação em espaço reduzido da biomassa das estações de amostragem sobreposta à ordenação das espécies mais abundantes, definidas pelos

eixos da análise factorial de correspondências, (a- eixos 1-2; b- eixos 1-3). São indicadas as proporções da inércia total explicada por cada eixo coordenado.

Na relação entre cada parâmetro e cada eixo coordenado, através da regressão linear simples (tabela 22) a transparência determinou as variações no eixo 2, de forma significativa. Na relação entre os quatro parâmetros conjugados e as variações em cada eixo coordenado (tabela 23) apenas o segundo eixo foi afectado de forma significativa. A transparência foi o parâmetro que mais influenciou a variação neste eixo. Nos outros dois eixos coordenados, embora de forma não significativa, a salinidade afectou, em maior percentagem, o primeiro eixo e a temperatura influenciou, em maior proporção, o terceiro eixo.

Tabela 22- Regressão linear simples entre cada um dos parâmetros abióticos hidrológicos (PAH) e cada um dos três principais eixos coordenados (EC), obtidos na análise de correspondências da biomassa de espécies e estações de amostragem. São também indicados os valores da ordenada na origem (B0), do coeficiente do parâmetro (B1), do coeficiente de determinação ( $R^2$ ), do teste (t) de significância de B1, dos graus de liberdade (GL) e da probabilidade (P) (n.s. -  $p \geq 0,05$ ; \* -  $p < 0,05$ ).

EC= B0+B1 PAH							
Eixos	Parâmetros	B0	B1	$R^2$	t	GL	P
1	Temperatura	-7,560	0,414	0,230	1,444	7	n.s.
	Salinidade	0,667	-0,030	0,220	-1,415	7	n.s.
	Oxig. Dissolv.	-1,640	0,302	0,156	1,139	7	n.s.
	Transparência	-0,644	0,014	0,201	1,328	7	n.s.
2	Temperatura	4,039	-0,212	0,093	-0,847	7	n.s.
	Salinidade	0,681	-0,022	0,181	-1,244	7	n.s.
	Oxig. Dissolv.	2,316	-0,400	0,422	-2,261	7	n.s.
	Transparência	1,067	-0,021	0,634	-3,483	7	*
3	Temperatura	-5,663	0,310	0,239	1,483	7	n.s.
	Salinidade	0,480	-0,022	0,228	-1,438	7	n.s.
	Oxig. Dissolv.	-0,020	-0,002	0,000	-0,011	7	n.s.
	Transparência	0,016	-0,001	0,002	-0,126	7	n.s.

Tabela 23- Regressão linear múltipla entre os parâmetros abióticos hidrológicos (PAH), temperatura (TP), salinidade (SL), oxigénio dissolvido (OD) e transparência (TR), e cada um dos três principais eixos coordenados (EC), obtidos na análise de correspondências de biomassa de espécies e estações de amostragem, com indicação dos valores da ordenada na origem (B0), dos coeficientes dos parâmetros (B1 a B4) e do coeficiente de determinação ( $R^2$ ). A influência de cada parâmetro abiótico nas variações dos eixos coordenados é igualmente representada. (n.s. -  $p \geq 0,05$ ; \* -  $p < 0,05$ ).

EC = B0 + B1 TP + B2 SL + B3 OD + B4 TR									
Eixos	B0	B1	B2	B3	B4	$R^2$	F	GL	P
1	-1,5	0,042	-0,029	0,218	0,005	0,423	0,734	4,4	n.s.
2	0,3	0,068	-0,024	0,052	-0,025	0,884	7,598	4,4	*
3	-9,5	0,531	-0,010	0,170	-0,020	0,548	1,210	4,4	n.s.

CONTRIBUIÇÃO (PERCENTUAL) DE CADA PARÂMETRO ABIÓTICO PARA O COEFICIENTE DE DETERMINAÇÃO

Eixos	Temperatura	Salinidade	Oxig. Dissolv.	Transparência
1	5,6	51,0	26,7	16,8
2	2,8	18,9	5,2	73,0
3	74,5	17,9	0,2	7,4

## 2.3.2. ANÁLISE TEMPORAL

### 2.3.2.1. DENSIDADE

Pela classificação hierárquica aglomerativa dos meses de amostragem, no que respeita à densidade das espécies, formaram-se três grupos descontínuos de meses, a partir da distância 0,12 (fig.33), por forma a que os grupos formados apresentassem características ecológicas semelhantes:

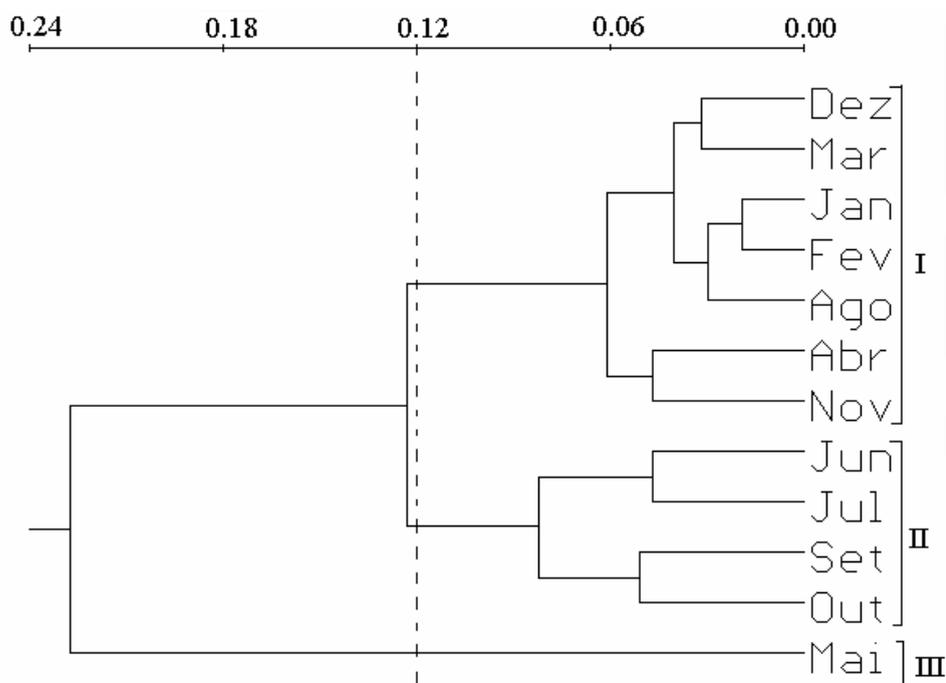


Figura 32- Dendrograma dos meses de amostragem, a partir da densidade das espécies da ictiofauna. A linha tracejada define os três grupos de meses usados na análise discriminante.

- o grupo I, constituído pelos meses de Novembro a Abril e também o mês de Agosto;
- o grupo II, constituído pelos meses de Junho a Outubro, excluindo o mês de Agosto;
- o grupo III, constituído pelo mês de Maio.

Os parâmetros abióticos hidrológicos contribuíram com proporções diferentes na aglomeração dos meses de amostragem. O grupo I, obtido na classificação hierárquica, foi influenciado grandemente pela salinidade, cuja contribuição foi superior a 30% entre os pares de grupos I-II e I-III. A temperatura contribuiu, em maior percentagem, para a análise discriminante, entre os grupos II e III (tabela 24).

Tabela 24- Análise discriminante entre pares de grupos de meses de amostragem (#) a partir dos valores médios de temperatura, salinidade, oxigénio dissolvido e transparência.  $D^2$ - distância multivariada.

	I - II	I - III	II - III
DISTÂNCIA MULTIVARIADA			
$D^2$	6	7	-695514
CONTRIBUIÇÃO (EM %) DOS PARÂMETROS ABIÓTICOS PARA A DISTÂNCIA MULTIVARIADA			
Temperatura	46,3	23,6	87,2
Salinidade	48,9	31,6	18,7
Oxig. dissolv.	7,7	19,3	23,6
Transparência	-2,8	25,4	-29,4

Pela análise dos auxiliares da interpretação da análise factorial de correspondências (tabela 25) verifica-se que as espécies que mais contribuíram, em termos de densidade para a ordenação foram *Sardina pilchardus* (18,5 %) e *Symphodus bailloni* (13,5 %).

A espécie *Sardina pilchardus* (88,7 %) contribuiu de forma mais elevada para a definição do primeiro eixo. As espécies *Symphodus bailloni* (88,4 %), *Gobius niger* (63,7 %) destacaram-se em termos de maior contribuição para a definição do segundo eixo e *Liza aurata* contribuiu com maior percentagem para a definição do terceiro eixo (54,0 %).

A variabilidade associada à densidade da maioria das espécies consideradas foi explicada em maior percentagem pelos dois primeiros eixos, com excepção das

espécies *Liza aurata*, *Liza saliens* e *Mugil cephalus*, cuja contribuição foi superior no terceiro eixo; 31,6 %, 23,2 % e 14,6 % foram as respectivas percentagens.

Tabela 25- Auxiliares de interpretação da análise factorial de correspondências aplicada às densidades das espécies mais abundantes da ictiofauna da Ria de Aveiro, a partir da matriz mensal. São indicados os valores próprios, percentagens de variabilidade total e percentagens acumuladas para onze eixos coordenados. São ainda indicadas (em percentagem) as contribuições relativas de cada espécie na definição de cada um dos eixos coordenados, as proporções da variabilidade associada a cada espécie explicadas por aqueles eixos e a proporção da inércia associada a cada espécie.

Eixos coordenados	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11
Valores próprios	0,395	0,187	0,115	0,105	0,072	0,049	0,021	0,011	0,003	0,002	0,000
Percentagem de variabilidade	41,2	19,5	12,0	10,9	7,5	5,1	2,2	1,1	0,33	0,2	0,02
Percentagem acumulada	41,1	60,7	72,7	83,6	91,1	96,2	98,3	99,4	99,78	99,98	100,0

Espécies	Contribuição relativa			Variabilidade explicada			Inércia
	1	2	3	1	2	3	
<i>Anguilla anguilla</i>	3,6	0,6	11,7	0,5	0,2	5,2	4,4
<i>Atherina boyeri</i>	55,8	5,5	0,5	5,9	1,2	0,2	3,6
<i>Atherina presbyter</i>	47,3	2,3	0,2	1,5	0,2	0,0	1,1
<i>Chelon labrosus</i>	32,7	6,2	3,8	6,5	2,6	2,6	6,7
<i>Dicentrarchus labrax</i>	17,6	3,8	14,0	2,3	1,1	6,4	4,5
<i>Gobius niger</i>	0,0	63,7	0,5	0,0	3,5	0,0	0,9
<i>Liza aurata</i>	36,3	0,0	54,0	6,2	0,0	31,6	5,8
<i>Liza ramada</i>	42,2	0,1	8,3	5,2	0,0	3,5	4,1
<i>Liza saliens</i>	42,5	0,6	25,9	11,1	0,3	23,2	8,8
<i>Mugil cephalus</i>	51,1	5,2	24,8	8,8	1,9	14,6	5,8
<i>Pomatoschistus microps</i>	6,7	19,9	10,3	0,6	4,0	3,4	3,2
<i>Sardina pilchardus</i>	88,7	8,0	2,7	48,7	9,2	5,2	18,5
<i>Symphodus bailloni</i>	6,5	88,4	2,6	2,6	74,5	3,6	13,5
<i>Syngnathus acus</i>	3,4	18,0	4,0	0,1	1,3	0,5	1,1

A sobreposição dos agrupamentos dos meses, obtidos na classificação hierárquica, com a projecção das espécies, entre o primeiro eixo principal e os eixos 2 e 3 (figs. 33 a e b) constatou-se que o período entre o Outono e o início de Primavera, correspondente ao primeiro grupo, resultou das elevadas abundâncias da maioria das espécies residentes e catádromas e uma espécie marinha sazonal. O mês de Agosto, incluído neste grupo, esteve associado às densidades de *Pomatoschistus microps* e *Gobius niger*. No período do segundo grupo, Verão/Outono, sobrepuseram-se as espécies *Anguilla anguilla* e *Symphodus bailloni*. O mês de Maio, esteve fortemente marcado pela elevada densidade de *Sardina pilchardus*.

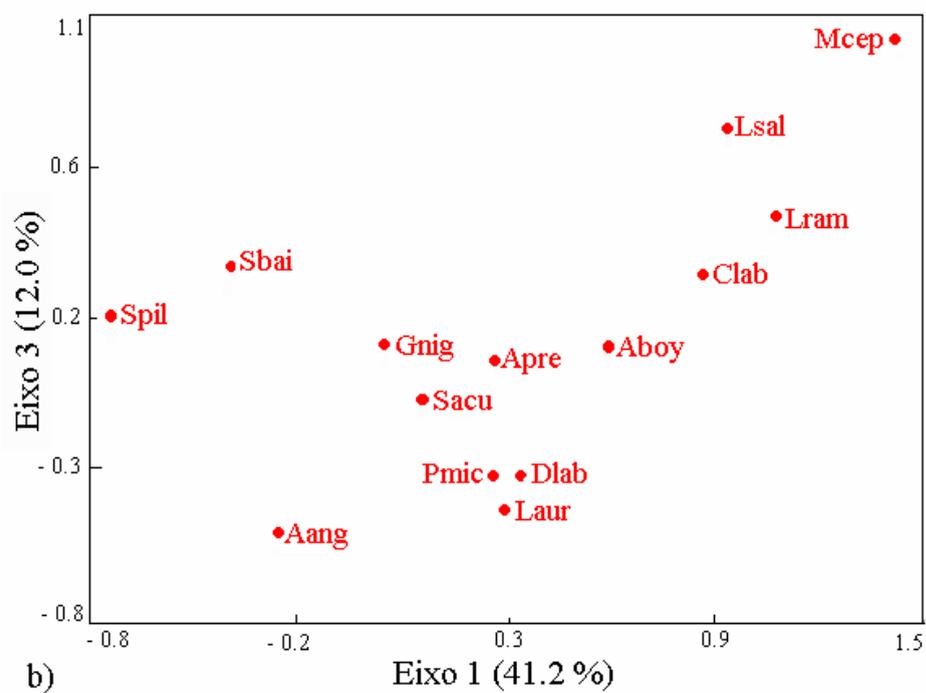
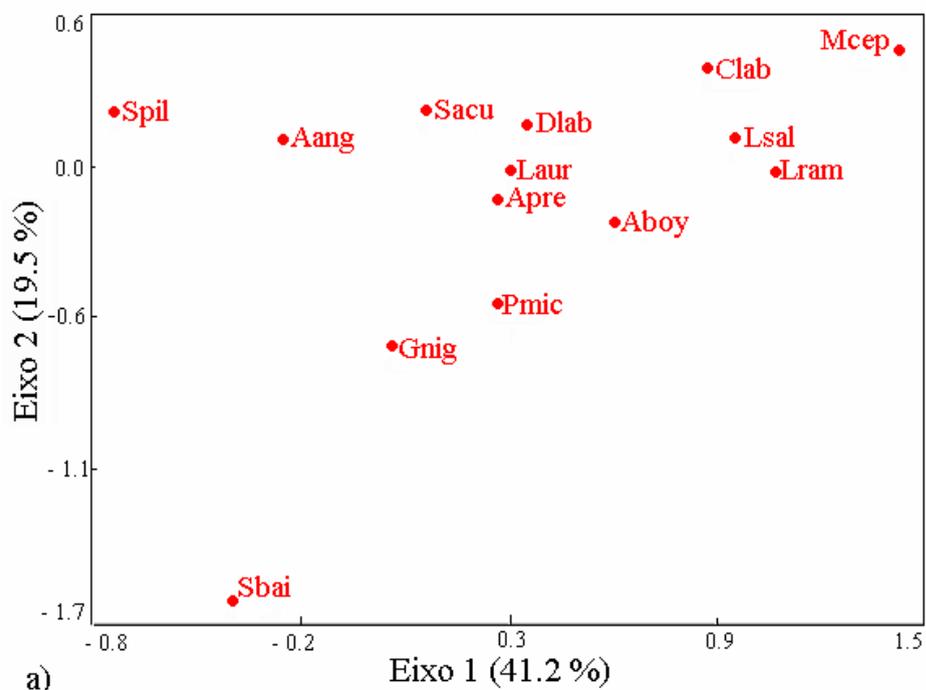


Fig.33 a, b - Ordenação em espaço reduzido da densidade dos meses de amostragem sobreposta às ordenação das espécies mais abundantes,

definidas pelos eixos da análise factorial de correspondências, (a-eixos 1-2; b-eixos 1-3). São indicadas as proporções da inércia total explicada por cada eixo coordenado.

A interpretação da ordenação apoiada nos parâmetros abióticos hidrológicos (tabela 25) indicou que a temperatura e a salinidade determinaram significativamente as variações registadas no primeiro eixo. No segundo e terceiro eixos a influência de qualquer parâmetro abiótico, na ordenação dos meses de amostragem e da densidade das espécies, não se manifestou significativa.

Tabela 25- Regressão linear simples entre cada um dos parâmetros abióticos hidrológicos (PAH) e cada um dos três principais eixos coordenados (EC), obtidos na análise de correspondências da densidade de espécies e meses de amostragem. São também indicados os valores da ordenada na origem (B0), do coeficiente do parâmetro (B1), do coeficiente de determinação ( $R^2$ ), do teste (t) de significância de B1, dos graus de liberdade (GL) e da probabilidade (P) (n.s.-  $p \geq 0,05$ ; \* -  $p < 0,05$ ).

							EC= B0+B1 PAH	
Eixos	Parâmetros	B0	B1	$R^2$	t	GL	P	
1	Temperatura	2,037	-0,097	0,527	-3,336	10	*	
	Salinidade	1,686	-0,061	0,358	-2,363	10	*	
	Oxig. Dissolv.	1,058	-0,142	0,080	-0,935	10	n.s.	
	Transparência	0,875	-0,014	0,023	-0,481	10	n.s.	
2	Temperatura	0,155	-0,011	0,017	-0,412	10	n.s.	
	Salinidade	0,702	-0,032	0,254	-1,845	10	n.s.	
	Oxig. Dissolv.	-0,142	0,018	0,003	0,184	10	n.s.	
	Transparência	1,129	-0,028	0,226	-1,707	10	n.s.	
3	Temperatura	0,564	-0,030	0,147	-1,315	10	n.s.	
	Salinidade	0,497	-0,021	0,121	-1,172	10	n.s.	
	Oxig. Dissolv.	-0,146	0,030	0,010	0,318	10	n.s.	
	Transparência	0,970	-0,022	0,171	-1,434	10	n.s.	

Os parâmetros abióticos conjugados (tabela 26) não influenciaram, de forma significativa, as variações registadas em cada eixo coordenado da ordenação de correspondência entre espécies e meses de amostragem.

Tabela 26- Regressão linear múltipla entre os parâmetros abióticos hidrológicos (PAH), temperatura (TP), salinidade (SL), oxigénio dissolvido (OD) e transparência (TR), e cada um dos três principais eixos coordenados (EC), obtidos na análise de correspondências de densidade de espécies e meses de amostragem, com indicação dos valores da ordenada na origem (B0), dos coeficientes dos parâmetros (B1 a B4) e do coeficiente de determinação ( $R^2$ ). A influência de cada parâmetro abiótico nas variações dos eixos coordenados é igualmente representada. (n.s.-  $p \geq 0,05$ ; \* -  $p < 0,05$ ).

EC = B0 + B1 TP + B2 SL + B3 OD + B4 TR									
Eixos	B0	B1	B2	B3	B4	$R^2$	F	GL	P
1	1,7	-0,074	-0,054	-0,137	0,045	0,725	4,603	4,7	*
2	0,9	0,045	-0,047	-0,003	-0,014	0,417	1,252	4,7	*
3	0,9	-0,025	0,007	0,042	-0,019	0,234	0,535	4,7	*

CONTRIBUIÇÃO (PERCENTUAL) DE CADA PARÂMETRO ABIÓTICO PARA O COEFICIENTE DE DETERMINAÇÃO

Eixos	Temperatura	Salinidade	Oxig. Dissolv.	Transparência
1	46,3	36,4	8,9	8,5
2	12,4	66,4	0,1	21,1
3	38,0	13,2	4,4	44,4

### 2.3.2.2. BIOMASSA

A partir da distância de 0,50, através da classificação hierárquica aglomerativa dos meses de amostragem, no que se refere à biomassa das espécies, foi possível constituir-se quatro grupos (fig. 34):

- o primeiro grupo aglomerou os meses de Dezembro a Abril e também o mês de Agosto,
- o segundo grupo integrou os meses de Maio a Setembro, excluindo o mês de Agosto,
- o terceiro e o quarto grupos inseriram, respectivamente os meses de Novembro e Outubro.

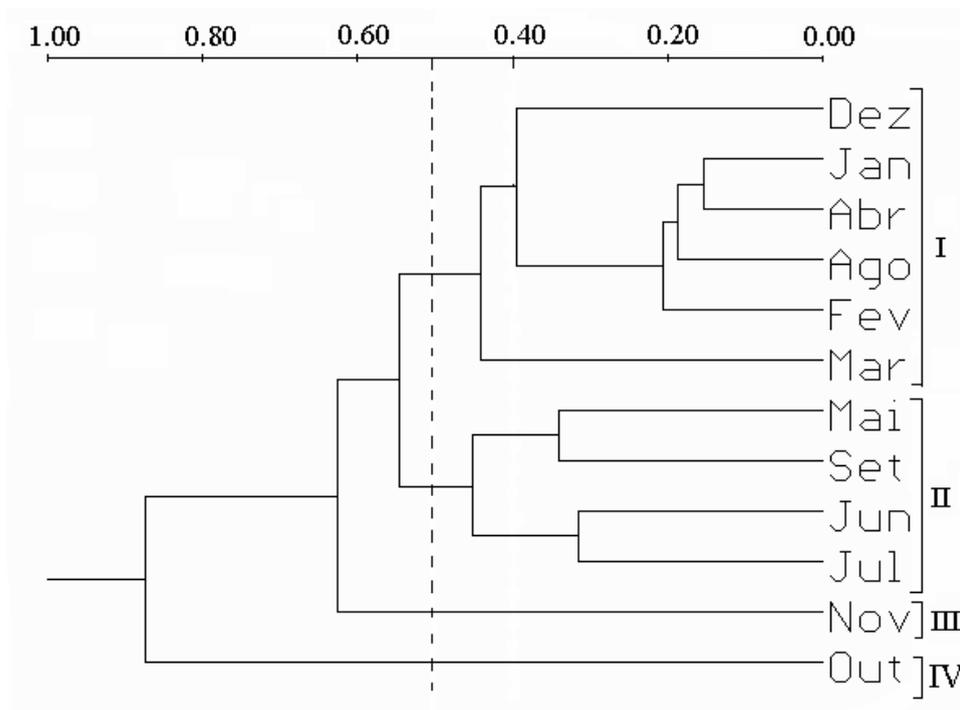


Figura 34- Dendrograma dos meses de amostragem, a partir da biomassa das espécies da ictiofauna da Ria de Aveiro. A linha tracejada define os quatro grupos de estações usados na análise discriminante.

Pela análise discriminante (tabela 27) verificou-se que o parâmetro abiótico que mais influenciou o grupo IV, comparado com o grupo II, foi o oxigénio dissolvido, assim como na comparação entre os pares de grupos II e III. A temperatura contribuiu, em maior percentagem, para a análise discriminante, entre os grupos I - II e I - IV, enquanto que a salinidade influenciou grandemente a formação dos pares I e III.

Tabela 27- Análise discriminante entre pares de grupos de meses de amostragem (#) a partir dos valores médios de temperatura, salinidade, oxigénio dissolvido e transparência.  $D^2$ - distância multivariada.

#	I - II	I - III	I - IV	II - III	II - IV
DISTÂNCIA MULTIVARIADA					
$D^2$	8	8	11	411001500	334249100
CONTRIBUIÇÃO (EM %) DOS PARÂMETROS ABIÓTICOS PARA A DISTÂNCIA MULTIVARIADA					
Temperatura	44,4	-22,7	60,4	-9,6	31,5
Salinidade	23,2	146,0	18,5	23,6	20,1
Oxig.dissolv.	28,5	-10,9	43,9	96,5	39,0
Transparência	3,8	-12,4	-2,9	-10,5	9,3

Pela análise dos auxiliares da interpretação da análise factorial de correspondências (tabela 28) constata-se que, no que respeita à biomassa das espécies, as que mais contribuíram para a ordenação foram *Liza saliens* (73,8 %) e *Symphodus bailloni* (18,7 %). O contributo mais importante para a definição do primeiro eixo foi devido às espécies *Symphodus bailloni* (92,6 %), *Sardina pilchardus* (47,8 %) e *Liza aurata* (34,7 %). As espécies *Liza saliens*, *Atherina presbyter* e *Liza ramada* foram os principais taxa responsáveis pela definição do segundo eixo, com contribuições relativas de, respectivamente, 73,4 %, 43,1 % e 37,4 %. Para a definição do terceiro eixo, *Sardina pilchardus*, *Atherina boyeri*, *Chelon labrosus* e *Pomatoschistus microps* contribuíram com percentagens entre 36,0 e 46,5.

Tabela 28- Auxiliares de interpretação da análise factorial de correspondências aplicada à biomassa das espécies mais abundantes da ictiofauna da Ria de Aveiro, a partir da matriz mensal. São indicados os valores próprios, percentagens de variabilidade total e percentagens acumuladas para onze eixos coordenados. São ainda indicadas (em percentagem) as contribuições relativas de cada espécie na definição de cada um dos eixos coordenados, as proporções da variabilidade associada a cada espécie explicadas por aqueles eixos e a proporção da inércia associada a cada espécie.

Eixos coordenados	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11
Valores próprios	0,302	0,134	0,109	0,071	0,061	0,028	0,017	0,011	0,004	0,002	0,000
Percentagem de variabilidade	40,9	18,1	14,7	9,7	8,2	3,7	2,3	1,6	0,5	0,26	0,01
Percentagem acumulada	40,9	59,0	73,8	83,4	91,6	95,4	97,7	99,2	99,73	99,99	100,0

Espécies	Contribuição relativa			Variabilidade explicada			Inércia
	1	2	3	1	2	3	
<i>Anguilla anguilla</i>	1,9	0,5	20,3	0,3	0,2	7,3	3,4
<i>Atherina boyeri</i>	3,9	2,7	36,2	0,1	0,1	2,1	0,5
<i>Atherina presbyter</i>	1,2	43,1	22,2	0,0	2,4	1,5	0,6
<i>Chelon labrosus</i>	21,2	34,0	37,2	5,3	19,2	25,8	6,4
<i>Dicentrarchus labrax</i>	8,8	17,2	4,3	1,3	5,5	1,7	3,7
<i>Gobius niger</i>	25,7	27,5	1,8	0,6	1,5	0,1	0,6
<i>Liza aurata</i>	34,7	6,0	9,8	4,6	1,8	3,6	3,4
<i>Liza ramada</i>	18,8	37,4	0,0	3,3	14,9	0,0	4,5
<i>Liza saliens</i>	7,7	73,4	0,3	2,2	47,4	0,2	73,8
<i>Mugil cephalus</i>	9,3	10,6	24,0	2,2	5,6	15,5	6,0
<i>Pomatoschistus microps</i>	3,2	3,3	46,5	0,0	0,0	0,7	0,1
<i>Sardina pilchardus</i>	47,8	1,1	36,0	14,0	0,7	29,3	7,6
<i>Symphodus bailloni</i>	92,6	0,3	6,0	66,2	0,5	12,0	18,7
<i>Syngnathus acus</i>	4,6	17,8	3,9	0,0	0,2	0,0	0,1

Os dois primeiros eixos permitiram explicar grande parte da variabilidade associada à biomassa da maioria das espécies consideradas com excepção dos casos das espécies *Symphodus bailloni*, *Mugil cephalus*, *Chelon labrosus* e *Sardina pilchardus* com contribuições de 12,0 a 29,3 %.

A aproximação dos meses de Dezembro a Abril, incluindo também o mês de Agosto, período correspondente ao primeiro grupo obtido na classificação hierárquica, resultou dos valores de biomassa de *Liza saliens*, *Liza ramada*, *Pomatoschistus microps*, *Dicentrarchus labrax*, *Mugil cephalus* e *Chelon labrosus* (figs. 35 a e b). A aproximação dos meses entre Maio e Setembro, excluindo Agosto, correspondente ao segundo grupo obtido na classificação, resultou da biomassa de *Atherina boyeri*, *Atherina presbyter*, *Anguilla anguilla*, *Syngnathus acus* e *Sardina pilchardus*. Os meses do terceiro e quarto grupo obtido na classificação mantiveram-se afastados dos restantes grupos devido às biomassas de respectivamente, *Gobius niger* e *Symphodus bailloni*.

Na relação entre cada parâmetro e cada eixo coordenado (tabela 29), a salinidade determinou as variações no primeiro eixo, de forma significativa. Nos restantes eixos, a influência dos factores abióticos a actuarem conjuntamente não foi significativa (tabela 30). No entanto, para o primeiro eixo, a salinidade contribuiu com 79,7 %, enquanto que a temperatura foi o factor que mais influenciou a formação dos segundo e terceiro eixos coordenados.

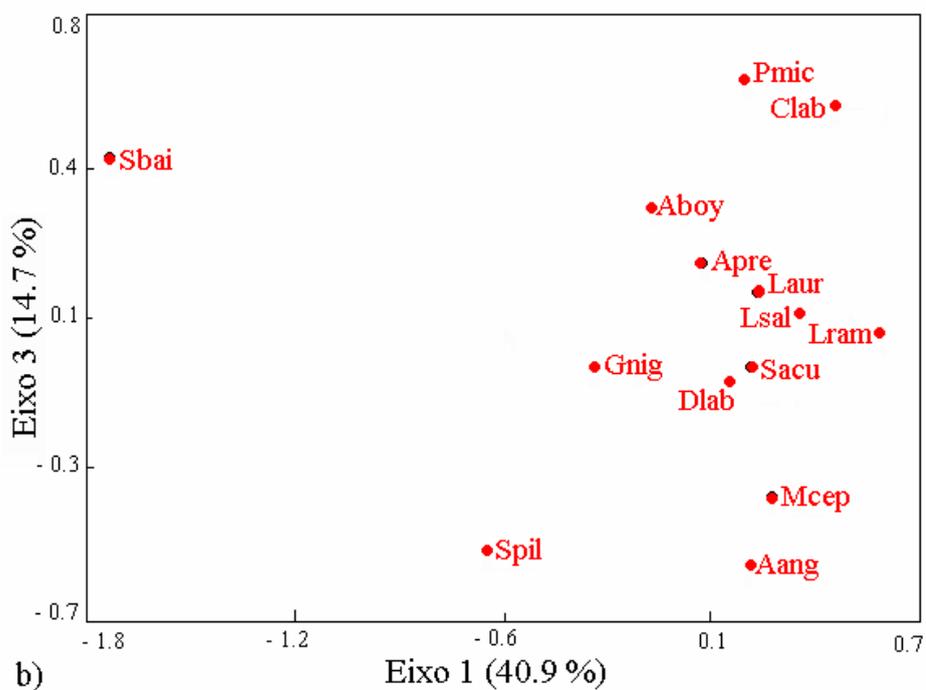
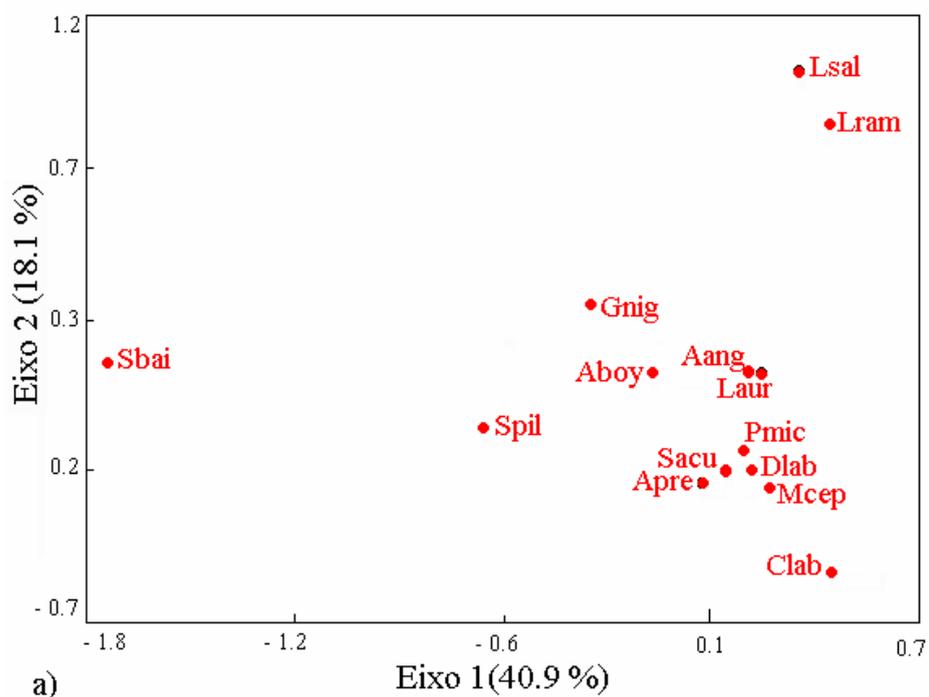


Fig.35 a, b - Ordenação em espaço reduzido da biomassa dos meses de amostragem sobreposta às ordenação das espécies mais abundantes, definidas pelos eixos da análise factorial de correspondências, (a-eixos 1-2; b-eixos 1-3). São indicadas as proporções da inércia total explicada por cada eixo coordenado.

Tabela 29- Regressão linear simples entre cada um dos parâmetros abióticos hidrológicos (PAH) e cada um dos três principais eixos coordenados (EC), obtidos na análise de correspondências da biomassa de espécies e meses de amostragem. São também indicados os valores da ordenada na origem (B0), do coeficiente do parâmetro (B1), do coeficiente de determinação ( $R^2$ ), do teste (t) de significância de B1, dos graus de liberdade (GL) e da probabilidade (P) (n.s. -  $p \geq 0,05$ ; \* -  $p < 0,05$ ).

EC= B0+B1 PAH							
Eixos	Parâmetros	B0	B1	$R^2$	t	GL	P
1	Temperatura	0,785	-0,038	0,127	-1,205	10	n.s.
	Salinidade	1,259	-0,050	0,386	-2,509	10	*
	Oxig. Dissolv.	-0,028	0,023	0,003	0,186	10	n.s.
	Transparência	0,823	-0,017	0,054	-0,755	10	n.s.
2	Temperatura	0,379	-0,022	0,074	-0,891	10	n.s.
	Salinidade	-0,027	0,000	0,000	0,021	10	n.s.
	Oxig. Dissolv.	0,106	-0,023	0,006	-0,239	10	n.s.
	Transparência	-0,343	0,008	0,019	0,438	10	n.s.
3	Temperatura	0,697	-0,036	0,303	-2,084	10	n.s.
	Salinidade	0,506	-0,020	0,163	-1,394	10	n.s.
	Oxig. Dissolv.	0,034	0,001	0,000	0,014	10	n.s.
	Transparência	0,078	-0,001	0,000	-0,064	10	n.s.

Tabela 30- Regressão linear múltipla entre os parâmetros abióticos hidrológicos (PAH), temperatura (TP), salinidade (SL), oxigénio dissolvido (OD) e transparência (TR), e cada um dos três principais eixos coordenados (EC), obtidos na análise de correspondências de densidade de espécies e meses de amostragem, com indicação dos valores da ordenada na origem (B0), dos coeficientes dos parâmetros (B1 a B4) e do coeficiente de determinação ( $R^2$ ). A influência de cada parâmetro abiótico nas variações dos eixos coordenados é igualmente representada. (n.s. -  $p \geq 0,05$ ; \* -  $p < 0,05$ ).

EC = B0 + B1 TP + B2 SL + B3 OD + B4 TR									
Eixos	B0	B1	B2	B3	B4	$R^2$	F	GL	P
1	0,5	0,024	-0,083	-0,005	0,025	0,473	1,574	4,7	n.s.
2	-0,1	-0,049	0,018	-0,006	0,014	0,200	0,438	4,7	n.s.
3	0,1	-0,037	-0,015	0,006	0,021	0,419	1,263	4,7	n.s.

CONTRIBUIÇÃO (PERCENTUAL) DE CADA PARÂMETRO ABIÓTICO PARA O COEFICIENTE DE DETERMINAÇÃO

Eixos	Temperatura	Salinidade	Oxig. Dissolv.	Transparência
1	10,2	79,7	0,1	10,0
2	81,4	0,9	0,8	16,8
3	70,5	27,3	0,0	2,1

### 3.DISSCUSSÃO

A maioria das espécies de peixe que dominam os povoamentos da Ria de Aveiro, apresenta uma variação de abundância significativa, no espaço e no tempo.

A comunidade ictiofaunística deste sistema, evidenciou, em termos globais, um valor reduzido de espécies muito abundantes (5,3), comparado com o número total de espécies capturadas (43). Tanto o número total como o número de espécies muito abundantes, em relação ao último trabalho efectuado na laguna, Rebelo(1993), obteve 7 espécies muito abundantes para um total de 55.

Em cerca de dez anos, o nível de estruturação do povoamento da laguna sofreu um decréscimo, ainda que pouco acentuado. Este facto poder-se-á relacionar com as acções antropogénicas que têm vindo a afectar a Ria de Aveiro, nomeadamente o desassoreamento da laguna e a tendência de aumento de pesca artesanal e desportiva.

A Ria de Aveiro apresenta-se relativamente bem representada em número de espécies quando comparada com outros sistemas lagunares estuarinos: El Abra, em Espanha (23 espécies) (Elliott e Dewailly, 1995) e o estuário Elbe, na Alemanha (62 espécies) (Thiel *et al.*, 1995).

A riqueza específica apresentou flutuações ao longo do espaço lagunar. O nível de estruturação da comunidade e a diversidade específica revelaram-se mais elevados nas estações mais afastadas da entrada da embocadura.

As espécies da ictiofauna distribuem-se em quatro regiões, nem sempre contínuas na área lagunar.

As espécies catádromas (*Anguilla anguilla* e *Liza saliens*), espécies residentes (*Pomatoschistus microps*, *Mugil cephalus* e *Syngnathus acus*) e uma espécie marinha sazonal (*Chelon labrosus*) colonizam os extremos da laguna, constituindo uma região de elevada estruturação populacional.

As regiões próximas da embocadura da laguna (Gafanha da Nazaré e São Jacinto) e as regiões com mais elevados níveis de poluição química e orgânica (Rio

Novo de Príncipe e Laranjo), evidenciaram características abióticas que os separam do restante espaço lagunar. Os valores da transparência deste grupo de estações são significativamente menores comparados com os das restantes regiões. As espécies *Sardina pilchardus* e *Atherina spp* predominam, tanto na região da Gafanha da Nazaré, cuja área está sujeita a níveis de poluição provenientes dos estaleiros navais e de indústrias químicas e de transformação de pescado, como na área de São Jacinto, onde a influência do mar é maior. Na região do Rio Vouga, sujeita a cargas de poluição, provenientes das indústrias de celulose e fortemente influenciada pelo meio dulçaquícola, o povoamento de peixes é pobre em espécies e pouco diverso. A espécie *Liza aurata* domina, em densidade, as restantes espécies que aí ocorrem. Na região do Laranjo, sujeita a pressão de poluição química e orgânica de forte influência poluente, proveniente de efluentes industriais, domésticos e agrícolas, domina a espécie *Dicentrarchus labrax*. Esta espécie é muito frequente em zonas poluídas, em regra pouco salinas, razoavelmente oxigenadas, muito turvas e produtivas (Barnabé, 1980; Rebelo, 1993).

A Barra constitui uma região com uma população de peixes pouco diversa e com a mais baixa estruturação de povoamento de todo o sistema lagunar. Este facto está relacionado com a forte abundância de *Sardina pilchardus*, relativamente às baixas densidades das outras espécies colonizadoras da região. *Sardina pilchardus* é uma espécie marinha sazonal, que recruta à laguna em Maio, em elevada densidade, nas regiões mais perto da embocadura.

A Torreira, zona intermédia do canal principal, é a região com maior densidade total de peixes capturados, para além de registar grande riqueza específica. Esta área está fortemente marcada pela colonização preferencial de espécies sedentárias, em especial *Gobius niger* e pelas visitas ocasionais de espécies marinhas adventícias ou ocasionais, como *Symphodus bailloni*.

A salinidade e a transparência influenciam, de modo significativo, a formação das regiões referidas. É possível definir-se um padrão de gradiente salino desde a zona da Barra, com salinidade mais elevada, até à zona do Areão, com menor

salinidade. As espécies que preferem regiões mais salinas são *Sardina pilchardus*, *Symphodus bailloni* e *Gobius niger* e as que colonizam zonas mais dulçaquícolas são *Anguilla anguilla*, *Mugil cephalus* e *Syngnathus acus*.

Através da transparência é possível estabelecer-se dois grupos de estações significativamente distintos, segundo este padrão; regiões de elevada transparência (Barra, Areão, Carregal e Torreira) e regiões mais turvas (Laranjo, Rio Novo de Príncipe e Vagos). As espécies que ocorrem preferencialmente nas regiões mais transparentes são *Anguilla anguilla*, *Syngnathus acus* e *Mugil cephalus*, as que colonizam zonas mais turvas são *Dicentrarchus labrax*, *Atherina boyeri* e *Pomatoschistus microps*.

A biomassa da ictiofauna da Ria de Aveiro define as mesmas regiões estabelecidas pela densidade, com excepção da região do Carregal que se separa da zona do Areão e Vagos para formar um grupo isolado. Isto deve-se ao facto de, nesta zona, se encontrarem os exemplares mais velhos de *Mugil cephalus* (Rebelo *et al.*, 1998) e conseqüentemente de maior biomassa. A elevada diversidade específica e um povoamento bem estruturado caracterizam os povoamentos desta região como os mais bem estruturados de todo o corpo lagunar.

Na Ria de Aveiro os factores abióticos hidrológicos (temperatura, salinidade e oxigénio dissolvido) apresentam uma variação sazonal significativa.

A riqueza específica aumentou tendencialmente ao longo do ano, excepto em Março em que se registou um decréscimo do número de espécies que colonizam a laguna.

A diversidade específica e a estruturação do povoamento registaram-se mais elevadas no início da Primavera e no pico de Verão.

Segundo Bennett (1989) e Monteiro (1989), a variação sazonal do número, distribuição e densidade das espécies nos sistemas lagunares está mais relacionada com a actividade migratória do que com as variações dos factores abióticos. No entanto, verificou-se, neste trabalho, que a temperatura e a salinidade influenciaram de modo significativo, a formação de três discontinuidades sazonais.

O período entre os meses de Novembro a Abril, com um ambiente de temperatura e salinidade mais reduzidos e valores médios de oxigénio dissolvido, é caracterizado por espécies de várias categorias ecológicas: espécies catádromas, *Liza saliens* e *Liza ramada*, espécies marinhas sazonais, *Chelon labrosus* e *Liza aurata*, espécies residentes, *Mugil cephalus*, *Atherina boyeri*, *Pomatoschistus microps*, *Gobius niger* e *Syngnathus acus* e uma espécie dependente do meio lagunar enquanto juvenil, *Dicentrarchus labrax*.

O mês de Agosto também incluído no primeiro período de aglomeração de espécies, apresenta valores de temperatura e salinidade muito elevados, correspondendo à época mais bem estruturada em termos de povoamento e mais rica e diversa em espécies de todo o período lagunar.

Entre os meses de Junho a Outubro, período de valores elevados de temperatura e salinidade, a diversidade específica aumentou bastante ao longo deste tempo, mostrando uma fraca estruturação devido à dominância de *Symphodus bailloni* e de *Anguilla anguilla*, relativamente à densidade das restantes espécies.

O mês de Maio apresenta densidades elevadas de *Sardina pilchardus*, pelo que a estruturação da população, assim como o número de espécies muito abundantes, apresentam os valores mais baixos de todo o período lagunar. *Sardina pilchardus*, espécie marinha sazonal que ocorre em cardumes intensos, recrutou à laguna a partir de Abril aí permanecendo até ao início do Inverno.

A distribuição sazonal da biomassa da ictiofauna é influenciada significativamente pela salinidade, definindo quatro períodos, com pequenas alterações relativas às estabelecidas pela densidade.

O período de menor salinidade é compreendido entre os meses de Dezembro a Abril, definido pela biomassa de mugilídeos e *Dicentrarchus labrax*. No período de maior salinidade ocorre a espécie *Symphodus bailloni*, espécie marinha adventícia que migra esporadicamente para a laguna.

**VI**

**CONCLUSÕES**

Este trabalho constitui uma actualização e aprofundamento sobre aspectos da estrutura e dinâmica das populações da fauna ictiológica da Ria de Aveiro, considerando que o último trabalho sobre o tema, nesta laguna (Rebelo, 1993), decorreu há cerca de dez anos. Procurou-se desenvolver aspectos sobre o agrupamento de espécies em categorias ecotróficas, nomeadamente ecológicas, por forma a compreender, de modo mais claro, a distribuição espaço-temporal, em termos de riqueza, densidade e biomassa de um grupo de espécies com características em comum.

As características particulares deste sistema lagunar, com clima temperado e sujeito à influência permanente dos meios dulçaquícola e marinho, contribuíram para a definição de condições hidrológicas e físico-químicas próprias em diferentes áreas geográficas e em diferentes períodos sazonais. Estes parâmetros influenciam os ciclos biológicos das diversas espécies, sua ocorrência, abundância e distribuição que variam consideravelmente em diferentes áreas e em diferentes épocas do ano.

A salinidade e a transparência da água constituem os parâmetros físico-químicos com importância significativa na regulação da abundância (densidade e biomassa) das espécies em toda a extensão lagunar. A temperatura e a salinidade influenciaram significativamente a definição de grupos sazonais e distribuição da densidade das espécies ao longo do tempo.

A ictiofauna que melhor se adapta às características ambientais deste ecossistema, é constituída por espécies que permanecem na laguna durante todo o seu ciclo de vida, por espécies que dela dependem na fase juvenil do seu desenvolvimento e por espécies marinhas que nela penetram ocasionalmente.

A riqueza em espécies destas categorias ecológicas é idêntica à de outros sistemas lagunares europeus (Rasmussen, 1973; Nash, 1988; Costa e Elliott, 1991; Hamerlynck, 1993; Elliott e Dewailly, 1995; Thiel *et al.*, 1995; Marshand não publicado; Marshall e Elliott, não publicado).

Na Ria de Aveiro, as espécies marinhas que recrutam à laguna sazonalmente, apresentam densidades mais elevadas do que as espécies que pertencem a outras

categorias ecológicas. A espécie *Sardina pilchardus* visita a laguna em cardumes, durante o fim da Primavera e o início do Verão. A densidade desta espécie é muito elevada, principalmente na região da Barra. Por outro lado, considerando que esta espécie visita a laguna na sua fase juvenil, com pequenas dimensões, o peso médio é muito baixo, e a biomassa total reflecte esses reduzidos valores.

As espécies *Liza aurata* e *Chelon labrosus*, também marinhas sazonais, de maiores dimensões são as que mais contribuem para a biomassa total desta categoria ecológica.

As espécies sedentárias são pouco abundantes, sugerindo que as características ambientais da laguna não permitam o desenvolvimento filogenético de espécies tipicamente adaptadas às características bióticas e abióticas da laguna. Das espécies desta categoria destacam-se, pela elevada densidade, *Atherina boyeri*, e pela sua considerável biomassa, *Mugil cephalus*. Ambas as espécies povoam todo o espaço lagunar. No período Inverno/Primavera, em que ocorre a sua reprodução, as espécies concentram-se nos extremos da laguna. Os juvenis permanecem nestas regiões no primeiro ano, colonizando, mais tarde, as regiões mais próximas da barra, de maior influência marinha (Rebelo, 1993).

As espécies marinhas que dependem do meio lagunar durante a sua fase juvenil são igualmente abundantes, em termos de densidade e de biomassa totais, comparativamente com as espécies sedentárias. As espécies *Dicentrarchus labrax* e *Atherina presbyter* são, nesta categoria, as mais abundantes. As suas elevadas capacidades homeostáticas e a eventual ausência de potenciais competidores tróficos, possibilitam a ocorrência destas espécies, com elevada densidade e biomassa, em meios afectados por poluição química e orgânica.

Das espécies marinhas adventícias destaca-se pela sua abundância *Symphodus bailloni* que colonizou principalmente a região da Torreira, entre Agosto e Outubro.

*Carassius carassius* foi a única espécie dulçaquícola que, com um exemplar, ocorreu na Ria de Aveiro.

Nesta laguna, o número de espécies bênticas, pelágicas ou demersais é muito semelhante entre si, ao contrário dos vários ecossistemas lagunares considerados, cujo número de espécies bênticas é superior. A abundância, neste estudo, foi maioritária para as espécies pelágicas. O tipo de rede utilizada poder-se-á pôr em causa, nesta questão. A produção de ovos pelágicos, a preferência por fundo arenoso e/ou lodoso e a alimentação constituída essencialmente por invertebrados, são as três categorias com maior número de espécies, tanto na Ria de Aveiro como para as restantes lagunas Europeias referidas.

A riqueza em espécies da ictiofauna decresceu em doze espécies, relativamente ao trabalho anterior. Desde a primeira década deste século até à actualidade foram identificadas 86 espécies pertencentes a 35 famílias, de Ciclóstomos, Seláceos e Teleósteos. No actual estudo, apenas foram encontradas 43 espécies, pertencentes a 21 famílias exclusivamente de Teleósteos. Esta variação está certamente relacionada com as modificações ambientais operadas no sistema lagunar principalmente durante o último meio século. As alterações efectuadas na estrutura da barra, a concentração de poluentes orgânicos e industriais e, mais recentemente, o desassoreamento da Ria, constituem as principais fontes de variação abiótica e biótica na laguna.

Em termos da estrutura espacial da comunidade ictiológica da Ria de Aveiro, os índices globais de densidade, a classificação hierárquica aglomerativa, a análise de ordenação entre as estações de amostragem e a densidade e biomassa das espécies mais abundantes, permitem considerar quatro regiões distintas de ocorrência de espécies em diversas fases do seu ciclo de ocupação da Ria de Aveiro.

Os extremos da laguna, com diversidade específica e equatibilidade elevadas relacionam-se com a colonização de espécies catádromas, espécies marinhas sazonais e espécies residentes, especialmente no seu estado juvenil.

Os parâmetros hidrológicos abióticos, fraca salinidade e elevada transparência da água, para além da intensa vegetação e do acentuado recorte das

margens nestas áreas, possibilitam que as espécies juvenis frágeis encontrem alimento disponível, para além de locais de abrigo e refúgio de eventuais predadores.

As regiões de maior influência marinha, junto à barra, juntamente com as regiões de maior índice de poluição constituem um grupo distinto devido aos valores da transparência da água serem significativamente inferiores aos das restantes áreas. Estas regiões são abundantemente colonizadas por espécies ecologicamente diversificadas: marinhas sazonais (*Liza aurata*), espécies marinhas dependentes do meio lagunar (*Atherina presbyter* e *Dicentrarchus labrax*) e espécies residentes (*Atherina boyeri*).

As espécies marinhas sazonais colonizam a laguna por razões de carácter essencialmente trófico. As espécies marinhas de pendentes do meio lagunar e as espécies residentes colonizam as regiões mais turvas e mais poluídas, devido às suas capacidades homeostáticas e também devido ao seu comportamento alimentar, buscando presas de maiores dimensões, por um lado, e por outro, evitando potenciais competidores tróficos.

A Barra é a região de menor diversidade específica e com uma fraca estruturação de povoamento, ao contrário do trabalho de Rebelo, 1993. Este facto está relacionado com a forte abundância da espécie *Sardina Pilchardus*, neste ano, relativamente às densidades reduzidas das outras espécies que colonizam esta zona, como *Liza aurata* e *Atherina presbyter*.

Os valores de transparência e salinidade elevados, juntamente com uma confluência acentuada de vários canais adjacente, fazem da Torreira, uma região muito bem estruturada e bastante rica em espécies. A esta zona estão associadas as espécies *Gobius niger* e *Symphodus bailloni*.

A região do Carregal, numa abordagem da biomassa, passa a constituir um grupo distinto das outras zonas. A elevada diversidade específica e a maior equatibilidade, caracterizam o povoamento desta região como o mais bem estruturado de todo o corpo lagunar.

A variação sazonal da estrutura da ictiofauna da Ria de Aveiro é considerável, a comunidade de peixes é organizada segundo três principais descontinuidades temporais. A distribuição sazonal das espécies é influenciada significativamente pela temperatura e pela salinidade, tendo também em consideração a influência dos fluxos migratórios das populações cíclicas.

O período entre Novembro e Abril, associado à baixa temperatura e salinidade, resulta de um segundo recrutamento ou de emigração de populações. As espécies associadas a esta descontinuidade são espécies residentes, marinhas juvenis, dependentes do meio lagunar, marinhas sazonais e espécies catádromas.

O agrupamento isolado do mês de Maio é provocado pelo recrutamento massivo de juvenis que colonizam a laguna. Trata-se da espécie marinha sazonal *Sardina pilchardus* que visita a laguna, de uma forma abundante nesta época do ano, provocando um abaixamento dos níveis de diversidade específica, apresentando a equatibilidade menor de todo o período do ano.

O período entre Junho e Outubro corresponde à entrada para a laguna da espécie catádroma *Anguilla anguilla* e da espécie marinha adventícia *Symphodus bailloni*. É o período melhor estruturado e com diversidade específica mais elevadas.

Como considerações finais, os resultados obtidos com o presente trabalho conseguiram responder aos objectivos propostos no seu início. Deste modo, foi feita uma caracterização abiótica do meio hidrológico da laguna, inventariada a comunidade ictiológica, agrupada em “guilds” ecotróficos e estudada a estrutura da comunidade ictiológica, com a aplicação de índices globais de diversidade, análises aglomerativas hierárquicas e análises de ordenação, por forma a compreender a estrutura e dinâmica das populações de peixes da Ria de Aveiro.

Posteriormente a este trabalho, e como estímulo futuro, sugerem-se alguns estudos que visem abordar aspectos como a idade e crescimento, hábitos alimentares, aspectos bióticos (de predação ou competição) ou níveis de

acumulação de poluentes, especialmente em espécies dominantes neste sistema lagunar estuarino.

**BIBLIOGRAFIA**

- ABECASSIS, C.K. 1961. *As formações lagunares e seus problemas de engenharia litoral - contribuição para um estudo sistemático*. Dissertação para professor catedrático apresentada ao Instituto Superior Técnico da Universidade Técnica de Lisboa. Lisboa. 174 p.
- ALBUQUERQUE, R.M. 1954-1956. *Peixes de Portugal e ilhas adjacentes. Chaves para a sua determinação*. Port. Acta Biol B (5): 1164 p.
- ALIAUME, C.; MONTEIRO, C.; LOUIS, M.; LAM HOAI, T.; LASSERRE, G. 1993. "Organisation spatio-temporelle des peuplements ichthyologiques lagunaires (Ria Formosa du Portugal et Grand Cul-de-Sac Marin de Guadeloupe)". *Oceanologica data* 16 (3): 291-301.
- AMANIEU, M.; LASSERRE, G. 1982. "Organisation et évolution des peuplements lagunaires". *Oceanologica Acta*. International Symposium on coastal lagoons, SCOR/IABO/UNESCO, Bordeaux, France, 8-14 September, 1981: 201-213.
- ANDRADE, C.A.C.F. 1990. *O ambiente de barreira da Ria Formosa*. Dissertação apresentada à Universidade de Lisboa para a obtenção do grau de Doutor em Geologia, na especialidade de Geologia do Ambiente. Lisboa. 644 p.
- ANDRADE, J.P.A.S. 1982. *Contribuição para o estudo da biologia do robalo *Dicentrarchus labrax* (LINNAEUS, 1758) (PISCES, MORONIDAE) da Ria de Aveiro*. Relatório de Estágio de Licenciatura. Faculdade de Ciências de Lisboa. Lisboa. 151 p.
- ANON. 1994. "Solução integrada de colecta, tratamento e destino final dos efluentes líquidos. Parte IV". Estudo de impacte ambiental. Resumo não técnico AMRIA. Vol.I. 39 p.
- ARRUDA, L.M.; ANDRADE, J.P.; CUNHA, M.M. 1988. "Abundance, diversity and community structure of the fish population in the Ria de Aveiro (Portugal)". *Oceanologica Acta* 11 (3): 235-240.
- BARNABÉ, G. 1980. *Exposé synoptique des données biologiques sur le loup ou bar, *Dicentrarchus labrax* (Linné, 1758)*. Synopsis FAO Pêches. 126: 70 p.
- BARNES, R.S.K. 1980. *Coastal lagoons*. Cambridge University Press, Cambridge. 106 p.

- BARROSA, J. O. 1980. "A Ria de Aveiro e a sua influência na economia da região". *Recursos hídricos* 1 (3): 83-96.
- BAUCHOT, M.L.; PRAS, A. 1987. *Guía de los peces de mar de España y de Europa*. Ediciones Omega, Barcelona. 432 p.
- BENNETT, B.A. 1989. "The fish community of a moderately exposed beach on the Southwestern Cape Coast of South Africa and an assessment of this habitat as a nursery for juvenile fish." *Estuarine, Coastal and Shelf Science* 28: 293-305.
- BENNETT, B.A. 1994. "The fish community of Berg River estuary and assessment of the likely effects of reduced freshwater inflows". *S.-Afr. Tydskr. Dierk.* 29 (2): 118-125.
- BÓIA, C.M.M.L. 1996. *Contribuição para a avaliação de risco devido à acumulação de mercúrio em Artemia*. Dissertação apresentada à Universidade de Aveiro, Departamento de Ambiente e Ordenamento, para obtenção do Grau de Doutor em Ciências Aplicadas ao Ambiente. Aveiro. 244 p.
- BÓIA, C.M., DUARTE, A.C., SOBRAL, M.C. 1987. "Experiência piscícola numa salina de Aveiro - Resultados preliminares". *Seminário sobre aquacultura*. 9 a 11 de Abril. Porto. s/ p.
- BÓIA, C.; POMBO, L. BORGES, R.; REBELO, J.E.; DUARTE, A.C. 1998. "Heavy metals in sea bass (*Dicentrarchus labrax*, LINNAEUS, 1758) of the natural environment and from fish farms of the lagoon of Aveiro". *Seminário sobre Seafood Safety'98*: 28-29.
- BORREGO, C.; CRUZ, M.M.; GONÇALVES, P. 1994. *Estudo de avaliação da vulnerabilidade da capacidade de recepção das águas costeiras em Portugal*. Relatório R 3.2. Meios receptores e suas características: (Be 1) - Ria de Aveiro, Pateira de Fermentelos e Barrinha de Mira. IDAD - Projecto nº 13/94. 69 p.
- BROWN-PETERSON, N.; EAMES, R.W. 1990. "Ichthyofauna associated with spoil in the Indian River Lagoon, Florida". *Fla.Sci* 53: 226-238.
- CHON, J.M.G.; QUEVEDO, S.N.; LONGORIA, R.C. 1996. "Ictiofauna of La Cruz coastal lagoon, Sonora, Mexico". *Ciencias Marinas* 22 (2): 129-150.

- CLARK, B.M. 1997. "Variation in surf-zone fish community structure across a wave-exposure gradient". *Estuaries, Coastal and Shelf Science* 44: 659-674.
- COSTA, M.J.; ELLIOTT, M. 1991. "Fish usage and feeding in two industrialised estuaries - the Tagus, Portugal, and the Forth, Scotland". *Estuaries and Coasts: spatial and temporal intercomparisons*. Olsen and Olsen, Fredensborg, Denmark: 289-297.
- DAGET, J. 1976. *Les modèles mathématiques en écologie*. Masson, Paris. 172 p.
- DAY, J.H. 1981. 1981. "Summaries of current knowledge of 43 estuaries in southern Africa". *Estuarine ecology with particular reference to southern Africa*: 251-329.
- ELLIOTT, M.; DEWAILLY, F. 1995. "The structure and components of European estuarine fish assemblages". *Neth. J. Aquac. Ecol.* 29 (3-4): 397-417.
- ELLIOTT, M.; TAYLOR, C.J.L. 1989. "The structure and functioning of an estuarine/marine fish community in the Forth estuary, Scotland". *Proceedings of the 21<sup>st</sup> European Marine Biology Symposium Gdansk. Polish Academy of Sciences, Institute of Oceanology, Warsaw*: 227-240
- ELLIOTT, M.; O'REILLY, M.G.; TAYLOR, C.J.L. 1990. "The Forth estuary: a nursery and overwintering area for North Sea fishes". *Hydrobiologia*, 195: 89-103
- GUELORGETO, O.; PERTHUISOT, J-P. 1993. *Le domaine paralique. Expressions géologiques, biologiques et économiques du confinement*. Presses de l'École Normale Supérieure, Paris: 136.
- HAEDRICH, R.L. 1993. "Estuarine fishes, chapter 7". *Estuarine and Enclosed Seas*. Elsevier, Amsterdam: 183-207.
- HAMERLYNK, O. 1993. *The ecology of Pomatochistus minutus and Pomatochistus lozanoi de Buen (Pisces, Gobiidae) in the shallow coastal waters and estuaries of the Southern Bight of the North sea*. Thesis, Universutyt of Gent, Belgium.
- HENDERSON, P. 1989. "On the structure of the inshore fish community of England and Wales" *J. Mar. Biol. Ass. U.K.* 69: 145-163.
- HILL, M.O. 1973. "Diversity and evenness: a unifying notation and its consequences". *Ecologie* 54: 427-432.

- IBAÑEZ, F. 1976. "Contribution à l'analyse mathématique des événements en ecologie planctonique. Optimisations méthodologiques: étude expérimentale en continu à petite échelle de l'hétérogénéité du plancton côtier". *Bouletin de L'Institute Océanographique. Fondation Albert 1<sup>er</sup>, Prince du Monaco* 72 (1431): 1-96.
- LEGENDRE, L.; LEGENDRE, P. 1984. *Écologie numérique. Le traitement multiple des données écologiques*. Masson et Les Presses de l'Université du Québec, 2<sup>e</sup> ed., Paris. 259p.
- LEGENDRE, L.; LEGENDRE, P. 1984. *Écologie numérique. La structure des données écologiques*. Masson et Les Presses de l'Université du Québec, 2<sup>e</sup> ed., Paris. 335 p.
- LIMA, C. 1986. *Impacto da poluição por mercúrio nos organismos aquáticos da Ria de Aveiro*. Relatórios do Instituto Nacional de Investigação das Pescas 66: 28 p.
- LONERAGEN, N.R.; POTTER, I.C. 1990. "Factors influencing community structure and distribution of different life-cycle categories of fishes in shallow waters of a large Australian estuary". *Marine Biology* 106: 25-37.
- LUCAS, M.F.; CALDEIRA, M.T.; HALL, A.; DUARTE, A.C. and LIMA, C. 1986. "Distribution of mercury in the sediments and fishes of the lagoon of Aveiro, Portugal". *Water Science and Technology* 18: 141-148.
- LUDWIG, J.A.; REYNOLDS, J.F. 1988. *Statistical Ecology. A primer on methods and computing*. Wiley-Interscience Publications, New York, Chichester, Brisbane, Toronto, Singapore. 337 p.
- MARAIS, J.K.F. 1983 a. "Seasonal abundance, distribution and catch per unit effort of fishes in the Krom estuary, South Africa". *S. Afr. J. Zool.* 18: 31-36.
- MARAIS, J.K.F. 1983 b. "Fish abundance and distribution in the Gamtoos estuary with notes on the effects of floods". *S. Afr. J. Zool.* 18: 103-109.
- MARCHAND, J. 1993. "The influence of seasonal salinity and turbidity maximum variations on nursery function of the Loire estuary (France)". *Netherlands Journal of Aquatic Ecology* 27 (2-4): 427-436.
- MARSHAL, S.; ELLIOTT, M. (in press). "The structure of the fish assemblage in the Humber Estuary", U.K. Publ. Espec. Espan., Euro. Fish. Assoc. s/p.
- MARQUES, L.; CRUZ, M.; MOREIRA, M.; RUA, J.; REBELO, J.; LUÍS, A.; CUNHA, M.; BARROSO, C.; PINHO, M. e MARQUES, A. 1993. *Estudo de impacte ambiental*.

- Desassoreamento da Ria de Aveiro, 1ª fase.* Junta Autónoma do Porto de Aveiro s/p.
- MARQUES, L. 1997. *Boletim Informativo*. Porto de Aveiro. Junta Autónoma do Porto de Aveiro. Aveiro. 21: 30 p.
- McHUGH, J.L. 1967. "Estuarine Nekton". *Estuaries. Am. Assoc. Adv. Sci. Publ.* 83: 581—620.
- MONTEIRO, C.L.C. 1989. *La faune ichthyologique de la lagune Ria Formosa (sud Portugal)*. Dissertation, Instituto Nacional de Investigação das Pescas, Algés, Portugal. 218 p.
- MOREIRA, M.H.; QUEIROGA, H.; MACHADO, M.M.; CUNHA, M.R. 1993. "Environmental gradients in a Southern Europe estuarine system: Ria de Aveiro, Portugal. Implications for soft bottom macrofauna colonization". *Nether. J. Aquat. Ecol.* 27 (24): 465-482.
- MORGADO, F.M.R. 1997. *Ecologia do zooplâncton da Ria de Aveiro. Caracterização espaço-temporal transporte longitudinal e dinâmica tidal, nictemeral e lunar*. Dissertação apresentada à Universidade de Aveiro, Departamento de Biologia, para obtenção do Grau de Doutor em Biologia. Aveiro. 427 p.
- MORRIS, A.W. 1983. "Practical procedures for estuarine studies. Institute for Marine Environmental Research": 213-238.
- MUZAROV, S.; ARRUDA, L.; ANDRADE, J.P. 1993. *Roteiro Ecológico da Ria Formosa. II - Peixes*. Algarve em Foco Editora, Faro. 167 p.
- NASH, R.D.M. 1988. "The effects of disturbance and severe seasonal fluctuations in environmental conditions on north temperate shallow-water fish assemblages". *Estuarine, Coastal and Shelf Science.* 26: 123-125.
- NOBRE, A.; AFREIXO, J. and MACEDO, J. 1912. *A Ria de Aveiro, Relatório oficial do regulamento da Ria de 28 de Dezembro de 1912*. Imprensa Nacional, Lisboa. 197 p.
- OLIVEIRA, O. 1988. *Origens da Ria de Aveiro*. Câmara Municipal de Aveiro, Aveiro. 61 p.
- OSÓRIO, B. 1912. "Pescas e peixes. Uma nota relativa à pesca e aos peixes da Ria de Aveiro". *Bol. Soc. Geogr.* Lisboa 30 (4-5):216-224 3 30 (6): 264-271.

- POMBO, L.; BORGES, R.; REBELO, J.E.; DUARTE, A.C.; BÓIA, C. 1998. "Níveis de mercúrio em robalos (*Dicentrarchus labrax*) provenientes de aquaculturas e do meio natural da laguna de Aveiro". *IX Seminário Ibérico de Química Marinha*: 46.
- POTTER, I.C.; BECKLEY, L.E.; WHITFIELD, A.K. and LENANTON, R.C.J. 1990. "Comparisons between the roles played by estuaries in the life cycles of fishes in temperate Western Australia and Southern Africa". *Environmental Biology of Fishes* 28: 143-178.
- POTTER, I.C.; CLARIDGE, P.N.; HYNDES, G.A.; CLARKE, K.R. 1997. "Seasonal, annual and regional variations in ichthyofaunal composition in the Inner Severn Estuary and Inner Bristol Channel". *Journal of the Marine Biological Association of the United Kingdom* 177: 507-525.
- QUEIROGA, H. 1995. *Processos de dispersão e recrutamento das larvas do caranguejo *Carcinus maenas* (L.) na Ria de Aveiro*. Dissertação apresentada à Universidade de Aveiro, Departamento de Biologia, para obtenção do Grau de Doutor em Biologia. Aveiro. 268 p.
- RASMUSSEN, E. 1973. "Systematics and ecology of the Isefjord marine fauna (Denmark)". *Ophelia* 11:1-507.
- REBELO, J.E. 1992. "The ichthyofauna and abiotic hydrological environment of the Ria de Aveiro, Portugal". *Estuaries* 15 (3): 403-415.
- REBELO, J.E. 1993. *A ictiofauna da Ria de Aveiro e o período lagunar do ciclo de vida do robalo, *Dicentrarchus labrax* LINNAEUS, 1758*. Dissertação apresentada à Universidade de Aveiro, Departamento de Biologia, para obtenção do Grau de Doutor em Biologia. Aveiro. 180 p.
- REBELO, J.E.; POMBO, L.; FERREIRA, A. 1998. "Age and growth of dominant fish species in the Ria de Aveiro, Portugal". *International Symposium on Fish Otoliths Research & Application*. Bergen, Norway: 125.
- REIS, J.E. 1985. "Recursos biológicos da Ria de Aveiro". *Jornadas da Ria de Aveiro*. Vol.II. Câmara Municipal de Aveiro: 65-76.
- SANTOS, M.; MONTEIRO, C.; LASSERRE, G. 1996. "Faune ichthyologique comparée de deux récifs artificiels du littoral de la Ria Formosa (lagune Portugal): résultats préliminaires". *Oceanologica Acta* 19 (1): 89-97.

- SHANNON, C.E.; WEAVER, W. 1949. *The mathematical theory of communication*. University Illinois Press, Urbana. 315 p.
- SILVA, J.F. 1985. “O moliço da Ria de Aveiro“. *Jornadas da Ria de Aveiro. Recursos da Ria de Aveiro*. Câmara Municipal de Aveiro (2): 223-251.
- SILVA, J.F. 1994. *Circulação da água na Ria de Aveiro: contribuição para o estudo da qualidade da água*. Dissertação apresentada à Universidade de Aveiro, Departamento de Ambiente e Ordenamento, para obtenção do Grau de Doutor. Aveiro. 158 p.
- SIMPSON, E.H. 1949. “Measurement of diversity”. *Nature* 163: 688 p.
- SNEATH, P.H.A.; SOKAL, R.R. 1973. *Numerical Taxonomy*. W.H. Freeman and Company, San Francisco, 573 p.
- SOKAL, R.R.; ROHLF, F.J. 1987. *Introduction to biostatistics*. W.H.Freeman and company, New York. 2<sup>nd</sup> ed., 363 p.
- SOKAL, R.R.; ROHLF, F.J. 1995. *Biometry*. W.H.Freeman and company, New York. 3<sup>rd</sup> ed., 887 p.
- STEPHANIS, J. 1996. “Mediterranean aquaculture industry. Trends in production, markets & marketing“. *Aquaculture Europe* 21 (1): 6-10.
- TELES, M.; NEGRO, M.; RODRIGUES, D. 1991. “Modelação matemática da Ria de Aveiro. Elaboração de um sistema de modelos matemáticos, para apoio da sua gestão integrada“. Comissão de Coordenação da Região Centro. Coimbra: 131-144.
- THIEL, R.; SEPULVEDA, KAGEMAN, R.; NELLEN, W. 1995. “Environmental factors as forces structuring the fish community of the Elbe estuary“. *J Fish Biology*. 46:47-69.
- THOLLOT, P. 1996. *Les poissons de Mangrove du Lagon sud-ouest de Nouvelle-Calédonie*. Orstom Éditions. Paris.321 p.
- TREMAIN, D.M.; ADAMS, D.H. 1995. “Seasonal variations in species diversity, abundance, and composition of fish communities in the Northern Indian River Lagoon, Florida”. *Bulletin of Marine Sciences* 57 (1): 171-192.
- VOLLE, M. 1985. *Analyse des Données*. Economica, Paris, 3<sup>rd</sup> ed. 324 p.

- WHITEHEAD, P.J.P.; BAUCHOT, M.-L.; HUREAU, J.-C.; NIELSEN, J.; TORTONESE, E. 1986. *Fishes of the North-eastern Atlantic and the Mediterranean*. 3 volumes. UNESCO, U.K. 1984 p.
- WHITFIELD, A.K. 1991. "A review of factors influencing fish utilization of South African Estuaries " *Trans. Roy. Soc. S. Afri.* 51:115-137
- YÁÑEZ-ARANCIBIA, D.F. 1983. "Environmental behavior of Terminos Lagoon ecological system, Campeche, México". *Anais del Instituto de Ciencias del Mar y Limnologia de la Universidad Nacional Autónoma de México* 10 (1): 137-176.
- YOUNG, G.C.; POTTER, I.C.; HYNDES, G.A.; LESTANG, S. 1997. "The ichthyofauna of an intermittently open Estuary: implications of bar breaching and bw salinities on faunal composition". *Estuaries, Coastal and Shelf Science* 45: 53-68.
- ZAR, J.H., 1984. *Biostatistical Analysis*. Prentice-Hall, Inc., 2<sup>nd</sup> ed., New Jersey, 718p.