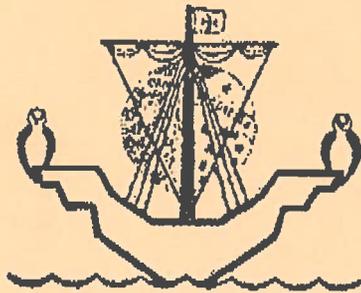


# REVISTA DE BIOLOGIA



EDITOR

MUSEU, LABORATÓRIO E JARDIM BOTÂNICO

**VOL. 18**

**2000**

**N.<sup>os</sup> 1-4**

---

LISBOA

# REVISTA DE BIOLOGIA

VOL. 18

2000

N.<sup>os</sup> 1-4

Publicação do  
Museu, Laboratório e Jardim Botânico  
Museu Nacional de História Natural  
Universidade de Lisboa  
Rua da Escola Politécnica 58, 1250-102 Lisboa (Portugal)

---

## REDACTORES

F. M. CATARINO • IRENEIA MELO • A. B. MACHADO • M. A. MARTINS-LOUÇÃO

Título para citações bibliográficas: *Revista Biol. (Lisboa)*

---

LISBOA

# 4º ENCONTRO NACIONAL DE ECOLOGIA

*Promovido pela SPECO  
Sociedade Portuguesa de Ecologia  
Aveiro, 1999*

Com os patrocínios da:

**FCT** Fundação para a Ciência e a Tecnologia

MINISTÉRIO DA CIÊNCIA E DA TECNOLOGIA



# REVISTA DE BIOLOGIA

1971

1971

1

## 7. ENCONTRO NACIONAL DE BIOLOGIA

BIOLOGIA

Comissão Organizadora

Associação Brasileira de Biologia

1971

Associação Brasileira de Biologia

Associação Brasileira de Biologia

Associação Brasileira de Biologia

FOT-Fundação para a Ciência e a Tecnologia

## PREFÁCIO

*O 4º Encontro Nacional de Ecologia, realizado em Aveiro de 1999, teve como tema principal a Gestão Ambiental, área que tem vindo a adquirir importância inequívoca no contexto do desenvolvimento sustentável. Sendo hoje inegável que a actividade humana tem promovido a perda da biodiversidade e alterado a paisagem a um ritmo nunca antes experimentado, a gestão racional dos recursos naturais só faz sentido através da integração de diferentes variáveis de ordem científica e tecnológica, bem como da componente sócio-económica.*

*O presente volume da Revista de Biologia reúne alguns dos trabalhos que foram apresentados no âmbito do 4º ENE incidindo nas áreas de Recursos Naturais, Instrumentos Técnico-Científicos e Instrumentos Sócio-Económicos de Gestão Ambiental. Os artigos presentes neste número são contribuições de todos os que tendo apresentado comunicação sob a forma oral ou de painel manifestaram interesse em ver publicado o seu trabalho. Os trabalhos submetidos foram objecto de críticas e sugestões de investigadores que procederam à sua revisão, valorizando esta publicação de distribuição nacional e internacional.*

*Estamos certos de que este volume da Revista de Biologia, pela qualidade científica e técnica dos trabalhos publicados, contribuirá para a difusão do conhecimento e abrirá novos horizontes na investigação sobre Ecologia em Portugal.*

*A SPECO agradece o interesse de todos os que contribuíram com os seus trabalhos, aos que se disponibilizaram a rever e a sugerir alterações aos manuscritos, aos responsáveis pela edição da Revista de Biologia, Dr.ª Ireneia de Melo e Sr. José Cardoso e às entidades que nos apoiaram e assim tornaram possível esta publicação.*

*A Direcção da SPECO  
Sociedade Portuguesa de Ecologia*

## Revisores do presente volume:

C. Almaça	FCUL
C. Assis	FCUL
P. Beja	U. Algarve
R. Cabral e Silva	U. Algarve
F. Catarino	FCUL - MLJB
M. J. Collares-Pereira	FCUL
O. Correia	FCUL
A. I. Correia	FCUL
R. Cortes	UTAD
M. J. Costa	FCUL
E. Cunha	IPIMAR, Lisboa
T. Dinis	U. Algarve
F. Ferreira	FCT - UNL
T. Ferreira	ISA - UTL
F. Fonseca	FCUL
H. Freitas	U. Coimbra
M. Gama	U. Coimbra
T. Gonçalves	U. Coimbra
M. Lousã	ISA - UTL
O. Luís	FCUL
J. C. Marques	U. Coimbra
G. Martinho	FCT/UNL
M. A. Martins-Loução	FCUL
H. Moreira	U. Aveiro
G. Oliveira	U. A. Barcelona, Espanha
R. Oliveira	IPIMAR, Lisboa
J. Palmeirim	FCUL
J. Paiva	U. Coimbra
I. Peres	FCT - UNL
J.A. Quartau	FCUL
J. Rabaça	U. Évora
P. Ré	FCUL
F. Ruano	IPIMAR, Lisboa
L. Santos	U. Coimbra
M. Santos-Reis	FCUL
M. Sim-Sim	FCUL - MLJB
P. Sobral	FCT - UNL
J. Torres	U. Barcelona, Espanha
L. Vasconcelos	FCT - UNL

## ÍNDICE

### TEMA GERAL: A GESTÃO AMBIENTAL

#### RECURSOS NATURAIS

- Diaz Barradas, M. C., Correia, O., Zunzunegui, M., Ain-Lhout, F., Clavijo, A., Silva, P. & Ferreira, S. - Distribuição de sexos na espécie dióica *Corema album* ao longo de um gradiente climático. 7
- Fragoso, S. & Santos-Reis, M. - Utilização dos recursos tróficos pela doninha no Parque Natural das Serras de Aire e Candeeiros. 23
- Fragoso, S., Costa, G., Franco, A., Malico, I., Reis, S., Rocha, A. & Sarmento, N. - A densidade do Tartaranhão-caçador (*Circus pygargus*) em Castro Verde. 33
- Cruz, R. & Rebelo, J. - Dados de crescimento em peixes da Ria de Aveiro. 41
- Liberato, M. C., Caixinhas, M. L. & Monjardino, J. - American *Magnoliophyta* species in Pena and Jardim-Museu Agrícola Tropical Parks. 49
- Duarte, N., Rosa, N., Santos, M. J. & Rebelo, J. - Estudo de ectoparasitas das brânquias de robalo (*Dicentrarchus labrax* L.) da Ria de Aveiro. 59
- Pombo, L. & Rebelo, J. E. - A ictiofauna da Ria de Aveiro: Diversidade espaço-temporal. 69
- São José, A., Rebelo, P., Prudêncio, J., Ramalhinho, M. G. & Mathias, M. L. - A comunidade de pequenos mamíferos associada à Ribeira dos Castelhanos (Herdade da Ribeira Abaixo, Grândola). 83
- Costa, A. L., Miranda, I., Caçador, I. & Pereira, H. - Decomposição de materiais lenho-celulósicos de dois halófitos em sapais do estuário do Tejo. 97
- Pimentel, C., Tavares, A. & Paiva, M. R. - Estudos sobre dinâmica populacional e ecologia alimentar da processionária do pinheiro *Thaumetopoea pityocampa* (Lepidoptera, Thaumetopoeidae) em Portugal. 105

### INSTRUMENTOS TÉCNICO-CIENTÍFICOS

- Borrego, C., Martins, J. M. & Lopes, M. - Instrumentos técnico-científicos de gestão ambiental. 117
- Rego, F. C., Gonçalves, P. C. C., Silveira, S. C.B. - Biodiversidade e Gestão de *Habitats* na Reserva Natural da Serra da Malcata. 127
- Chícharo, M. A., Chícharo, L. M., Galvão, H., Barbosa, A, Marques, M. H., Andrade, J. P., Esteves, E, Gouveia, I., Miguel, C. - An ecohydrologic study of the Guadiana estuary (South Portugal). 139
- Almeida, S. F. P. & Gil, M. C. P. - As diatomáceas e a qualidade das águas na Bacia do Vouga. 157
- Pastorinho, M., Pereira, M. L. Pai, I. K., Azeiteiro, U., Fonseca, J. & Morgado, F. M. - Técnicas histológicas e ultraestruturais em estudos de ecofisiologia planctónica. 167
- Amaral, M. J., Fernandes, S. & Costa, M. H. - Aquacultura em Zonas costeiras. Que impactes? 177

### INSTRUMENTOS SÓCIO-ECONÓMICOS

- Dias, J. - Instrumentos jurídico-administrativos de tutela do ambiente. 193
- Rebelo, H. & Freitas, M. - Atitudes das Populações face às Áreas Protegidas. O caso particular da Área de Paisagem Protegida de Corno de Bico. 203
- Martinho, M. G. Vasconcelos, L.T., Fulgêncio, C. - A Problemática de Localização de Infra-estruturas de Resíduos. 213
- Miranda, M. C. & Freitas, M. - Ambiente e sua defesa - breve estudo sobre atitudes e valores de alunos e professores do ensino básico. 227

## DISTRIBUIÇÃO DE SEXOS NA ESPÉCIE DIÓICA *COREMA ALBUM* AO LONGO DE UM GRADIENTE CLIMÁTICO

M. C. Diaz Barradas<sup>1</sup>, O. Correia<sup>2</sup>, M. Zunzunegui<sup>1</sup>, F. Ain-Lhout<sup>1</sup>,  
A. Clavijo<sup>1</sup>, P. Silva<sup>2</sup> & S. Ferreira<sup>2</sup>

<sup>1</sup> Departamento de Biología Vegetal y Ecología. Facultad de Biología. Universidad de Sevilla. Apartado 1095. 41080 Sevilla (SPAIN). email: diaz@cica.es

<sup>2</sup> Departamento de Biologia Vegetal. Faculdade de Ciências da Universidade de Lisboa. Campo Grande. Bloco C2. 1700 Lisboa (PORTUGAL). email: otliacc@fc.ul.pt

Diaz Barradas, M. C., Correia, O., Zunzunegui, M., Ain-Lhout, F., Clavijo, A., Silva, P. & Ferreira, S. (2000). Distribution of sexes in the dioecious species *Corema album* along a climatic gradient. *Revista Biol. (Lisboa)* 18: 7-22.

In dioecious species a male biased sex ratio may exist in stressful environments, because male individuals don't have to produce fruits. *Corema album* (*Empetraceae*) is a dioecious shrub endemic of the southwest and west of the Iberian Peninsula living on sandy ecosystems from Gibraltar to Galiza. The main aims of this contribution were to analyse *C. album* populations all over its distribution area and to test if the model of sex related differences in stressful environments could be tested in this species along a macroclimatic gradient from Mediterranean to Atlantic climate.

Five areas have been sampled to test the model: Bolonia and Asperillo (in southwest of Spain), Tróia, Peniche and São Jacinto (in the western coast of Portugal). In each area one or two transects were sampled parallel to the coastline and the following measurements were taken in 10x10 m plots: number of male, female and non reproductive individuals of *C. album*, LAI, photosynthetic depth and canopy cover of all individuals and sex and distance to the nearest neighbour.

Significant differences in sex ratio and canopy morphology that could be related to the climatic gradient were not found between sexes. Although the distance to the sea should have influence, because more exposed populations have a significant higher LAI independent of the sex. There is a spatial segregation between sexes because in almost all the studied populations a higher and significant frequency of intersex nearest neighbour was observed.

The results of this study can't be explained by the proposed

climatic model, but differences in allocation pattern between sexes can determine a higher competition in males caused by a higher rate of root growth.

Key Words: spatial segregation, dioecy, sexual dimorphism, sand dunes, *Empetraceae*

Diaz Barradas, M. C., Correia, O., Zunzunegui, M., Ain-Lhout, F., Clavijo, A., Silva, P. & Ferreira, S. (2000). Distribuição de sexos na espécie dióica *Corema album* ao longo de um gradiente climático. *Revista Biol. (Lisboa)* **18**: 7-22.

Nas espécies dióicas pode existir um predomínio de indivíduos masculinos em ambientes com stress, pois estes indivíduos não têm um gasto reprodutivo na produção de frutos. *Corema album* (*Empetraceae*) é um arbusto dióico, endêmico do ocidente peninsular cuja distribuição se estende desde os ecossistemas dunares de Gibraltar até à Galiza. Este trabalho teve como objectivo o estudo das populações actuais de *C. album* ao longo de um gradiente macroclimático, desde clima mediterrâneo a clima atlântico da sua área de distribuição.

O estudo foi realizado em cinco áreas diferentes, ao longo da sua área de distribuição, onde esta espécie se encontrava bem representada: Bolonia e Asperillo (no sudoeste de Espanha), Tróia, Cabo Carvoeiro e São Jacinto (na costa ocidental de Portugal). Em cada uma destas áreas realizou-se um ou dois transectos paralelos à linha de costa, onde em quadrados de 10x10 m se realizaram as seguintes medidas: número de indivíduos masculinos, femininos e não reprodutores, LAI, altura da camada fotossintética, cobertura de todas as plantas de *C. album*, distância e sexo do vizinho mais próximo.

Não se encontraram diferenças significativas na relação de sexos, nem na estrutura da copa que pudessem ser explicadas por diferenças climáticas a grande escala. No entanto as diferenças de exposição ao mar têm importância morfológica, apresentando os indivíduos junto ao mar um maior índice de área foliar independentemente do sexo. Em todas as populações estudadas existe uma frequência significativamente maior de vizinhos de sexo oposto, este resultado parece estar relacionado com uma estratégia de diminuir a competição entre indivíduos do mesmo sexo.

Os resultados indicam que o gradiente climático não determina diferenças na distribuição de sexos nem dimorfismo sexual nas populações de *C. album* estudadas. Contudo as diferenças de partição entre machos e fêmeas parecem determinar uma maior competição entre os primeiros devido a um maior crescimento radicular.

Palavras chave: agregação espacial, dioicia, dimorfismo sexual, dunas, *Empetraceae*.

## INTRODUÇÃO

Desde DARWIN (1877) que existe um grande interesse na Ecologia pelo estudo da distribuição e dimorfismo sexual das espécies dióicas. A relação entre sexos, distribuição espacial, dimorfismo sexual, divisão de nichos e outros aspectos relacionados com a dioicia foram estudados por vários autores (WALLACE & RUNDEL 1979, BAWA 1980, HERRERA 1988, COX 1991, SHEA *et al.* 1993, DIAZ BARRADAS & CORREIA 1999).

Muitas espécies dióicas apresentam características comuns como por exemplo: polinização anemófila, existência de frutos carnudos com dispersão frugívora e flores pequenas e inconspícuas. (BAWA 1980, RENNER & RICKLEFS 1995). Devido à existência de frutos carnudos, muitos autores levantaram a hipótese de que nas espécies dióicas, deveria existir um predomínio de indivíduos masculinos em ambientes com stress (tanto natural como antropogénico), uma vez que estes indivíduos não apresentam gastos energéticos na produção de frutos e podem investir maior quantidade de fotossintetizado em crescimento vegetativo, quer na parte aérea quer na parte radicular (OBESO *et al.*, 1998, NICOTRA *et al.*, 1998, ANTOS & ALLEN, 1999).

De facto, em populações de espécies dióicas, as proporções de plantas de ambos os sexos nem sempre são iguais. Algumas espécies apresentam uma variação do "sex-ratio" no decurso da sucessão, e antes de se atingir o equilíbrio entre sexos, são os indivíduos masculinos que predominam no início da sucessão, e nalguns casos a participação dos indivíduos femininos pode vir a aumentar devido à mortalidade dos indivíduos masculinos (FALINSKI, 1995). Em geral, nas populações maduras e estáveis observa-se muitas vezes um equilíbrio entre os dois sexos (OPLER & BAWA, 1978, VASILIAUSKAS & AARSSSEN, 1992, GIBSON & MENGES, 1994).

O género *Corema* (L.) D. Don (*Empetraceae*) compreende duas espécies, com distribuição anfiatlântica: *C. album* (L.) D. Don é uma espécie endémica do oeste e sudoeste peninsular (*C. album* subsp. *album*), apresentando uma subespécie nos Açores (*C. album* subsp. *azoricum* Pinto da Silva). A outra espécie *C. conradii* Torr. distribui-se na costa oriental da América do Norte.

*C. album* é um arbusto dióico, com flores pequenas e polinização anemófila que pode atingir um metro de altura. O número de flores por inflorescência varia conforme os sexos, mas nunca excede as 20 flores (GUITIÁN *et al.* 1997). O fruto é uma baga mais ou menos esférica (5-8 mm de diâmetro), branca ou rosada. A espécie está descrita como estritamente dióica (VALDÉS *et al.* 1987) embora se tenham encontrado alguns exemplos de androdioicia.

*C. album* subsp. *album* é uma espécie típica do litoral, ocupando areias mais ou menos móveis em sistemas dunares ou areias sobre arribas rochosas, habitats

que têm experimentado um crescente impacto humano nos últimos anos. A subsp. *azoricum* coloniza lavas e cinzas vulcânicas.

A dinâmica e ecologia desta espécie é pouco conhecida e o seu habitat natural apresenta-se cada vez mais reduzido e em aparente regressão. A regressão destas populações poderá estar provavelmente relacionada com a actuação pouco conservacionista do Homem em todo o litoral, ou por outro lado poderá ter uma componente biológica relacionada com factores climáticos e bióticos.

Neste sentido o estudo sobre a biologia e ecologia desta espécie tem grande importância para um conhecimento detalhado sobre a distribuição e estrutura das populações nos seus habitats naturais e que poderão permitir-nos compreender este fenómeno de regressão e as suas implicações na conservação desta espécie. GUTIÁN *et al.* (1997) em estudos efectuados nas populações de *C. album* na Galiza observou que existe uma grande sincronia na floração das plantas masculinas e femininas com início em finais de Fevereiro até final de Abril. O investimento em estruturas florais, segundo estes autores, é cerca de 1,5 vezes maior nos machos que nas fêmeas, havendo também uma maior proporção de flores masculinas por inflorescência relativamente às femininas. Contudo as plantas femininas investem 3 vezes mais em estruturas reprodutoras, devido à produção de frutos, que as masculinas.

Dada a enorme importância desta espécie nos sistemas dunares do ocidente peninsular e a crescente regressão destas populações, foi objectivo deste trabalho analisar a situação actual da distribuição desta espécie no litoral da Península Ibérica. Neste sentido foram desenvolvidos os seguintes objectivos específicos: (i) estudar a distribuição e o "sex ratio" de *C. album* ao longo do gradiente climático da área de distribuição desta espécie, (ii) determinar a existência de dimorfismo sexual e possível relação com as variações microclimáticas (do litoral para o interior) ou macroclimáticas (do sul mediterrâneo ao norte atlântico), (iii) estudar o padrão de distribuição espacial dos diferentes sexos e a sua relação com uma possível competição intra ou intersexual.

## MATERIAL E MÉTODOS

### ÁREAS DE ESTUDO

Ao longo da área de distribuição de *Corema album* escolheram-se 7 populações diferentes situadas em 5 áreas contrastantes de Espanha e Portugal, desde a zona termomediterrânea no sudoeste de Espanha e sul de Portugal, até à zona mesomediterrânea no Norte de Portugal. As zonas escolhidas para a realização deste estudo correspondem a zonas onde as populações de *Corema album* se encontram relativamente bem preservadas, sendo a espécie dominante em todos os locais amostrados. A localização das diferentes zonas de estudo e a caracterização climática através do correspondente diagrama ombrotérmico de Gausson encontram-se representados na Figura 1.

1. Dunas de São Jacinto, situadas na Reserva Natural do mesmo nome, encontra-se, segundo RIVAZ-MARTINEZ (1987) na zona mesomediterrânea.

Corresponde à zona mais húmida com uma precipitação anual de 960 mm, e o menor período xérico, com uma precipitação no período do Verão de 64 mm. A população estudada encontra-se situada no primeiro vale interdunar, atrás da duna primária.

2. No Cabo Carvoeiro (Peniche) estudou-se uma população situada nas areias depositadas sobre estratos rochosos. Encontra-se ainda na zona mesomediterrânea e apresenta uma precipitação anual de 591 mm, e um período xérico mais acentuado com uma precipitação de Verão de apenas 32 mm. Os fortes ventos são o principal factor de stress para a vegetação nesta região que apresenta sinais evidentes de erosão eólica.

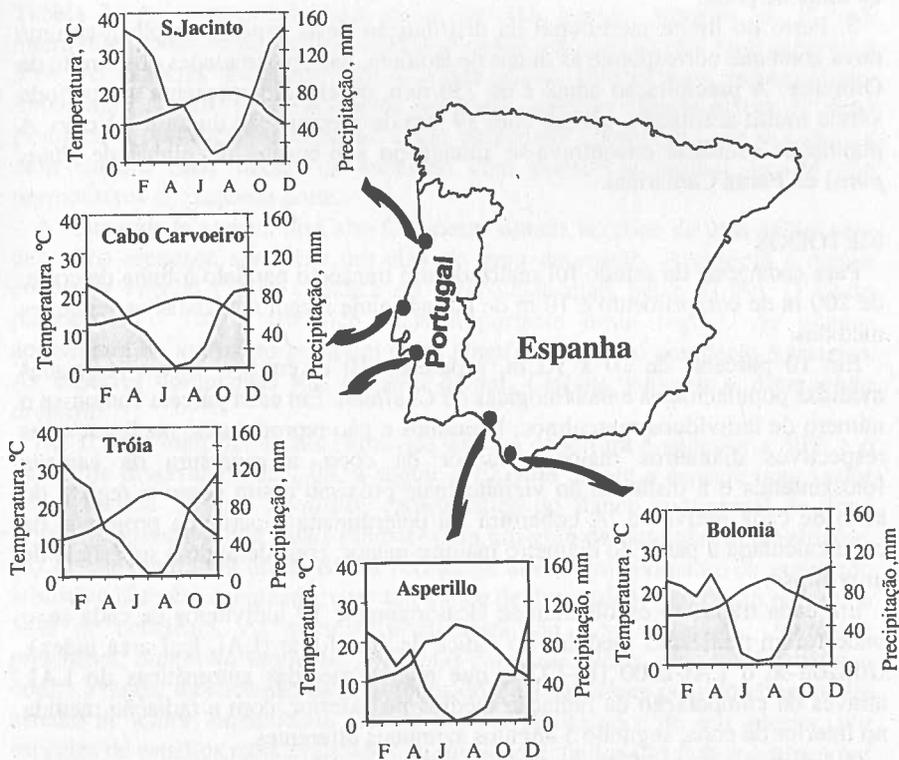


Fig.1. Localização das áreas de estudo na Península Ibérica ao longo do gradiente climático e representação do diagrama ombrotérmico de Gausson para cada localidade.

3. As dunas de Tróia, como as de São Jacinto, correspondem a um cordão de areia que protege uma zona de sapal e situa-se também numa área protegida, na Reserva Natural do Estuário do Sado. A precipitação anual é de 747 mm e apresenta um período xérico semelhante ao do Cabo Carvoeiro. Nesta zona estudaram-se duas populações de *C. album*, a primeira, mais jovem, situada no primeiro vale interdunar e a segunda no segundo vale interdunar correspondente a uma população num estágio mais avançado da sucessão.

4. Asperillo pertence ao Parque Natural de Doñana e está situado na costa sudoeste de Espanha, na província de Huelva. A precipitação anual é de 560 mm, sendo o local com menor precipitação e maior período xérico, com uma precipitação de 18 mm durante o Verão. Nesta zona estudaram-se também duas populações de *C. album*, uma na primeira duna e outra no interior a uns 800 m da linha de praia.

5. Perto do limite meridional da distribuição desta espécie escolheu-se uma nova zona que corresponde às dunas de Bolónia, nas proximidades do estreito de Gibraltar. A precipitação anual é de 730 mm, no entanto apresenta um período xérico muito acentuado, apenas com 39 mm de precipitação durante o Verão. A população estudada encontrava-se situada no sub-bosque do pinhal de *Pinus pinea* de Punta Camarinal.

## MÉTODOS

Para cada zona de estudo foi realizado um transecto paralelo à linha de costa, de 200 m de comprimento e 10 m de largura onde foram realizadas as seguintes medidas:

Em 10 parcelas de 10 x 10 m, separadas 10 m entre si foram realizadas medidas populacionais e morfológicas de *C. album*. Em cada parcela contou-se o número de indivíduos masculinos, femininos e não reprodutores, mediram-se os respectivos diâmetros maior e menor da copa, a espessura da camada fotossintética e a distância ao vizinho mais próximo assim como o registo do sexo de cada indivíduo. A cobertura foi determinada a partir da projecção da copa calculada a partir do diâmetro maior e menor, considerando a superfície de uma elipse.

Em cada transecto escolheram-se aleatoriamente 10 indivíduos de cada sexo onde foram realizadas medidas do índice de área foliar (LAI, leaf area index). Utilizou-se o LAI-2000 (LI-COR) que realiza medidas automáticas do LAI, através da comparação da radiação medida no exterior, com a radiação medida no interior da copa, segundo 5 ângulos azimutais diferentes.

O índice de diversidade de Shannon-Winer e cobertura das outras espécies presentes nas comunidades foi estudado ao longo do mesmo transecto utilizando o método dos quadrados pontuais, onde em pontos distanciados de 25 cm foi anotada a presença das diferentes espécies.

### ANÁLISE DOS DADOS

A comparação entre o número de indivíduos masculinos e femininos de cada zona, assim como a frequência do vizinho mais próximo atendendo ao sexo (pares de masculinos, pares de femininos e pares de masculinos com femininos) foram realizadas mediante o test do  $\chi^2$ , tendo como frequências esperadas a igualdade entre sexos e entre frequências do sexo do vizinho mais próximo.

A comparação entre as medidas morfológicas, diâmetros, cobertura, altura da camada fotossintética e LAI foram realizadas com uma ANOVA de dois factores atendendo ao sexo e à zona.

### RESULTADOS

As características das diferentes zonas em estudo encontram-se resumidas na Tabela 1. As comunidades das dunas de São Jacinto, situadas no 1º vale interdunar, apresentam uma diversidade elevada e uma cobertura total superior a 50%. As espécies dominantes são *Corema album*, *Helichrysum angustifolium*, *Ammophila arenaria* e *Crucianella maritima*, espécies características da duna primária. A população de *Corema album*, parece ser a população que se encontra num estágio mais inicial da sucessão com muitos indivíduos jovens não reprodutores de pequeno porte.

A comunidade vegetal do Cabo Carvoeiro situada no cimo de uma arriba com depósitos arenosos apresenta um elevado grau de erosão. Apresenta a menor cobertura vegetal (31%) e índice de diversidade mais baixo (1,99). O vento parece ser o factor climático mais importante nesta região. As plantas apresentam de um modo geral um porte almofadado muito compacto e rasteiro. As espécies dominantes são *Corema album*, *Calluna vulgaris* e *Ammophila arenaria*.

No 1º vale inter-dunar das Dunas de Tróia a cobertura é superior a 50% e o índice de diversidade de 2,09, a seguir a *Corema album* a espécie com maior dominância é *Thymus carnosus*, característico do flanco continental da duna primária, aparece ainda *Pinus pinaster* com um grau de dominância importante. No 2º vale interdunar destas dunas verifica-se um desenvolvimento da vegetação arbustiva já muito acentuado, com um índice de diversidade não muito elevado e 54% de cobertura. As espécies dominantes são *Corema album*, *Juniperus phoenicea*, *Santolina impressa*, e *Thymus carnosus*. Nesta zona verifica-se que com o avançar da sucessão os indivíduos de *Corema album* quando atingem um estágio de maior longevidade acabam por ser colonizados no seu interior, por espécies de estádios mais avançados da sucessão e muitos dos ramos acabam por soterrar e dar origem a outros indivíduos do mesmo sexo levando a uma fragmentação dos indivíduos de maior porte, isto é particularmente evidente relativamente aos indivíduos femininos. Em todas as populações estudadas, em Portugal, aparece em maior ou menor grau *Carpobrotus edulis*, espécie não autóctone da Península Ibérica e originária da África do Sul.

Tabela 1. Características dos diferentes locais de estudo e das comunidades vegetais

SÃO JACINTO		CABO CARVOEIRO	
1º vale interdunar	P=960mm Tm=14,3°C	Arriba	P=591mm Tm=15°C
Altitude=1m		Altitude=32m	
Cobertura total	57,25	Cobertura total	30,63
Índice de Shannon	2,10	Índice de Shannon	1,99
Cob. mas/Cob.fem	0,30	Cob. mas/Cob.fem	0,54
Espécies	% Cobertura	Espécies	% Cobertura
<i>Corema album</i>	14,13	<i>Corema album</i>	11,00
<i>Helichrysum angustifolium</i>	13,25	<i>Calluna vulgaris</i>	6,88
<i>Ammophila arenaria</i>	9,63	<i>Ammophila arenaria</i>	4,00
<i>Crucianella maritima</i>	4,50	<i>Carpobrotus edulis</i>	1,75
<i>Sedum sediforme</i>	3,88	<i>Corynephorus canescens</i>	1,25
<i>Carpobrotus edulis</i>	3,75	Graminea	1,25
DUNAS DE TRÓIA			
1º vale interdunar	P=747mm Tm=16°C	2º vale interdunar	P=747mm Tm=16°C
Altitude=1m		Altitude=3m	
Cobertura total	54,75	Cobertura total	54,50
Índice de Shannon	2,09	Índice de Shannon	1,77
Cob. mas/Cob.fem	1,06	Cob. mas/Cob.fem	0,57
Espécies	% Cobertura	Espécies	% Cobertura
<i>Corema album</i>	23,13	<i>Corema album</i>	25,75
<i>Thymus carnosus</i>	7,75	<i>Juniperus phoenicea</i>	10,38
<i>Carpobrotus edulis</i>	4,38	<i>Santolina impressa</i>	4,13
<i>Pinus pinaster</i>	4,38	<i>Thymus carnosus</i>	3,38
<i>Sedum sediforme</i>	3,25	<i>Halimium commutatum</i>	2,50
<i>Antirrhinum majus</i>	1,75	<i>Helichrysum angustifolium</i>	2,13
ASPERILLO			
1º vale interdunar	P=557 mm Tm=16,4°C	2º vale interdunar	P=557 mm Tm=16,4°C
Altitude=50m		Altitude=59m	
Cobertura total	38,25	Cobertura total	70,87
Índice de Shannon	0,47	Índice de Shannon	1,57
Cob.mas/Cob.fem	2,71	Cob.mas/Cob.fem	2,13
Espécies	% Cobertura	Espécies	% Cobertura
<i>Corema album</i>	19,50	<i>Corema album</i>	37,63
<i>Stauracanthus genistoides</i>	7,38	<i>Pinus pinea</i>	12,88
<i>Halimium halimifolium</i>	4,25	<i>Cistus salvifolius</i>	5,63
<i>Pinus pinea</i>	3,88	<i>Halimium halimifolium</i>	5,38
<i>Cytisus grandiflorus</i>	2,75	<i>Halimium commutatum</i>	4,25
<i>Halimium commutatum</i>	0,50	<i>Stauracanthus genistoides</i>	3,00

Em Asperillo 1ª duna verifica-se uma cobertura de 38% e índice de diversidade inferior à zona de Tróia 1ª duna. As espécies dominantes além de *C. album* são *Stauracanthus genistoides*, *Halimium halimifolium* e *Pinus pinea*. Asperillo 2ª duna é a comunidade que apresenta a maior cobertura cerca de 70% e um índice de diversidade também inferior ao encontrado nas comunidades

anteriores (1,57). As espécies dominantes são as que se encontram na 1ª duna embora aqui *Pinus pinea* apresente maior dominância.

Nas Dunas de Bolonia a espécie dominante é *Pinus pinea* encontrando-se *C. album* no sub-bosque desta formação muito densa.

A densidade das populações de *Corema album* era muito variável nas diferentes zonas de estudo, encontrando-se um valor máximo nas dunas de São Jacinto com 43 indivíduos/100 m<sup>2</sup> e mínimo na arriba de Asperillo e nos pinhais de Bolonia com 11 indivíduos/100 m<sup>2</sup>. Verifica-se de um modo geral que o número de indivíduos masculinos e femininos foi muito semelhante em todos os locais havendo um número ligeiramente superior de fêmeas com exceção de Tróia 2ª duna onde o número de indivíduos femininos é muito superior ao dos machos, relacionado com a fragmentação de indivíduos mais velhos cujos sistemas radiculares e caules rebentam e dão origem a outros indivíduos (Fig.2).

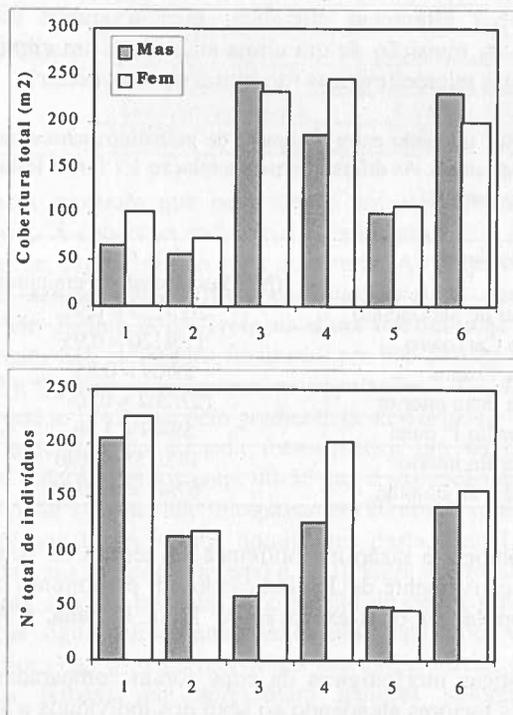


Fig.2. Comparação da cobertura e do nº total de indivíduos masculinos e femininos observados em toda a área amostrada (1000 m<sup>2</sup>). Locais: 1 - São Jacinto, 2 - Cabo Carvoeiro, 3 - Tróia 1º vale interdunar, 4 - Tróia 2º vale interdunar, 5 - Asperillo 1º vale interdunar e 6 - Asperillo 2º vale interdunar. Os locais estão ordenados segundo um gradiente crescente de xericidade, estando os locais 1, 2, 3 e 5 expostos ao mar, enquanto os locais 4 e 6 são locais interiores em estágio mais avançado da sucessão.

Tróia e Asperillo 1ª duna apresentam o menor nº de indivíduos enquanto São Jacinto apresenta o maior número de indivíduos, estes no entanto são os que apresentam o menor porte e menor cobertura, indicador de uma comunidade jovem. Em Tróia 1ª duna os indivíduos são em menor nº mas são de maior porte indicando já algum grau de maturação da comunidade (Fig.2,3).

Quanto à cobertura total verifica-se que os indivíduos femininos têm tendência para apresentar maior cobertura à excepção de Tróia 1ª duna e Asperillo 2ª duna (Fig.2).

Os valores da razão entre sexos ("sex ratio"), definido como o quociente entre o número de indivíduos masculinos e femininos não difere significativamente de 1:1 em nenhum dos locais estudados nem quando tratados de uma forma conjunta, com excepção do local Tróia 2ª duna onde se verifica um predomínio significativo de indivíduos femininos e das dunas de Bolónia onde se encontrou um predomínio de indivíduos masculinos (Tabela 2). Estes resultados não podem ser explicados por diferenças climáticas quer a grande escala (diferenças macroclimáticas na transição de um clima atlântico a um clima mediterrânico), nem por diferenças microclimáticas (do litoral para o interior).

Tabela 2. "sex ratio" ou razão entre o número de indivíduos masculinos e femininos nas diferentes zonas de estudo. As diferenças para a relação 1:1 foram testadas com o teste do  $\chi^2$ . \* significativas  $p < 0.05$ .

População	"sex ratio" (Nº Masculinos/Nº Femininos)
Dunas de São Jacinto	205/225 = 0,91
Cabo Carvoeiro	115/120 = 0,95
Tróia 1ª duna	59/69 = 0,85
Tróia duna interior	127/202 = 0,63 *
Asperillo 1ª duna	59/49 = 1,20
Asperillo interior	143/158 = 0,90
Pinhais de Bolónia	67/41 = 1,60 *

Quando se compara a razão macho/fêmea em termos de cobertura esta razão afasta-se significativamente de 1:1 indicando um predomínio do sexo feminino em todas as populações com excepção de Tróia 1ª duna, e Asperillo 2ª duna (Fig.2).

As características morfológicas da copa foram comparadas utilizando uma ANOVA de dois factores atendendo ao sexo dos indivíduos e à zona (Tabela 3). Considerando o sexo como factor não se encontraram diferenças entre as variáveis estudadas. Considerando as zonas havia diferenças significativas entre todas as variáveis estudadas ( $p < 0,0001$ ). Analisando a interacção entre sexo e zona encontram-se diferenças significativas no que diz respeito ao diâmetro maior e menor e a altura da camada fotossintética.

Tabela 3. Comparação das variáveis morfológicas das copas de *Corema album* utilizando uma ANOVA de dois factores (sexo e zona). F - F de Snedecor, P - probabilidade, NS - não significativo.

	VARIÁVEL	F	P
SEXO	Cobertura	0,99	NS
	Diâmetro maior	0,01	NS
	Diâmetro menor	0,12	NS
	Altura fotossintética	0,21	NS
	LAI	0,41	NS
ZONA	Cobertura	52,58	0,000
	Diâmetro maior	62,1	0,000
	Diâmetro menor	56,42	0,000
	Altura fotossintética	206,3	0,000
	LAI	2,2	0,000
SEXO*ZONA	Cobertura	1,29	NS
	Diâmetro maior	2,55	0,026
	Diâmetro menor	2,46	0,029
	Altura fotossintética	4,53	0,001
	LAI	0,19	NS

Estes resultados mostram que pelo menos em algumas populações existe dimorfismo sexual. A cobertura individual é maior nas zonas mais expostas ao mar que no interior, para a mesma zona de estudo. A comparação da cobertura individual entre sexos, revela diferenças significativas nesta variável nas populações de São Jacinto e de Tróia na duna interior mas com um padrão oposto, sendo maior nos indivíduos femininos em São Jacinto e nos masculinos em Tróia (Fig. 3). Quando se comparam as populações 1,2,3 e 5 não se verifica nenhum padrão que se justifique pelo gradiente de xericidade.

A altura ou espessura da camada fotossintética era similar em todas as populações, com valores médios entre 40-55 cm, à excepção das populações do Cabo Carvoeiro onde as copas não ultrapassavam 20 cm. A razão desta diferença morfológica está nos fortes ventos dominantes desta zona (com velocidades médias de 20 km/h nos meses de Inverno e de 16 km/h nos meses de Verão), que junto com o spray salgado obrigam à formação de copas rasteiras. Encontraram-se diferenças significativas entre sexos nas populações de São Jacinto e Tróia duna interior (Fig. 3). Nos indivíduos das comunidades mais jovens (São Jacinto) são as fêmeas que apresentam maiores valores enquanto nas comunidades mais avançadas (Tróia duna interior) as fêmeas diminuem a espessura da camada fotossintética relativamente aos machos.

Não se encontraram diferenças significativas no LAI entre os sexos em nenhuma das populações estudadas, no entanto dentro da mesma área as populações de zonas mais próximas do mar apresentavam valores de LAI significativamente maiores que as do interior (Fig. 3). Não se verificou nenhuma

correlação significativa entre os valores de LAI e a espessura da camada fotossintética.

Em 5 das 6 populações analisadas a frequência do vizinho mais próximo era significativamente maior do sexo oposto, e era mínima nos pares masculinos (Tabela 4).

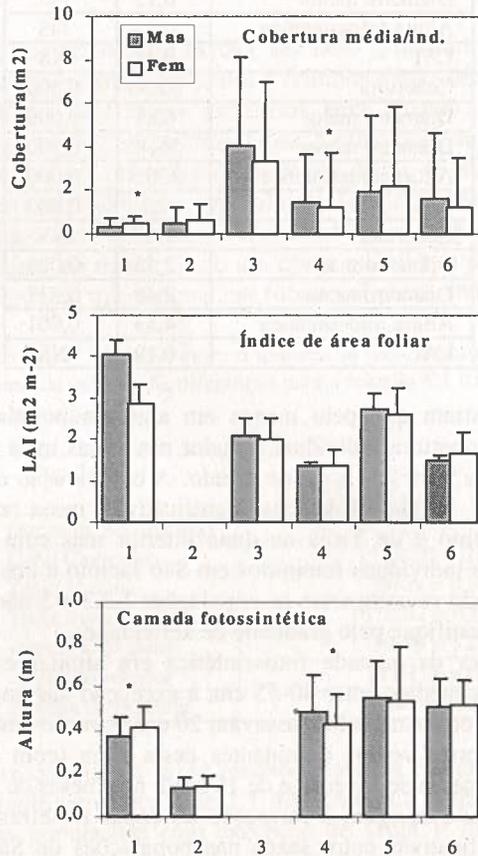


Fig.3. Comparação das características morfológicas das copas dos indivíduos masculinos e femininos. A cobertura e altura da camada fotossintética por indivíduo, é o valor médio de todos os indivíduos amostrados ao longo do transecto em cada área (1000 m<sup>2</sup>). O índice de área foliar (LAI) é o valor médio de 10 indivíduos amostrados aleatoriamente. Locais: 1 - São Jacinto, 2 - Cabo Carvoeiro, 3 - Tróia 1º vale interdunar, 4 - Tróia 2º vale interdunar, 5 - Asperillo 1º vale interdunar e 6 - Asperillo 2º vale interdunar. As barras representam o desvio padrão. (\* diferenças significativas entre machos e fêmeas,  $p < 0.05$ , test de Tuckey).

Tabela 4. Comparação da frequência do vizinho mais próximo em pares femininos-femininos, masculinos-masculinos e femininos-masculinos nas diferentes zonas de estudo. As diferenças foram testada em cada população e no total com o teste do  $\chi^2$  tomando como frequências esperadas a igualdade entre os três casos

ZONA	FF	FM	MM	$\chi^2$	P
São Jacinto	114	195	81	52,94	0,001
Cabo Carvoeiro	49	104	44	33,76	0,001
Tróia 1ª duna	32	76	18	43,6	0,001
Tróia 2ª duna	140	102	69	24,35	0,001
Asperillo 1ª duna	21	47	15	20,91	0,001
Asperillo 2ª duna	70	152	56	58,04	0,001
TOTAL	428	675	283	136,06	0,001

FF: feminino-feminino; FM:feminino-masculino, MM: masculino-masculino

## DISCUSSÃO

Não se encontraram valores do "sex ratio" significativamente diferentes de 1:1 em 5 das 7 populações analisadas, resultado que não se pode explicar com o gradiente climático estudado, devendo ser analisado a nível local (Tabela 2). GUITIÁN *et al.* (1997) em estudos recentes realizados na Galiza também encontraram na mesma espécie, um sex-ratio que não diferia de 1:1. Estudos recentes apoiam que o "sex ratio" em espécies dióicas pode variar em resposta a factores ambientais (ALLEN & ANTOS 1988), ou à idade dos indivíduos da população (ESCARRE & HOUSSARD 1991; HOUSSARD *et al.* 1994). De facto os resultados indicam que o gradiente climático estudado não tem qualquer influência na proporção dos sexos, e que os desvios observados no sex-ratio de 1:1 poderão estar relacionados com a idade da população. Em populações em estádios mais avançados da sucessão, como é o caso da 2ª duna de Tróia, devido a uma fragmentação mais acentuada dos indivíduos femininos em competição com outras espécies, especialmente *Juniperus phoenicea*, verifica-se um predomínio de fêmeas (Tabela 1). Contudo em situação de grande competição para a luz, como é o caso do sub-bosque de *Pinus pinea* em Bolonia, parece haver um predomínio de indivíduos masculinos.

Não se encontrou um dimorfismo sexual nas variáveis morfológicas observadas directamente associado ao gradiente macroclimático, nem a um gradiente microclimático. No entanto algumas populações apresentavam diferenças significativas associadas ao sexo especialmente nas dunas de São Jacinto e na duna interior de Tróia. Devido a um investimento diferencial em estruturas reprodutoras, seria de esperar um maior crescimento vegetativo nos indivíduos masculinos, como tem sido referido por alguns autores, embora na

literatura os resultados encontrados sejam muito variáveis (VASILIAUSKAS & AARSEN 1992, VERDÚ & GARCÍA FAYOS 1998, DÍAZ BARRADAS & CORREIA 1999, entre outros). Contudo os efeitos desta translocação diferencial entre sexos só são detectados com o avançar da idade dos arbustos, havendo um efeito cumulativo que só é detectado para períodos superiores a 10 anos em espécies dióicas arbustivas (OBESO *et al.* 1998). Também segundo DELPH (1999) o dimorfismo sexual só se manifesta após múltiplos ciclos reprodutivos.

Quanto à cobertura média por indivíduo as plantas de menor porte encontram-se em São Jacinto e Cabo Carvoeiro (estádio jovem e factor de stress-vento). Na 2ª duna quer em Tróia quer em Asperillo a cobertura média também é inferior à da 1ª duna indicando por um lado uma maior competição nos estádios mais avançados da sucessão e por outro lado a senescência dos indivíduos mais velhos que leva a uma fragmentação em plantas mais pequenas (Fig.3).

Os maiores valores do LAI nas populações junto ao mar confirmam que o habitat desta espécie deve estar relacionado com a humidade marinha e ausência de competidores dos estádios mais jovens da sucessão, situação que se vai alterando à medida que a sucessão avança e as condições se vão alterando.

As populações de *Corema album* estudadas apresentam diferenças relacionadas com a idade das comunidades e não com o gradiente climático analisado. Os resultados indicam que as populações parecem estar em fase de expansão nas zonas mais expostas ao mar, enquanto nas zonas interiores as populações encontram-se num estágio mais avançado da sucessão, algumas delas num estágio de regressão, fundamentalmente se estão afectadas por competição com outras espécies.

Os resultados deste estudo parecem indicar que deve existir uma segregação espacial dos indivíduos em relação ao sexo. Nas populações estudadas na Galiza, GUITIÁN *et al.* (1997) encontraram os dois resultados possíveis, algumas estavam distribuídas aleatoriamente mas outras apresentavam uma maior frequência de vizinhos do sexo oposto. Este resultado parece indicar que existe uma maior competição entre indivíduos do mesmo sexo; especialmente entre machos onde a frequência de pares é menor, provavelmente associada a um maior crescimento radicular destes indivíduos. De facto os indivíduos masculinos e femininos em termos de estrutura aérea são muito semelhantes. Se os indivíduos masculinos não investem grande parte do fotossintetizado em frutos tal como os femininos, pode-se esperar um grande investimento por parte destes em estruturas subterrâneas. Por outro lado, medições efectuadas de potenciais hídricos num dos locais de estudo, durante o mês de Julho, mostraram que estes potenciais são mais elevados nos indivíduos masculinos, indicando que estas plantas possuem um maior ou mais eficiente sistema de captação de água do solo.

Estudos futuros sobre a ecofisiologia desta espécie poderão contribuir para uma maior compreensão sobre a competitividade de cada sexo ao longo da sucessão, uma vez que a idade das populações parece ser determinante nas espécies dióicas.

## AGRADECIMENTOS

Este trabalho foi realizado no âmbito de uma Acção integrada Luso-Espanhola (Hispano-Portuguesa HP-1998-0086). Os autores agradecem ao Engenheiro Gilberto do Parque Natural de São Jacinto e aos alunos de Ecologia Vegetal da FCUL.

## REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- ALLEN G.A. & ANTOS J.A. (1988). Relative reproductive effort in males and females of the dioecious shrub *Oemleria cerasiformis*. *Oecologia* 76: 111-118.
- ANTOS J.A. & ALLEN G.A. (1999). Patterns of reproductive effort in male and female shrubs of *Oemleria cerasiformis*: a 6-year study. *Journal of Ecology* 87:77-84.
- BAWA, K.S. (1980). Evolution of dioecy in flowering plants. *Ann.Rev.Ecol.Syst.*, 11: 15-39.
- COX P.A. (1981). Niche partitioning between sexes of dioecious plants. *Amer.Nat.* 117: 295-307.
- DARWIN, C. (1877). *The different forms of flowers on plants of the same species*. London: John Murray: 352 pp.
- DELPH, L. E. (1999). *Sexual dimorphism in life history*. In: GEBER, M. A., DAWSON, T. E. & DELPH, L. F. (eds). *Gender and sexual dimorphism in flowering plants*. Springer. Berlin. 149-173.
- DÍAZ BARRADAS, M.C. & CORREIA, O. (1999). Sexual dimorphism, sex ratio and spatial distribution of male and female shrubs in the dioecious species *Pistacia lentiscus* L. *Folia Geobotanica* 34: 163-174.
- ESCARRÉ, J. & HOUSSARD, C. (1991). Changes in sex ratio in experimental populations of *Rumex acetosella*. *Journal of Ecology*, 79: 379- 387.
- FALINSKI, J.B. (1995). Les espèces pionnières ligneuses et leur rôle dans la régénération et dans la succession secondaire. Colloques Phytosociologiques XXIV:47-75.
- GIBSON, D.J. & MENGES, E.S. (1994). Population structure and spatial pattern in the dioecious shrub *Ceratiola ericoides* *Journal of Vegetation Science* 5: 337-346.
- GUITIÁN P., MEDRANO M. & RODRÍGUEZ M. (1997). Reproductive biology of *Corema album* (L.) D. Don (*Empetraceae*) in the northwest Iberian Peninsula. *Acta bot. Gallica*, 144: 119-128.
- HERRERA C.M. (1988). Plant size, spacing patterns, and host-plant selection in *Osyris quadripartita*, a hemiparasitic dioecious shrub. *Journal of Ecology* 76: 995-1006.
- HOUSSARD C., THOMPSON J.D. & ESCARRÉ J. (1994). Do sex-related differences in response to environmental variation influence the sex-ratio in the dioecious *Rumex acetosella*? *Oikos* 70: 80-90.
- OBESO J.R. (1997). Costs of reproduction in *Ilex aquifolium*: effects at tree, branch and leaf levels. *Journal of Ecology* 85: 159-166.
- OBESO J.R., ALVÁREZ-SANTULLANO M. & RETUERTO R. (1998). Sex ratios, size distributions and sexual dimorphism in the dioecious tree *Ilex aquifolium* (Aquifoliaceae). *American Journal of Botany* 85: 1602-1608.
- OPLER, P.A. & BAWA, K.S. (1978). Sex ratios in tropical forest trees. *Evolution* 32: 812-821.
- NICOTRA, A.B. (1998). Sex ratio variation and spatial distribution of *Siparuna grandiflora*, a tropical dioecious shrub. *Oecologia* 115: 102-113.
- RENNER S. & RICKLEFS R.E. (1995). Dioecy and its correlates in the flowering plants. *American Journal of Botany* 82: 596-606.
- RIVAS-MARTINEZ, S. (1987). Nociones sobre fitosociologia, Biogeografía y

- Bioclimatología. In: La Vegetation de España, pp. 17-45. Peinado Lorca Y S. Rivas-Martinez,( eds).
- SHEA M.M., DIXON P.M. & SHARITZ R.R. (1993): Size differences, sex ratio, and spatial distribution of male and female water tupelo, *Nyssa aquatica* (Nyssaceae). *American Journal of Botany* 80: 26-30.
- VALDÉS, B., TALAVERA, S. & FERNÁNDEZ GALIANO, E. (1987). Flora vascular de Andalucía Occidental. Ketres Editora (Barcelona).
- VASILIAUSKAS S.A. & AARSSSEN L.W. (1992). Sex ratio and neighbour effects in monospecific stands of *Juniperus virginiana*. *Ecology* 73: 622-632.
- VERDÚ M. & GARCÍA-FAYOS P. (1998): Female biased sex ratios in *Pistacia lentiscus* L. (Anacardiaceae). *Plant Ecology* 135: 95-101.
- WALLACE, C.S. & RUNDEL, P.W. (1979). Sexual dimorphism and resource allocation in male and female shrubs of *Simmondsia chinensis*. *Oecologia (Berl.)*, 44: 34-39.

## UTILIZAÇÃO DOS RECURSOS TRÓFICOS PELA DONINHA NO PARQUE NATURAL DAS SERRAS DE AIRE E CANDEEIROS

S. Fragoso & M. Santos-Reis

Centro de Biologia Ambiental/Departamento de Zoologia e Antropologia, Faculdade de Ciências da Universidade de Lisboa, Edifício C2, Campo Grande, 1749-016 Lisboa

Fragoso, S. & Santos-Reis, M. (2000). Utilização dos recursos tróficos pela doninha no Parque Natural das Serras de Aire e Candeeiros. *Revista Biol. (Lisboa)* **18**: 23-32.

Este trabalho consistiu num estudo sobre a utilização dos recursos tróficos pela doninha, *Mustela nivalis*, numa área agrícola do Parque Natural das Serras de Aire e Candeeiros. A análise de dejectos revelou um regime trófico pouco diversificado, traduzido por um reduzido valor da amplitude do nicho alimentar. Os mamíferos constituíram a base da alimentação deste carnívoro, sendo os pequenos roedores aqueles que assumiram maior importância. De seguida surgiram as aves, os répteis, os anfíbios e os frutos e sementes. Estacionalmente verificou-se uma pequena variação do consumo relativo das diferentes classes-presa, tendo o consumo de coelho-bravo assumido uma maior importância durante a Primavera. Verificou-se ainda, que o consumo de roedores acompanhou as flutuações da sua abundância.

Palavras chave: *Mustela nivalis*, dieta, pequenos roedores, predador especialista, recursos tróficos.

Fragoso, S. & Santos-Reis, M. (2000). Feeding habits of the weasel in the Serras de Aire e Candeeiros Natural Park. *Revista Biol. (Lisboa)* **18**: 23-32.

The aim of this study was to evaluate the feeding habits of the weasel, *Mustela nivalis*, in an agriculture area of the Serras de Aire e Candeeiros Natural Park. Scat analysis revealed a low trophic diversity, as shown through a low niche width. Mammals are the main food supply for this carnivore, being small rodents the main prey. Birds, reptiles, amphibians, fruits and seeds were less commonly consumed. A small seasonal variation was observed in the relative intake of the different prey types and a higher consumption of wild rabbit

was noticed in the Spring. The consumption of rodents was proportional to their abundance.

Key words key: *Mustela nivalis*, diet, small rodents, specialist predator, resource utilization.

## INTRODUÇÃO

A doninha (*Mustela nivalis* L., 1766) apesar de apresentar um espectro alimentar diversificado, por forma a satisfazer as suas elevadas necessidades energéticas, demonstra uma preferência por vertebrados superiores, em particular pelos pequenos roedores (DELATTRE, 1987). Esta especialização alimentar leva a que a dinâmica das populações deste pequeno mustelídeo seja influenciada pela disponibilidade alimentar do meio (SANTOS-REIS, 1989).

O presente estudo teve como objectivo primeiro a caracterização do regime alimentar de *Mustela nivalis* numa área agrícola do Parque Natural das Serras de Aire e Candeeiros (PNSAC). Analisaram-se ainda as variações sazonais no consumo relativo das diferentes classes-presa, e a relação entre a abundância de algumas presas no terreno e a sua ocorrência na dieta do predador.

## ÁREA DE ESTUDO

A área de Galegas/Outeiros, com cerca de 129 ha, situa-se na região Oeste do PNSAC e pode ser definida em linhas gerais como um agrossistema. O clima é caracterizado por invernos moderadamente frios e bastante pluviosos e verões secos muito quentes. Neste local a actividade agrícola, esforçada e de baixa produtividade, reparte-se por pequenas parcelas de terreno compartimentadas por muros de pedra solta, onde a presença do olival é uma constante. No período de estudo apenas cerca de metade da área esteve sujeita a cultivo cerealífero (trigo e aveia) ou cultivo de monoculturas (milho, tremçoço, fava). A restante porção, correspondeu a zonas de pousio, sendo algumas utilizadas como pastagem não permanente, ou a zonas de mato que comportavam espécies como o carrasco (*Quercus coccifera*) e o alecrim (*Rosmarinus officinalis*), entre outras.

## METODOLOGIA

O estudo baseou-se na análise de dejectos obtidos, maioritariamente, no decurso de um programa mensal de captura-recaptura deste carnívoro que decorreu entre Fevereiro e Setembro de 1998. Para a análise, estes foram agrupados em amostras. Uma amostra é definida por um único dejecto recolhido numa dada altura num local da área de estudo, ou por um conjunto de dejectos recolhidos numa mesma armadilha, e por isso provenientes de um mesmo indivíduo.

Os dados foram analisados globalmente em termos de frequência de ocorrência (F.O.) de cada item alimentar, em função do número total de presas identificadas, e percentagem de biomassa consumida (P.B.), para os mamíferos. Esta foi calculada multiplicando o peso médio das presas ingeridas pelo número de

indivíduos identificados. Para o coelho-bravo, considerou-se o peso médio de juvenis (200 gr), uma vez que estes constituem a maioria dos indivíduos consumidos por este predador.

A amplitude do nicho alimentar (A.N.) foi determinada através do índice de Simpson padronizado (POUNDS, 1981).

Para a análise da variação sazonal, consideraram-se duas estações, Primavera (Fev/Mai) e Verão (Jun/Set), tendo sido utilizado o índice de PIANKA (1973) para calcular a sobreposição dos nichos alimentares. As frequências de cada classe-presa nas duas amostras foram comparadas utilizando o teste do Qui-quadrado proposto por SIMPSON *et al.* (1960).

O estudo das relações predador-presa baseou-se numa análise da disponibilidade de algumas presas presentes na área de estudo. Para os micromamíferos foi aplicado o método de captura-marcação-recaptura, tendo sido efectuadas 3 sessões trimestrais de amostragem de 3 dias, utilizando 100 armadilhas Sherman. A estimativa da abundância relativa e respectivas flutuações sazonais foram determinadas pela aplicação do índice descrito por POUNDS (1981), função do esforço de captura. A abundância relativa de coelho-bravo (*Oryctolagus cuniculus*) foi expressa em termos do número médio de observações diárias, efectuadas mensalmente no decurso dos 10 dias do programa de amostragem da população predadora.

## RESULTADOS

No total foram recolhidas e analisadas 103 amostras (Primavera N=63; Verão N=40). Destas, 85 (82,5%) apresentavam vestígios de presas selvagens, das quais 2 (2,3%) integravam quatro presas, 9 (10,6%) três, 18 (21,2%) duas e 56 (65,9%) apenas uma. No total foram identificadas 127 presas, que se distribuem por 20 categorias alimentares (Tabela 1).

Da análise da tabela 1 pode-se considerar que o regime trófico da doninha na área de Galegas/Outeiros foi pouco diversificado, o que é patente no baixo valor para a amplitude do nicho alimentar (A.N.=0,36). Os mamíferos foram as presas mais importantes, em particular os pequenos roedores, constituindo a base da alimentação deste predador. Com menor importância, surgem as aves e os répteis, e por fim aparecem os anfíbios e os frutos e sementes.

Entre os mamíferos, o grupo mais importante foram os roedores, seguindo-se os lagomorfos, localmente representados pelo coelho, e os insectívoros (Tabela 2).

A ingestão maioritária de roedores é corroborada pela elevada percentagem de biomassa consumida, sendo este o segundo grupo, dentro dos mamíferos, mais relevante em termos energéticos na dieta (Tabela 2). Nesta ordem as espécies mais frequentes foram *Apodemus sylvaticus* e *Mus spretus* que representam, respectivamente, 29,9% e 25,9% dos roedores consumidos. No entanto, o género *Microtus* supera as espécies anteriores, representando 35,1% do total de indivíduos predados. O género *Rattus* foi predado com maior raridade

(F.O.=9,1%), assumindo grande importância em termos energéticos. O coelho-bravo foi regularmente consumido, sendo a classe-presa mais importante em termos energéticos para a doninha.

Tabela 1 - Frequência de ocorrência expressa em percentagem (F.O.) das presas consumidas por *Mustela nivalis* na área de Galegas/Outeiros, durante o período de estudo (Pri.=Primavera; Ver.=Verão; N=nº de presas).

Classes-presa	N	Global	Pri.	Ver.	Classes-presa	N	Global	Pri.	Ver.
Mammalia	100	78,7	75,3	84,7	Reptilia	7	5,5	7,4	2,2
Insectívora	5	3,9	4,9	2,2	Lacertídeos	2	1,6	2,5	--
<i>Crocídira russula</i>	4	3,1	3,7	2,2	<i>Podarcis sp.</i>	2	1,6	2,5	--
<i>Sorex granarius</i>	1	0,8	1,2	--	Ofídeos	1	0,8	1,2	--
Rodentia	77	60,6	51,9	76	Colubridae	1	0,8	1,2	--
<i>Apodemus sylvaticus</i>	23	18,1	18,5	17,4	Reptilia n.i.	4	3,1	3,7	2,2
<i>Microtus sp.</i>	21	16,5	16	17,4	Amphibia	6	4,7	7,4	--
<i>M.(Terricola) lusitanicus</i>	6	4,7	5	4,3	Anuros	1	0,8	1,2	--
<i>Mus spretus</i>	20	15,7	11,1	23,9	<i>Rana perezi</i>	1	0,8	1,2	--
<i>Rattus sp.</i>	7	5,5	1,2	13	Amphibia n.i.	5	3,9	6,2	--
Lagomorpha	18	14,2	18,5	6,5	Frutos e Sementes	3	2,4	2,5	2,2
<i>Oryctolagus cuniculus</i>	18	14,2	18,5	6,5	<i>Pyrus sp.</i>	1	0,8	1,2	--
Aves	9	7,1	6,2	8,7	<i>Rhamnus alaternus</i>	1	0,8	--	2,2
Passeriformes	3	2,4	2,5	2,2	Frutos n.i.	1	0,8	1,2	--
Ralliformes	1	0,8	1,2	--	Matéria vegetal (não energética)	2	1,6	1,2	2,2
Aves n.i.	5	3,9	2,5	6,5	TOTAL	127	100	100	100

Tabela 2 - Importância das várias classes-presa de mamíferos presentes na dieta da doninha na área de Galegas/Outeiros (F.O.= Frequências de ocorrência expressa em percentagem, em relação ao total de mamíferos consumidos; P.B.= Percentagens relativas de biomassa consumida).

Classes-presa	F.O.	P.B.
Insectívora	5	0,7
Rodentia	77	42,2
<i>Apodemus sylvaticus</i>	23	9,3
<i>Microtus sp.</i>	21	10
<i>M.(Terricola) lusitanicus</i>	6	1,9
<i>Mus spretus</i>	20	4,4
<i>Rattus sp.</i>	7	16,6
Lagomorpha	18	57,1
<i>Oryctolagus cuniculus</i>	18	57,1

Agrupando as amostras sazonalmente verifica-se que a Primavera apresenta um valor baixo para a amplitude do nicho (A.N.=0,38), indicativo de uma exploração não uniforme dos recursos. Ainda que esta estação apresente um espectro alimentar diversificado, são efectivamente os mamíferos, em concreto os roedores, que assumem a importância máxima no regime trófico (Tabela 1). Por sua vez, o maior valor no Verão (A.N.=0,51), sugere uma maior uniformidade na exploração dos recursos, apesar do leque de presas consumidas ser mais estreito.

A sobreposição entre os espectros alimentares nas duas estações é elevada ( $\alpha=0,825$ ), tendo apenas o género *Rattus* não sido explorado de uma forma semelhante durante o período de estudo ( $\chi^2=7,85$ ;  $gl=1$ ;  $p<0,05$ ). Sendo estes indivíduos de dimensões superiores à doninha e potencialmente agressivos, o consumo preferencial no Verão (Tabela 1), poderá estar associado ao aparecimento de juvenis.

Fazendo a correspondência entre o índice de abundância relativa de alguns micromamíferos na área de estudo e a sua frequência de ocorrência na dieta da doninha (Fig. 1), pode-se referir três aspectos. Em primeiro lugar, apesar de *Crocidura russula* ser abundante no terreno apenas foi consumido ocasionalmente. Por outro lado o consumo de *Mus spretus* parece ter seguido a tendência de variação da abundância relativa da espécie no meio. Quanto a *Apodemus sylvaticus*, por ser uma espécie com preferência por meios fechados, e a área de amostragem ser bastante heterogénea em termos de cobertura vegetal, foi apenas capturado ocasionalmente. No entanto, este resultado traduz certamente um defeito de amostragem pois as capturas regulares de animais (num total de 46) involuntariamente efectuadas nas armadilhas de *Mustela nivalis*, permitem referir que o maior consumo desta espécie coincidiu com o período em que mais animais foram capturados (N=29, entre Fevereiro e Maio).

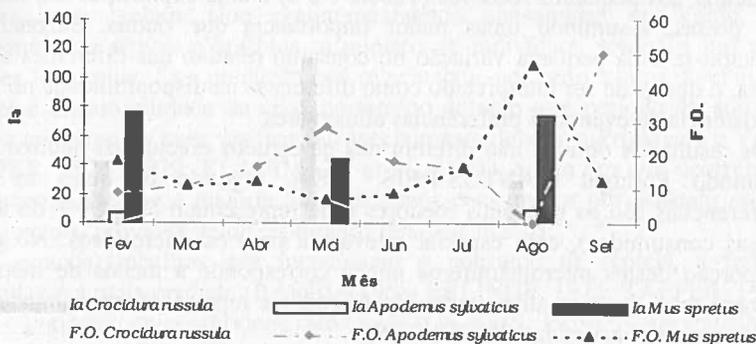


Fig. 1 - Comparação dos índices de abundância (Ia) das espécies de micromamíferos capturadas na área de Galegas/Outeiros, com as respectivas frequências de ocorrência (F.O.) na dieta de *Mustela nivalis*, ao longo do período de estudo.

No que diz respeito ao coelho-bravo, a variação da sua frequência de ocorrência na dieta da doninha sugere o seu consumo preferencial na Primavera (Fig. 2).

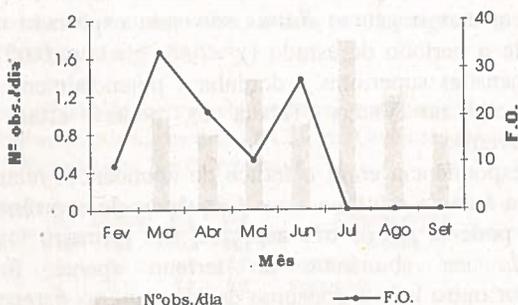


Fig. 2 - Comparação da abundância do coelho-bravo estimada na área de Galegas/Outeiros, com a sua frequência de ocorrência (F.O.) na dieta de *Mustela nivalis*, ao longo do período de estudo.

#### DISCUSSÃO

O regime trófico da doninha na área de Galegas/Outeiros foi pouco diversificado, tendo-se verificado um enfeudamento aos mamíferos, em particular aos pequenos roedores (Tabela 1 e 2) e uma exploração não uniforme das presas, assumindo umas maior importância que outras. Sazonalmente, detectou-se uma pequena variação no consumo relativo das diferentes classes-presa, o que pode ser interpretado como diferenças na disponibilidade no meio e a existência de eventuais preferências alimentares.

Os resultados obtidos não diferem dos de estudos efectuados noutros locais, incluindo Portugal (SANTOS-REIS, 1989), segundo os quais as presas preferenciais são os pequenos roedores (que representam 58 a 99% do total de presas consumidas), com especial relevância para os microtídeos. No geral a proporção destes micromamíferos nunca corresponde a menos de metade do número total de itens alimentares identificados e representa, aproximadamente,  $\frac{3}{4}$  das presas consumidas (KING, 1989).

Os lagomorfos assumem-se como um importante item alimentar neste estudo (Tabela 1), podendo ser considerados como presas secundárias, cuja exploração é de carácter sazonal (DAY, 1968; ERLINGE, 1973, 1975; MOORS, 1975; TAPPER, 1979; POUNDS, 1981; SANTOS-REIS, 1989). O maior consumo de coelho-bravo durante a Primavera, está relacionado com o aparecimento de coelhos juvenis entre Março e Abril (MACDONALD & BARRET, 1993), bem como com o decréscimo da abundância relativa dos pequenos roedores (em particular de *Mus spretus*, Fig. 1). De facto, os lagomorfos são consumidos de preferência na Primavera e Verão (ERLINGE, 1975; POUNDS, 1981; DELATTRE, 1987), estações em que a abundância de jovens leporídeos é maior. Um coelho adulto não é uma presa de fácil captura e remoção para uma doninha,

daí considerar-se que a maioria dos animais consumidos sejam juvenis capturados ainda na toca ou logo após a sua emancipação (DAY, 1968; ERLINGE, 1975; TAPPER, 1976, 1979; POUNDS, 1981; DELATTE, 1982; SANTOS-REIS, 1989). Em termos energéticos o consumo desta classe-presa oferece maior ganho relativamente a outras presas de menores dimensões (Tabela 2), pois é necessário um menor número de indivíduos para obter a mesma biomassa.

Quanto aos insectívoros (Tabela 1 e 2), a sua baixa representatividade na dieta de *Mustela nivalis* é um facto constantemente citado na bibliografia (BARBU, 1968; DAY, 1968; ERLINGE, 1975; MOORS, 1975; TAPPER, 1979; POUNDS, 1981; SANTOS-REIS, 1989; KORPIMÄKI *et al.*, 1991). Esta aparente aversão, parece estar relacionada com a existência naqueles animais de um complexo de glândulas cutâneas (MADUREIRA & RAMALHINHO, 1981), que lhes possibilita emanarem compostos químicos de odor desagradável, tornando-os pouco apetecíveis para a maioria dos carnívoros (ERLINGE, 1975; KING, 1980; KORPIMÄKI & NARRDAHL, 1987).

Neste estudo, as aves assumem uma importância comparável à mencionada noutros trabalhos (Tabela 1), podendo ser consideradas presas secundárias (BARBU, 1968; DAY, 1968; KING, 1971, 1980; WALKER, 1972; MOORS, 1975; TAPPER, 1976, 1979; POUNDS, 1981; KORPIMÄKI *et al.*, 1991). Embora estas tenham sido preferencialmente consumidas no Verão, em detrimento dos répteis e anfíbios, o número de indivíduos predados nas duas estações foi similar. Esta predação está relacionada, por certo, com a diversidade de aves e disponibilidade de crias no terreno durante este período do ano. De facto, o consumo de aves verifica-se especialmente durante a Primavera e Verão (TAPPER, 1976, 1979; KORPIMÄKI *et al.*, 1991), altura em que ocorrem os nascimentos, daí que a maioria dos indivíduos consumidos por *Mustela nivalis* sejam juvenis, provavelmente capturados nos seus ninhos.

Dos poucos trabalhos que mencionam o consumo de répteis, a família Lacertidae é a mais predada (BARBU, 1968; ERLINGE, 1975; TAPPER, 1979) sendo o consumo de colubrídeos raro (SANTOS-REIS, 1989). Neste trabalho, a ocorrência desta classe (Tabela 1) poderá ser reflexo da abundância local de répteis (*obs. pess.*). Quando ao consumo de anfíbios, dado a predação destes vertebrados ser muito rara (BOUCHARDY & DELATTRE, 1986; DELATTRE, 1987), o consumo de indivíduos verificado, sejam eles anuros ou urodelos, torna-se bastante relevante (Tabela 1). Tal facto pode ser explicado pelo período de estudo ter coincidido com parte da época de reprodução das espécies deste grupo que decorre, dependendo das condições climáticas, entre o Inverno e Primavera (OLIVEIRA & CRESPO, 1989). Pode também dever-se ao facto da área amostrada se localizar perto de uma lagoa natural permanente, que constitui um biótopo propício à realização de posturas e desenvolvimento dos girinos, onde a abundância de anfíbios foi elevada nos primeiros meses do ano (nomeadamente de *Rana perezi*, *obs. pess.*).

Sazonalmente, verificou-se um maior número de capturas de poiquilotérmicos na Primavera (Tabela 1), o que pode ser facilmente explicado por três factores. Em primeiro lugar, pelo elevado número destes vertebrados na área de estudo (obs. pess.). Em segundo, e no caso dos répteis, por estes ainda não apresentarem uma actividade muito elevada devido às condições climatéricas instáveis que caracterizam a estação (variações na temperatura, correntes aéreas e pluviosidade, entre outras), o que diminui a sua capacidade de fuga. Finalmente, e no caso dos anfíbios, por ser o período em que estes migram para os pontos de água a fim de realizarem as suas posturas, tornando-se assim mais disponíveis e vulneráveis à predação.

A grande maioria dos trabalhos sobre os hábitos alimentares de *Mustela nivalis*, não referem o consumo de matéria vegetal energética no entanto, os frutos podem durante certas alturas do ano constituir uma larga proporção do regime alimentar deste mustelídeo (NOVIKOV, 1962 in DAY, 1968). No presente estudo a ocorrência desta classe (Tabela 1) pode estar relacionada com uma maior representatividade e disponibilidade de frutos e sementes no terreno, resultante do tipo de flora e do grau de humanização da área.

Da análise da relação entre a abundância de algumas presas no terreno e a sua ocorrência na dieta da doninha (Fig. 1 e 2), pode-se sugerir que as variações no consumo relativo das diferentes presas reflecte diferenças na disponibilidade alimentar no meio e a importância das presas preferenciais (nomeadamente dos pequenos roedores). Os resultados sugerem então, que não existe obrigatoriamente uma correlação entre a abundância de uma presa e o seu consumo pelo predador, ou seja, uma dada espécie pode ser comum mas pouco apetecível, ou mais rara mas preferida (SANTOS-REIS, 1989).

Assim, em termos gerais *Mustela nivalis* é um predador especialista, devido ao enfeudamento aos pequenos roedores, mas simultaneamente oportunista, dentro de certos limites, uma vez que reage às flutuações das presas preferenciais alterando o seu regime alimentar com o consumo de presas alternativas (nomeadamente lagomorfos e aves), quando a abundância daquelas se reduz.

Pelo facto do regime alimentar da doninha ser constituído essencialmente por micromamíferos, cujas espécies muitas vezes atingem densidades que ultrapassam a capacidade de suporte do meio tornando-se pragas, este carnívoro revela-se como um potencial controlador dos efectivos populacionais destes vertebrados e deste modo uma espécie ecológicamente benéfica. No que se refere às espécies cinegéticas, nomeadamente ao coelho-bravo, o seu consumo é de carácter sazonal e ocorre em pequena escala, sendo exercido preferencialmente sobre indivíduos juvenis, o que sugere um impacto pouco significativo. Por fim é de salientar o consumo de anfíbios pelos indivíduos desta sub-população, fenómeno raramente mencionado na bibliografia, o que traduz uma certa flexibilidade ecológica da espécie.

## AGRADECIMENTOS

À Prof. Dr. Ana Isabel Correia, Eng. Isabel Saraiva, Dr. Mário Boeiro, Dr. Isabel Chambel e Dr. Maria João Santos, pela ajuda na identificação dos itens alimentares, e a todos os colaboradores de campo. Aos dois revisores anónimos cujos comentários enriqueceram este trabalho.

## REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- BARBU, P. (1968). Systématique et écologie de la belette *Mustela nivalis* L. provenant de quelques forêts des districts d'Ilföv et de Prahova - Roumanie. *Travaux du Muséum d'Histoire Naturelle Grigore Antipa* 8: 991-1002.
- BOUCHARDY, C. & DELATTRE, P. (1986). La belette. *Bulletin Mensuel de l'Office National de la Chasse* 98 (Fiche n° 28) : 1-4.
- DAY, M. G. (1968). Food habits of british stoats (*Mustela erminea*) and weasels (*Mustela nivalis*). *Journal of Zoology* 155 (4): 485-497.
- DELATTRE, P. (1982). Données écologiques sur la belette (*Mustela nivalis* L.) et l'hermine (*Mustela erminea* L.). *Bulletin Mensuel de l'Office National de la Chasse*, 54: 26-33.
- DELATTRE, P. (1987). La belette (*Mustela nivalis* Linnaeus, 1766). *Encyclopédie des carnivores de France* 11: 1-35.
- ERLINGE, S. (1973). Distribution and population kinetics of weasel (*Mustela nivalis*) in a woodland area in southern Sweden. *Proceedings of the International Congress of Game Biologists* (Stockholm, Sweden): 339-347.
- ERLINGE, S. (1975). Feeding habits of the weasel (*Mustela nivalis*) in relation to prey abundance. *Oikos* 26 (3): 378-384.
- KING, C. M. (1971). *Studies on the ecology of the weasel (Mustela nivalis L.)*. Ph. D. Thesis. University of Oxford. England.
- KING, C. M. (1980). The weasel *Mustela nivalis* and its prey in an english woodland. *Journal of Animal Ecology* 49: 127-159.
- KING, C. M. (1989). *The natural history of weasels & stoats*. Christopher Helm. London.
- KORPIMÄKI, E. & NORRDAHL, K. (1987). Low proportion of shrews in the diet of small mustelids in western Finland. *Zeitschrift für Säugetierkunde* 52 (4): 257-260.
- KORPIMÄKI, E.; NORRDAHL, K. & RINTÄ-JASKALI, T. (1991). Responses of stoats and least weasel to fluctuating food abundances: is the low phase of the cycle due to mustelid predation? *Oecologia* 88: 552-561.
- MACDONALD, D. & BARRET, P. (1993). *Mammals of Britain & Europe*. Collins Field Guide. Harper Collins Publishers. London.
- MADUREIRA, M. & RAMALHINHO, M. (1981). Notas sobre a distribuição, diagnose e ecologia dos Insectívora e Rodentia portugueses. *Arquivos do Museu Bocage, série A* 1 (10): 165-263.
- MOORS, P. J. (1975). The food of weasel (*Mustela nivalis*) on farmland in north-east Scotland. *Journal of Zoology* 177 (4): 455-461.
- OLIVEIRA, M. E. & CRESPO, E. G. (1989). *Atlas da distribuição dos anfíbios e répteis de Portugal Continental*. Serviço Nacional de Parques, Reservas e Conservação da Natureza. Lisboa.
- PIANKA, E. R. (1973). The structure of lizard communities. *Annual Review of Ecology and Systematics* 4: 53-74.

- POUNDS, C. J. (1981). *Niche overlap in sympatric populations of stoats (Mustela erminea) and weasels (Mustela nivalis) in North-East Scotland*. Ph. D. Thesis. University of Aberdeen. Scotland.
- SANTOS-REIS, M. (1989). *As doninhas ibéricas (CARNIVORA: Mustela)*. Um estudo taxonómico e ecológico. Dissertação apresentada à Faculdade de Ciências da Universidade de Lisboa para obtenção do grau de Doutor. Lisboa.
- SIMPSON, G. G.; ROE, A. & LEWONTIN, R. (1960). *Quantitative Zoology*. Harcourt, Brace and Company, Inc. New York.
- TAPPER, S. (1976). The diet of weasels (*Mustela nivalis*) and stoats (*Mustela erminea*) during early summer in relation to predation on game birds. *Journal of Zoology* 179 (2): 219-224.
- TAPPER, S. (1979). The effect of fluctuating vole numbers (*Microtus agrestis*) on a population of weasel (*Mustela nivalis*) on farmland. *Journal of Animal Ecology* 48: 603-617.
- WALKER, D. R. G. (1972). Observations on a collection of weasels (*Mustela nivalis*) from estates in south-west Hertfordshire. *Journal of Zoology* 166: 474-480.

## A DENSIDADE DO TARTARANHÃO-CAÇADOR (*CIRCUS PYGARGUS*) EM CASTRO VERDE

S. Fragoso, G. Costa, A. Franco, I. Malico, S. Reis,  
A. Rocha & N. Sarmiento

Liga para a Protecção da Natureza, Estrada do Calhariz de Benfica, nº 187  
1500-124 Lisboa, Portugal

Fragoso, S., Costa, G., Franco, A., Malico, I., Reis, S., Rocha, A. & Sarmiento, N. (2000). A densidade do Tartaranhão-caçador (*Circus pygargus*) em Castro Verde. *Revista Biol. (Lisboa)* 18: 33-39.

Estimou-se a densidade do Tartaranhão-caçador (*Circus pygargus* L.) na região de Castro Verde durante a época de nidificação de 1999. Recorreu-se ao método dos transectos lineares e utilizando-se o programa DISTANCE para a estimação das densidades. O valor da densidade foi comparado com os obtidos em 1994, 1997 e 1998 na mesma área de estudo, no mesmo período e com o mesmo método. Verificou-se que o efectivo populacional é significativamente menor do que o de 1994, não sendo a ligeira subida observada em relação a 1997 e 1998 estatisticamente significativa.

Palavras chave: Tartaranhão-caçador, Castro Verde, densidade, transectos lineares, *Circus pygargus*.

Fragoso, S., Costa, G., Franco, A., Malico, I., Reis, S., Rocha, A. & Sarmiento, N. (2000). The density of the Montagu's Harrier (*Circus pygargus*) in Castro Verde. *Revista Biol. (Lisboa)* 18: 33-39.

The density of the Montagu's Harrier (*Circus pygargus* L.) was estimated in the Castro Verde region during the 1999 breeding season. Line transects were performed and the DISTANCE software program was used to assess density values. The obtained density was compared with the results of 1994, 1997 and 1998 in the same study area, in the same period and using the same method. The estimated number of birds is significantly lower than the 1994 value and higher, although not significantly, than the 1997 and 1998 values.

Key words: Montagu's Harrier, Castro Verde, density, line transects, *Circus pygargus*.

## INTRODUÇÃO

O Tartaranhão-caçador é uma ave de rapina cujo efectivo é de 900 a 1200 casais no nosso país (ONOFRE & RUFINO, 1994). A população desta espécie sofreu, no entanto, um declínio a partir dos anos setenta, sendo-lhe atribuído o estatuto de "Vulnerável" no Livro Vermelho dos Vertebrados de Portugal (SNPRCN, 1990). Para a atribuição deste estatuto terá contribuído não só o declínio populacional registado como também a dependência da espécie em relação às culturas cerealíferas extensivas do Sul do país, sendo neste tipo de habitat que se encontra a maioria da população nidificante.

A avaliação da tendência populacional da espécie reveste-se de especial importância, sendo portanto necessária uma monitorização dos efectivos e uma gestão correcta do habitat para assegurar a conservação da mesma. No entanto, dois grandes obstáculos têm sido colocados à determinação das tendências populacionais de aves de rapina em geral e do Tartaranhão-caçador em particular: a falta de estudos a longo prazo ou temporalmente regulares e a disparidade dos métodos de censo utilizados em diferentes áreas por diferentes investigadores.

Utilizando o método dos transectos lineares, foram realizados alguns censos dos efectivos populacionais de *Circus pygargus* na região de estepe cerealífera de Castro Verde, que congrega um dos maiores núcleos de nidificação em Portugal (ONOFRE, 1994; LEITÃO & MOREIRA, 1995). Neste trabalho, os resultados referentes a 1999 são apresentados e comparados com os obtidos em anos anteriores (1994, 1997 e 1998) (FRANCO *et al.*, 1996; FRANCO *et al.*, 1998; SARMENTO *et al.*, 1998).

## MÉTODOS

### Área de estudo

O estudo decorreu nos Concelhos de Castro Verde e Mértola (Figura 1) e encontra-se numa área incluída na Rede Natura 2000 como Zona de Protecção Especial para Aves (Directiva 79/409/CEE). Tem aproximadamente 17500 ha e é dominada por áreas de cereal extensivo e pousio. O sistema agrícola praticado baseia-se num esquema de rotações longas em que dois anos de cereais de Inverno são alternados com três ou mais anos de pousio (LEITÃO & MOREIRA, 1995). É este sistema que proporciona o habitat de nidificação e de alimentação do Tartaranhão-caçador.

Com base em fotografias aéreas e em trabalho de campo observou-se que o pousio ocupa 51% da área, seguido pelo cereal com 25%, pelas plantações de pinheiros com 8%, pelo montado e alqueive ambos com 7% e por outros (*e.g.* olival, eucaliptal, pomares e mato) com 2%.

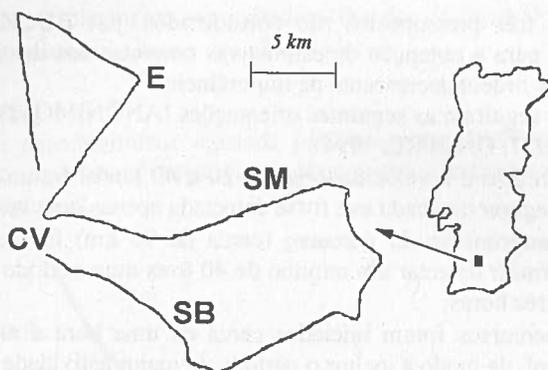


Figura 1 – Localização da área de estudo e transecto percorrido para estimativa da densidade de tartaranhões. CV = Castro Verde, SM = S. Marcos da Ataboeira, SB = Santa Bárbara de Padrões; E = Entradas.

#### Método dos transectos lineares

A densidade do Tartaranhão-caçador na área de estudo foi estimada recorrendo ao método dos transectos lineares (BIBBY *et al.*, 1992). Este método permite a amostragem de grandes áreas num período de tempo reduzido, o que é vantajoso para espécies de baixa densidade como as aves de rapina. Na sua aplicação, é contado o número de aves avistadas ao longo de um determinado percurso (transecto), sendo anotado o biótopo e a distância perpendicular da ave à linha do transecto. Aos dados recolhidos em campo ajusta-se uma curva de detectabilidade que corrige a variação da detectabilidade das aves com a sua distância aos observadores.

A aplicação desta técnica implica o cumprimento dos seguintes pressupostos (KREBS, 1972; BURNHAM *et al.*, 1980; SEBER, 1980; BUCKLAND *et al.*, 1993):

- as aves que se encontram sobre o percurso ou muito próximas dele são sempre detectadas;
- os indivíduos são detectados na sua posição inicial;
- a distância das aves ao observador é correctamente registada;
- as detecções das aves são acontecimentos independentes;
- as aves não tendem a deslocar-se na direcção do observador nem a afastarem-se dele, isto é, não são perturbadas pelo observador;
- os observadores encontram-se familiarizados com a(s) espécie(s) (particularmente com a identificação dos indivíduos e o comportamento);
- os percursos correspondem a uma amostra aleatória da área de estudo, sendo, por isso, seleccionados aleatoriamente sobre a mesma;
- nenhuma ave é detectada duas vezes.

Os primeiros três pressupostos são considerados, por BUCKLAND *et al.* (1993), críticos para a obtenção de estimativas correctas das densidades, sendo apresentados por ordem decrescente de importância.

Os transectos seguiram as seguintes orientações (ANÓNIMO, 1969; FULLER & MOSHER, 1987; ONOFRE, 1994):

- o percurso e a velocidade (entre 20 e 40 km/h) foram escolhidos de modo a assegurar que cada ave fosse detectada apenas uma vez;
- o comprimento do percurso (cerca de 90 km) foi determinado de forma a permitir detectar um mínimo de 40 aves num período de tempo não superior a três horas;
- os percursos foram iniciados cerca de uma hora e meia depois do nascer do sol, de modo a incluir o período de maior actividade das aves;
- a exactidão das estimativas das distâncias foi constantemente aferida pelos observadores, por comparação com pontos de referências assinalados nas cartas topográficas;
- os percursos foram iniciados em locais diferentes por forma a que os troços fossem perscrutados a diferentes horas. Pretendeu-se, deste modo, eliminar a influência da variação da actividade das aves durante o percurso;
- não se efectuaram percursos em dias em que as condições meteorológicas fossem inadequadas.

É, no entanto, de salientar que a aleatoriedade do percurso foi limitada pela existência de estradas que permitiam a deslocação de automóvel à velocidade recomendada.

Durante a época de nidificação de 1999 foram realizados transectos com uma periodicidade semanal, desde a chegada dos primeiros indivíduos até ao início da incubação dos ovos (entre 3 de Abril e 9 de Maio). Não se realizaram transectos após esta data, já que a conspicuidade das fêmeas diminuiu acentuadamente, reduzindo-se assim o número de indivíduos detectados. Foram analisados os dados de 9 transectos em que o número de indivíduos foi máximo e relativamente constante. Estes dados foram recolhidos nos biótopos maioritariamente utilizados pela espécie para alimentação e nidificação, ou seja, cereal e pousio.

Utilizou-se o programa DISTANCE para analisar os dados. Este programa estima a densidade de uma dada população recorrendo a uma série de modelos da curva de detectabilidade (uniforme, normal truncada, exponencial negativa e *hazard-rate*) e de ajustes possíveis (séries de cosenos, polinómios simples e polinómios de Hermite). Foi seleccionado o modelo que melhor se ajustou aos dados segundo o critério de Akaike (BUCKLAND *et al.*, 1993).

De modo a atenuar a influência dos erros na estimação das distâncias a que se avistaram as aves, estas foram agrupadas em intervalos quando se procedeu ao tratamento dos dados. Foram consideradas as seguintes faixas (em metros): 0-50, 50-100, 100-150, 150-200, 200-250, 250-300, 300-350, 350-400, 400-500, 500-600, 600-800, 800-1000. Estes intervalos são fechados no seu mínimo e abertos

no seu máximo. Tipicamente, no método utilizado, os intervalos definidos são mais largos a maiores distâncias dos observadores.

## RESULTADOS

A curva de detectabilidade ajustada pelo programa DISTANCE aos dados obtidos é uma exponencial negativa, sendo o ajuste efectuado através de séries de cosenos (Figura 2).

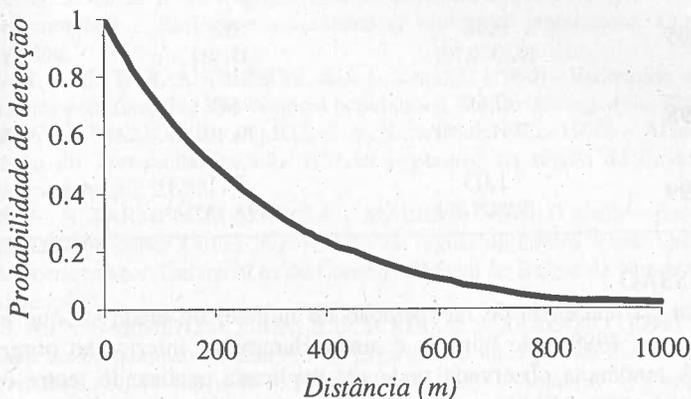


Figura 2 – Curva de detectabilidade do Tartaranhão-caçador estimada para a região de Castro Verde na época de nidificação de 1999.

A partir do número de indivíduos obtido pelo método dos transectos lineares foi estimado o número máximo de casais. Esta estimativa baseou-se na percentagem de fêmeas detectadas nos transectos (39%), que foi inferior à dos machos. Por conseguinte, o número de casais não poderá ser superior ao de fêmeas. No entanto, há que ter em conta a possibilidade de algumas das fêmeas não se terem reproduzido, pelo que se pode ter obtido uma sobreavaliação do número de casais.

A Tabela 1 reporta os resultados de 1999 bem como os de 1994, 1997 e 1998, ou seja, a densidade e o número de indivíduos, estimado através do programa DISTANCE, e o número de casais correspondente. É de referir que os dados dos anos anteriores a 1999 foram recalculados por forma a uniformizar os cálculos, i.e. em todos os anos utilizaram-se as mesmas faixas de distância e agruparam-se as observações nos biótopos predominantes.

Os resultados apresentados parecem indicar que, após um registo de densidades muito baixos nos anos de 1997 e 1998 em relação a 1994, terá ocorrido uma ligeira recuperação do efectivo populacional em 1999 (embora as diferenças observadas não sejam estatisticamente significativas a um nível de significância de 5%).

Tabela 1 - Estimativas da densidade, do número de indivíduos e do número de casais de Tartaranhão-caçador na área de estudo. Os intervalos de confiança a 95% das estimativas encontram-se entre parêntesis rectos.

Ano	Densidade (nº de indivíduos/km <sup>2</sup> )	Nº de indivíduos	Nº de casais
1994	1,6 [1,36, 1,97]	190 [144, 250]	72 [55, 95]
1997	0,48 [0,33, 0,70]	62 [43, 91]	26 [18, 38]
1998	0,69 [0,61, 0,78]	90 [79, 102]	34 [30, 39]
1999	1,05 [0,88, 1,26]	111 [93, 133]	43 [36, 52]

## DISCUSSÃO

Apesar da tendência de recuperação do número de efectivos que parece ter ocorrido em 1999, este número é ainda claramente inferior ao observado em 1994. A tendência observada pode ser explicada analisando, entre outros, os seguintes factores: (i) o sucesso reprodutor da espécie entre 1995 e 1998; (ii) a mortalidade dos indivíduos adultos no período de invernada e/ou nidificação; (iii) deslocação de efectivos de e para a área de estudo.

Procurando avaliar a influência do primeiro factor nesta descida, foram analisados dados da nidificação da espécie na região recolhidos durante os anos de 1994, 1997 e 1998. O sucesso reprodutor em 1994 parece ter sido excepcionalmente elevado em relação ao registado por outros investigadores (FRANCO *et al.*, 1996), enquanto que nos dois últimos anos este sucesso foi baixo (FRANCO *et al.*, 1999).

Não se tendo obtido dados sobre outros factores potencialmente explicativos da tendência populacional, seria, por isso, desejável a recolha de dados adicionais (como, por exemplo, a variação interanual da abundância das presas da espécie na região) e a comparação com dados recolhidos noutras áreas.

Dada a vulnerabilidade da espécie, é igualmente necessária a continuação da monitorização do efectivo populacional e do sucesso reprodutor nesta área de estudo. Na região de Castro Verde, o grau de aplicação pelos agricultores de medidas muito simples de protecção da espécie (tais como aumentar a altura de corte do cereal sempre que for detectado um ninho com crias) é ainda muito baixo. Assim, a realização de campanhas de sensibilização para a protecção da espécie na região poderá desempenhar um papel importante na sua conservação.

## AGRADECIMENTOS

Os autores gostariam de agradecer à Câmara Municipal de Castro Verde e a todos os colaboradores de campo.

## REFERÊNCIAS

- ANÓNIMO (1969) - International standard for bird census work. *Bird Study* 16: 244-245.
- BIBBY, C. J., D. A. HILL & N. D. BURGESS. (1992) - *Bird Census Techniques*. Academic Press, London.
- BUCKLAND, S. T., D. R. ANDERSON, K. P. BURNHAM, & J. L. LAAKE (1993) - *Distance sampling - Estimating abundance of biological populations*. Chapman & Hall, London.
- BURNHAM, K. P., D. R. ANDERSON, & J. L. LAAKE (1980) - Estimation of density from line transect sampling of biological populations. *Wildlife Monographs* 72: 1-202.
- FRANCO, A., I. MALICO, H. MARTINS & N. SARMENTO (1996) - Abundância e reprodução do Tartaranhão-caçador (*Circus pygargus*) na região de Castro Verde. *Ciência e Natureza* 2: 21-28.
- FRANCO, A., N. SARMENTO, S. REIS & I. MALICO (1998) - O efectivo populacional do Tartaranhão-caçador *Circus pygargus* L. na região de Castro Verde. Actas da V Reunião Ibérica sobre Tartaranhões do Conselho Ibérico de Defesa da Natureza. Évora. (em publicação).
- FRANCO, A., N. SARMENTO, I. MALICO, S. REIS & S. FRAGOSO (1999) - Sucesso reprodutor do Tartaranhão-caçador *Circus pygargus* L. na região de Castro Verde. Pp. 23-25 in: Beja, P., P. Catry & F. Moreira (Eds.) 1999. Actas do II Congresso de Ornitologia da Sociedade Portuguesa para o Estudo das Aves. SPEA, Lisboa.
- FULLER, M. R. & J. A. MOSHER (1987) - Raptor survey techniques. Pp.37-65 in: B. A. G Pendleton, B. A Millsap, K. W. Cline & D. M Bird (Eds.), *Raptor Management Techniques Manual*. National Wildlife Federation. Scientific and Technical Series, nº 10: 37-76.
- LEITÃO, D. & F. MOREIRA (1995) - *Relação da avifauna com o uso da terra na região de Castro Verde*. Liga para a Protecção da Natureza, Lisboa.
- KREBS, C. J. (1972) - *Ecology: Experimental analysis of distribution and abundance*. Harper & Row Publishers, New York.
- ONOFRE, N. (1994) - Aves de rapina de uma região predominantemente desarboreada dos Concelhos de Castro Verde e Mértola. Abordagem à estrutura da comunidade e às relações com o habitat. *Silva Lusitanica*, nº especial: 65-92.
- ONOFRE, N. & R. RUFINO (1994) - Situação da Águia-caçadeira *Circus pygargus* (L.) em Portugal. Pp. 481-494 in: Juan José Ferrero (Eds.), *Alytes Revista Extremeña de Ciencias Naturales*. ADENEX, Cáceres.
- SARMENTO, N., I. MALICO, S. FRAGOSO, S. REIS & A. FRANCO (1998) - Determinação da densidade do Tartaranhão-caçador (*Circus pygargus* L.) em Castro Verde. Pp. 59-62 in: Costa, L.T., H. Costa, M. Araújo & M.A. Silva (Eds.) 1998. Simpósio sobre Aves Migradoras na Península Ibérica. SPEA e Universidade de Évora.
- SEBER, G. A. F. (1982) - *The estimation of animal abundance and related parameters*. Charles Griffin & Company Limited, London.
- SNPRCN (1990) - *Livro Vermelho dos Vertebrados de Portugal. Vol I - Mamíferos, Aves, Répteis e Anfíbios*. Secretaria de Estado do Ambiente e Defesa do Consumidor, Lisboa.

## DADOS DE CRESCIMENTO EM PEIXES DA RIA DE AVEIRO

R. Cruz & J. Rebelo

Departamento de Biologia, Campus Universitário de Santiago  
3810 - 193 Aveiro

Cruz, R. & Rebelo, J. (2000). Dados de crescimento em peixes da Ria de Aveiro. *Revista de Biol. (Lisboa)* **18**: 41-47.

A Ria de Aveiro é caracterizada por uma considerável diversidade de espécies ictiológicas com taxas de crescimento variadas. Foram estabelecidas relações entre os dados biométricos individuais, comprimento e peso, e os dos otólitos *sagittae* respectivos, em 1449 exemplares pertencentes a 6 espécies representativas de 4 categorias ecológicas. A relação entre o comprimento e o peso dos exemplares é isométrica em todas as espécies estudadas. As relações entre o comprimento do peixe e os diâmetros maior e menor do otólito e entre o peso do peixe e o peso do otólito foram do tipo linear em *Atherina boyeri*, *Atherina presbyter*, *Dicentrarchus labrax* e *Liza saliens* e do tipo potencial em *Liza aurata* e *Liza ramada*.

Palavras-chave: Peixe, otólitos, crescimento, Ria de Aveiro, Portugal.

Cruz, R. & Rebelo, J. (2000). Growth data in fish of the Ria of Aveiro. *Revista de Biol. (Lisboa)* **18**: 41-47.

The fish fauna of the Ria of Aveiro is highly diverse and shows different growth rates. Individual biometric parameters, such as length and weight, were compared with those of their *sagittae* otoliths in 1449 fishes of 6 species, representative of 4 ecological categories. The length-weight relationship was isometric to all the considered species. The fish length and the otolith narrower and wider diameters, and the fish weight and the otolith weight relationships were linear to *Atherina boyeri*, *Atherina presbyter*, *Dicentrarchus labrax*, and *Liza saliens*, and were potential to *Liza aurata*, and *Liza ramada*.

Key words: Fish, otoliths, growth, Ria de Aveiro, Portugal.

## INTRODUÇÃO

A Ria de Aveiro é um sistema lagunar costeiro onde ocorre uma elevada diversidade de espécies ictiológicas, quando comparada com estuários e lagunas europeus (REBELO 1992; ELLIOT e DEWAILLY 1995). A ocorrência destas espécies obedece a padrões de comportamento distintos, podendo, por isso, ser agrupadas nas seguintes categorias ecológicas: espécies residentes lagunares, espécies visitantes adventícias marinhas, espécies migradoras diádromas, espécies migradoras marinhas, espécies juvenis marinhas e espécies ocasionais dulçaquícolas (ELLIOT e DEWAILLY 1995).

Em dinâmica de populações, a análise do crescimento é usualmente feita tendo em consideração os dados biométricos, como o comprimento e o peso (MGAYA 1995; SILVA e GORDO 1997). Os otólitos, vulgarmente usados na determinação de idade, têm sido igualmente ensaiados na caracterização métrica do crescimento (CASSELMAN 1983; GRAYNOTH 1996; MANN e BUXTON 1997).

Neste trabalho analisaram-se pormenores de crescimento em espécies ictiológicas da Ria de Aveiro, representativas de diferentes categorias ecológicas, através do estabelecimento de relações entre o comprimento e o peso dos peixes e entre estes parâmetros e os diâmetros maior e menor dos otólitos respectivos.

## MÉTODOS

Os exemplares ícticos foram amostrados na Ria de Aveiro, entre Agosto e Outubro de 1998, em 9 estações de amostragem localizadas: junto à embocadura da laguna (BAR, SJA, GAF), nos seus extremos (CAR, ARE, VAG), junto à principal fonte dulçaquícola (RIO), na região com maior concentração de poluição química (LAR) e na região intermédia do canal mais extenso (TOR) (Fig. 1). O método de captura utilizado foi a "chinha", uma arte de pesca de cerco e arrasto para terra tradicional na Ria de Aveiro (NOBRE e AFEIXO 1915). As amostras foram obtidas em triplicado em cada estação. Os espécimes foram conservados no frio até ao início do trabalho.

No laboratório, após descongelação, cada exemplar foi identificado de acordo com chaves taxonómicas (BEN-TUVIA 1986; FARRUGIO 1977; MUZAVOR *et al.* 1993; QUIGNARD e PRAS 1986; TORTONESE 1986), foi medido no seu comprimento total, ao milímetro inferior, com uma régua electrónica Mitutoyo SD, e foi pesado, ao décimo do grama, com uma balança AND EK-2000G. Os dados de comprimento foram agrupados em classes ao centímetro inferior. Foi removido o par de otólitos de maiores dimensões, os *sagittae*. Os otólitos, após lavagem em água, foram acondicionados a seco e, posteriormente, pesados, ao décimo do miligrama, com o auxílio de uma balança AND HR-60. Em cada otólito determinaram-se os diâmetros maior e menor (Fig. 2), em unidades de medição micrométrica, posteriormente convertidas ao décimo de milímetro, com auxílio de uma lupa estereoscópica Nikon equipada com ocular micrométrica e iluminada com luz transmitida.

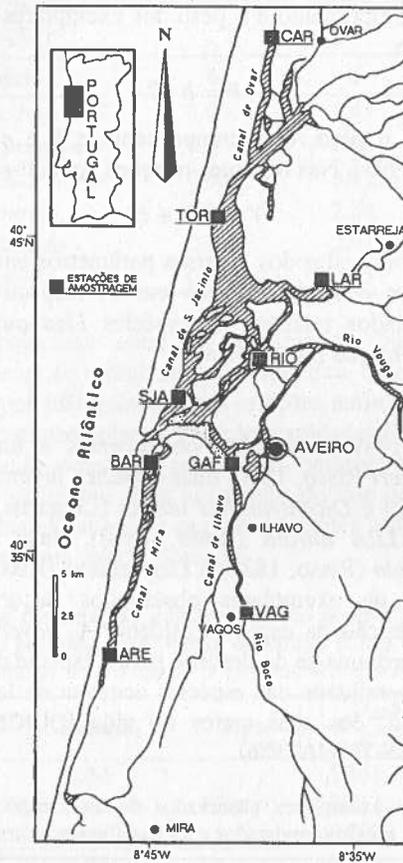


Figura 1 – Mapa da Ria de Aveiro com indicação dos locais de recolha (Adaptado de Rebelo 1992)

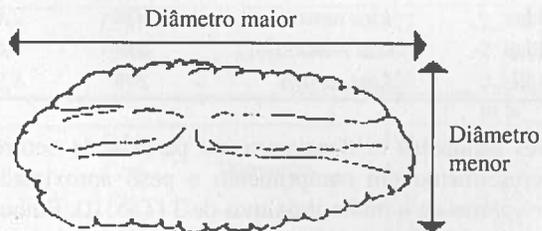


Figura 2 – Esquema do otólito *sagitta* com indicação do diâmetro maior e menor.

A relação entre o comprimento e o peso dos exemplares ícticos foi efectuada com base na expressão:

$$P = b C^n$$

em que  $P$  representa o peso,  $C$  o comprimento e  $b$  e  $n$  são coeficientes de regressão (MGAYA 1995). Nas restantes relações aplicou-se a regressão linear:

$$Y = a'X + b'$$

em que  $Y$  e  $X$  tomaram o valor dos diversos parâmetros em estudo e  $a'$  e  $b'$  são estimativas do declive e da intercepção em  $Y$ , respectivamente (SOKAL e ROHLF 1981). Os dados relativos às espécies *Liza aurata* e *Liza ramada* sofreram uma transformação logarítmica.

## RESULTADOS

Foram analisados 1449 exemplares pertencentes a uma espécie residente lagunar, *Atherina boyeri* Risso, 1810, duas espécies juvenis marinhas, *Atherina presbyter* Cuvier, 1829 e *Dicentrarchus labrax* (Linnaeus, 1758), uma espécie migradora marinha, *Liza aurata* (Risso, 1810), duas espécies migradoras diádromas, *Liza ramada* (Risso, 1826) e *Liza saliens* (Risso, 1810) (Tab. I). As proporções relativas de exemplares observados decorreram das capturas efectuadas. Com excepção da espécie residente *A. boyeri*, cujo comprimento máximo amostrado aproxima-se do descrito para a espécie na sua área geográfica de distribuição, a generalidade das espécies ocorrem na laguna na fase inicial, essencialmente juvenil, dos seus ciclos de vida (QUIGNARD e PRAS 1986; TORTONESE 1986; BEN-TUVIA 1986).

Tabela I - Número de exemplares observados de cada espécie com indicação dos comprimentos mínimo e máximo registados e da Família taxonómica.

Família	Espécie	Nº de Indivíduos	Comprimento	
			mínimo	máximo
Atherinidae	<i>Atherina boyeri</i>	65	3,5	12,2
Atherinidae	<i>Atherina presbyter</i>	128	5,7	12,6
Moronidae	<i>Dicentrarchus labrax</i>	66	8,8	14,3
Mugilidae	<i>Liza aurata</i>	678	2,8	24,2
Mugilidae	<i>Liza ramada</i>	214	2,6	19,1
Mugilidae	<i>Liza saliens</i>	298	5,9	16,2

As espécies estudadas evidenciaram, no período de ocorrência lagunar, um padrão de crescimento em comprimento e peso aproximadamente simétrico, revelado por valores de  $n$  muito próximos de 3 (Tab. II). Embora em *L. ramada* a isometria tivesse sido bem explícita, nas restantes espécies verificou-se ora uma ligeira predominância de crescimento em peso em relação ao comprimento, como em *D. labrax*, ora o inverso, como em todas as restantes espécies.

Tabela II – Parâmetros da relação comprimento/peso obtidos para espécies estudadas e coeficiente de determinação ( $r^2$ )

Espécie	b	n	$r^2$
<i>Atherina boyeri</i>	0,009	2,88	0,973
<i>Atherina presbyter</i>	0,008	2,90	0,963
<i>Dicentrarchus labrax</i>	0,008	3,12	0,964
<i>Liza aurata</i>	0,013	2,84	0,985
<i>Liza ramada</i>	0,009	2,99	0,992
<i>Liza saliens</i>	0,013	2,85	0,953

As relações estabelecidas entre os parâmetros biométricos do peixe, comprimento e peso, e os do otólito *sagitta* respectivo, diâmetro maior e menor e peso, evidenciaram tipos idênticos nas três relações definidas no interior de cada espécie e dois tipos distintos entre as espécies estudadas (Tab. III). Nas espécies *L. aurata* e *L. ramada* constatou-se que os parâmetros do peixe têm um crescimento proporcionalmente mais acentuado do que os do otólito, expresso por uma relação potencial, enquanto que nas restantes espécies o crescimento é simétrico, expresso por uma relação linear.

Tabela III – Parâmetros das relações comprimento do peixe/diâmetro maior do otólito (C/M), comprimento do peixe/diâmetro menor do otólito (C/m) e peso do peixe/peso do otólito (P/p). O coeficiente de determinação ( $r^2$ ) é igualmente mostrado.

Espécie	Relação	Tipo	Parâmetros de regressão		
			a'	b'	$r^2$
<i>Atherina boyeri</i>	C/M	Linear	2,461	0,670	0,942
	C/m		3,511	0,951	0,877
	P/p		0,082	0,271	0,899
<i>Atherina presbyter</i>	C/M	Linear	2,513	0,541	0,899
	C/m		3,724	0,392	0,861
	P/p		0,078	0,499	0,854
<i>Dicentrarchus labrax</i>	C/M	Linear	2,623	-1,207	0,891
	C/m		5,828	-3,666	0,798
	P/p		0,231	-9,552	0,859
<i>Liza saliens</i>	C/M	Linear	3,277	-2,276	0,860
	C/m		6,955	-2,733	0,773
	P/p		0,252	-3,312	0,794
			a'	ln b'	$r^2$
<i>Liza aurata</i>	C/M	Potencial	1,194	0,771	0,907
	C/m		1,424	1,417	0,911
	P/p		1,296	-2,747	0,911
<i>Liza ramada</i>	C/M	Potencial	0,928	1,070	0,968
	C/m		1,302	1,480	0,960
	P/p		1,021	-1,777	0,956

## DISCUSSÃO

A Ria de Aveiro é povoada por uma comunidade ictiológica em que predominam exemplares juvenis (REBELO, 1992). Nas espécies estudadas no presente trabalho apenas *A. boyeri* esteve representada por praticamente toda a gama de comprimento em que foi descrita (QUIGNARD e PRAS 1986). Este facto contribuiu para reafirmar o seu carácter residente neste sistema lagunar. As restantes espécies ocorrem na laguna apenas na sua fase juvenil ou sazonalmente em períodos migratórios.

Os sistemas de ecótono, devido à sua elevada produtividade, proporcionam ritmos elevados de crescimento nas espécies ictiológicas, particularmente durante a fase inicial dos seus ciclos de vida. Todas as espécies estudadas revelaram um crescimento muito proporcionado em comprimento e peso.

Na fase de crescimento estudada, pode afirmar-se que as espécies exibem uma relação bem definida entre o crescimento em comprimento e peso individuais e o crescimento em diâmetro, maior e menor, e peso do otólito *sagitta* respectivo. As relações podem revelar um crescimento simétrico, como o verificado para as espécies *A. boyeri*, *A. presbyter*, *D. labrax* e *L. saliens*, ou um crescimento mais rápido do peixe em relação aos seus otólitos, como em *L. aurata* e *L. ramada*. O crescimento do diâmetro maior dos otólitos está mais intimamente relacionado com o crescimento dos peixes do que o crescimento do diâmetro menor, à semelhança do que foi concluído para outras espécies (MANN e BUXTON 1997).

Pode concluir-se que na Ria de Aveiro espécies representativas de diferentes comportamentos ecológicos, apesar de evidenciarem um padrão simétrico de crescimento em comprimento e peso, mostram variações no crescimento dos seus otólitos. Trabalhos posteriores devem consagrar a particularidade genética desta variação e as fases do ciclo de vida das espécies consideradas.

## REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- BEN-TUVIA, A. 1986. Mugilidae in P.J.P. WHITEHEAD M.-L. BAUCHOT J.-C. HUREAU J. NIELSEN e E. TORTONESE (eds.) *Fishes of the North-eastern Atlantic and Mediterranean*, Vol. III. UNESCO, Paris.
- CASSELMAN, J. 1983. Age and growth assessment of fish from their calcified structures – Techniques and tools in *Proceedings of the international workshop on age determination of oceanic pelagic fishes: Tunas, billfishes and sharks* (PRINCE, E. e PUIOS, L. eds), NOAA Tech. Rep. NMFS 8: 1 – 17.
- ELLIOT, M. e DEWAILLY, F. 1995. The structure and components of European estuarine fish assemblages. *Netherlands Journal of Aquatic Ecology*, 29 (3-4): 397 – 417.
- FARRUGIO, H. 1977. Clés commentées pour la détermination des adultes et des alevins de mugilidae de Tunisie. *Cybiu* 3<sup>e</sup> Série, 2: 57 – 73.
- GRAYNOTH, E. 1996. Determination of the age of brown and rainbow trout in a range of New Zealand Lakes. *New Zealand Journal of Marine Freshwater Research*, 47: 749 – 756.

- MANN, B. E BUXTON, C. 1997. Age and growth of *Diplodus sargus capensis* and *D. cervinus hottentotus* (Sparidae) on the Tsitsikamma Coast, South Africa. *Cybium*, 21 (2): 135 - 147.
- MGAYA, Y. 1995. Age and growth analysis of the mosshead sculpin *Clinocottus globiceps* Girard 1857 (Pisces: Cottidae) from Helby Island, British Columbia. *J. Appl. Ichthyol.*, 11: 50-59.
- MUZAVOR, S. ARRUDA, L. E ANDRADE, J. 1993. *Roteiro ecológico da Ria Formosa*, Vol. II. Algarve em Foco Editora.
- NOBRE, A. e AFEIXO, J. 1915. *A Ria de Aveiro: Relatório oficial do regulamento da Ria de 28 de Dezembro de 1912*. Imprensa Nacional, Lisboa.
- QUIGNARD, J.P. e PRAS, A. 1986. Atherinidae in P.J.P. WHITEHEAD M.-L. BAUCHOT J.-C. HUREAU J. NIELSEN e E. TORTONESE (eds.) *Fishes of the North-eastern Atlantic and Mediterranean*, Vol. III. UNESCO, Paris.
- REBELO, J. 1993. A ictiofauna da Ria de Aveiro e o período lagunar do ciclo de vida do robalo (*Dicentrarchus labrax* Linnaeus, 1758): Dissertação apresentada para a obtenção do grau de Doutor. Universidade de Aveiro.
- SILVA, M. e GORDO, L. 1997. Age, growth and reproduction of the black goby, *Gobius niger*, from Óbidos Lagoon, Portugal. *Cah. Biol. Mar.*, 38: 175-180.
- SOKAL, R. e ROHLF, J. 1981. *Biometry*. 2<sup>nd</sup> edition. W.H. Freeman and Company, New York.
- TORTONESE, E. 1986. Moronidae in P.J.P. WHITEHEAD M.-L. BAUCHOT J.-C. HUREAU J. NIELSEN e E. TORTONESE (eds.) *Fishes of the North-eastern Atlantic and Mediterranean*, Vol. II. UNESCO, Paris.

## AMERICAN *MAGNOLIOPHYTA* IN PENA AND JARDIM-MUSEU AGRÍCOLA TROPICAL PARKS

M.Cândida Liberato<sup>1</sup>, M.Lisete Caixinhas<sup>2</sup> & J. Monjardino<sup>3</sup>

<sup>1</sup>Jardim-Museu Agrícola Tropical, Instituto de Investigação Científica Tropical, Largo dos Jerónimos, 1400-209 Lisboa

<sup>2</sup>Departamento de Protecção das Plantas e de Fitoecologia, Instituto Superior de Agronomia, Tapada da Ajuda, 1349-017 Lisboa

<sup>3</sup>Parque Natural de Sintra-Cascais, Rua General Alves Roçadas, 10 - 2º esq., 2710-527 Sintra

Liberato, M. C., Caixinhas, M. L. & Monjardino, J. (2000). American *Magnoliophyta* species in Pena and Jardim-Museu Agrícola Tropical Parks. *Revista Biol. (Lisboa)* 18: 49-58.

The Botanical Parks of Pena and Jardim-Museu Agrícola Tropical (JMAT) are located in Sintra and Lisbon respectively.

The Pena Park has an historical value being considered one of the best Portuguese *arboretum*. The year of 1839 can be regarded as the year of the first plantings under the supervision of the King Fernando II.

The JMAT has also an historical value as it was created under pedagogic subordination to the Instituto Superior de Agronomia in order to support the Agronomic Colonial Teaching. The introduction of exotic and the ones of economic value has happening since 1919. *Magnoliophyta* species from several floristic regions of the American Continent are conserved in these Parks. Taxonomic studies were undertaken; the specimens were identified through the morphological external characters. The species and the infraspecific taxa will be mentioned, as well as their wild origin, their possible utilization by man and their presence in the Parks. These Parks, man-made ecosystems, are responsible for the maintenance of biodiversity *ex situ*. They are an important contribute to research related with the developing and adaptation of the several taxa to climate and soil of those green areas, as well as for didactic and educational programmes.

Key words: Botanical Parks, *Magnoliophyta*, Sintra, Lisbon, Conservation.

Liberato, M.C., Caixinhas, M.L. & Monjardino, J. (2000). Espécies americanas de *Magnoliophyta* existentes nos Parques da Pena e Jardim-Museu Agrícola Tropical. *Revista Biol. (Lisboa)* **18**: 49-58.

Os Parques Botânicos da Pena e do Jardim-Museu Agrícola Tropical (JMAT) encontram-se localizados respectivamente em Sintra e Lisboa. O Parque da Pena tem um reconhecido valor histórico, podendo ser considerado um dos melhores arboretos portugueses. No ano de 1839 foram iniciadas as primeiras plantações sob a coordenação do rei D. Fernando II. O JMAT tem igualmente valor histórico considerável, por ter sido criado como "dependência pedagógica" do Instituto Superior de Agronomia, com a finalidade de apoiar o ensino agronómico colonial. A introdução de plantas exóticas e de valor económico ocorreu a partir de 1919.

Espécies de *Magnoliophyta* originárias de várias regiões florísticas do continente americano encontram-se preservadas nos Parques mencionados. Estudos taxonómicos foram efectuados, tendo todos os espécimens sido identificados com base nos caracteres morfológicos externos. As espécies e os *taxa* infraespecíficos serão mencionados bem como a sua região de origem, a sua possível utilização e a sua presença no respectivo Parque. Estes Parques, ecossistemas construídos pelo homem, são responsáveis pela manutenção da biodiversidade *ex situ*, sendo muito importantes para a investigação relacionada com o desenvolvimento e adaptação das diferentes espécies ao clima e solo das referidas zonas verdes, bem como para programas didácticos e educacionais.

Palavras chave: Parques Botânicos, *Magnoliophyta*, Sintra, Lisboa, Conservação.

## INTRODUCTION

The Botanic Parks present nowadays a great opportunity in the participation to the world-wide conservation of nature effort.

The Botanic Parks of Pena and Jardim-Museu Agrícola Tropical (JMAT), both of relevant historical value, are good examples of the mentioned effort. These Parks are located in Sintra and Lisbon, respectively.

According to the criteria established at the Convention Concerning the Protection of the World-Wide Cultural and Natural Patrimony, the "Parque da Pena" was considered one of the fundamental values of the Sintra, leading this region - town and its surrounding mountain - to be classified by UNESCO as World-Wide Patrimony at 1995.

The year of 1839 can be regarded as the one of the first plantings in Pena Park under the supervision of King Fernando II. Exotic trees coming from several parts of the world were introduced by this monarch. According to AZEVEDO GOMES (1960), *Acca sellowiana* (O. Berg) Burret and others Brazilian

*Myrtaceae* species were introduced after the Brazil Emperor visit. King Fernando was the husband of the rulling Queen Maria II. After the Queen's death he married d'Edla countess (1869), who also devoted enormous attention to the introduction of the other exotic species, mainly those of north American provenance, sent by the countess relatives (FRANÇA, 1974).

The Jardim-Museu Agrícola Tropical (JMAT) is integrated in the monumental area of Belém, near the Jerónimos monastery. It occupies a total area of 7 hectares, with a Botanic Park of about 5 hectares, including the Greenhouses.

The JMAT was created in 1906 as "Jardim Colonial" under pedagogic subordination to the Instituto Superior de Agronomia in order to support the Agronomic Colonial Teaching, initiated at that time. This garden was transfered from the Conde Farrobo's Garden (nowadays part of Zoological Garden of Lisbon) to the present site in 1914. King Fernando II is also connected to this place, since he used it for leisure. In this time *Araucaria* Juss., *Brachychiton* Schott & Endl., *Butia* (Becc.) Becc., *Dracaena* Vand. ex L., *Nolina* Mich., *Phoenix* L., *Robinia* L. and *Yucca* L. species were already present in this space. In 1919 the aims of Jardim Colonial were enlarged namely to promote the introduction of economic value and exotic tropical and subtropical species (FRAGATEIRO, 1935; INSTITUTO DE INVESTIGAÇÃO CIENTÍFICA TROPICAL, 1983). This objective is still being accomplished nowadays.

Several botanical studies about the woody species of these Parks have been developed since the forties of the 20 th century (FRANCO, 1949; AZEVEDO GOMES, 1960; FRANCO *et al.*, 1996; LIBERATO, 1994).

The goal of this communication concerns only the American *Magnoliophyta* conserved in the mentioned Parks. The green areas studied, man-made ecosystems, are privileged areas for the maintenance of the biodiversity *ex situ*.

## MATERIAL AND METHODS

The taxonomic study of living species of American *Magnoliophyta* conserved in Pena and JMAT Parks was done using the morphological external caracteres according to BAILEY (1975), LIBERTY HYDE BAILEY HORTORIUM (1976), HUXLEY *et al.* (1992) and compared with verified herbarium specimens.

The authors' names follow BRUMMITT & POWELL (1992).

For each taxa were studied the area of origin and some uses by man (MABBERLEY, 1997).

## RESULTS

The taxa, the wild origin of species and varieties, their uses by man and their distribution in parks are presented on Table 1. The families, species and varieties are listed in alphabetical order; the names of the taxa above the rank of family follow STEBBINS (1974).

Table 1 - American *Magnoliophyta*

TAXA	ORIGIN	USE	DISTRIBUTION IN PARKS
<b>MAGNOLIOPSIDA</b>			
<b>ACANTHACEAE</b>			
<i>Justicia rizzinii</i> Wassh	Brazil	ornamental	Pena
<b>ACERACEAE</b>			
<i>Acer rubrum</i> L.	E & CN America	ornamental	Pena
<b>ANACARDIACEAE</b>			
<i>Schinus molle</i> L.	Brazil, Uruguay, Paraguay,	fruits used to adulterate pepper, exudates chewed	JMAT
<i>Schinus terebinthifolius</i> Raddi	N Argentina Venezuela, Brazil to Argentina	ornamental	JMAT
<b>ANNONACEAE</b>			
<i>Annona cherimola</i> Mill.	Peru, Ecuador	edible fruit	JMAT
<b>APOCYNACEAE</b>			
<i>Thevetia peruviana</i> (Pers.) K. Schum.	Tropical America	ornamental	JMAT
<b>ARALIACEAE</b>			
<i>Oreopanax nymphaeifolius</i> (Linden ex Hibberd) Gentil	Probably Guatemala	ornamental	JMAT
<b>BERBERIDACEAE</b>			
<i>Berberis darwinii</i> Hook.	Chile ( Patagonia)	ornamental	Pena
<b>BETULACEAE</b>			
<i>Betula papyrifera</i> Marsh.	USA, Canada, Greenland	timber for turning, shoe lasts, pegs, paper-pulp	Pena
<b>BIGNONIACEAE</b>			
<i>Campsis radicans</i> (L.) Bureau	SE USA	ornamental	JMAT
<i>Catalpa bignonioides</i> Walter	SE USA	street-tree, timber	JMAT
<i>Jacaranda mimosifolia</i> G. Don	Argentina, Bolivia	street-tree, ornamental	JMAT
<i>Macfadyena unguis- cati</i> (L.) A.H. Gentry	Mexico to Argentina	ornamental	JMAT
<b>BOMBACACEAE</b>			
<i>Chorisia speciosa</i> A. St. Hil.	Brazil, Argentina	fibre for pillow, ornamental	JMAT
<b>CACTACEAE</b>			
<i>Cereus uruguayanus</i> Kiesling	SE Brazil to N Argentina	ornamental	JMAT
<i>Hylocereus undatus</i> (Haw.) Britton & Rose	Tropical America	edible fruit	JMAT
<i>Opuntia ficus-indica</i> (L.) Mill.	Mexico	edible fruit, living fence	JMAT
<i>Opuntia lindheimeri</i> Engelm.	Mexico	living fence	JMAT
<i>Opuntia monacantha</i> (Willd.) Haw.	SE Brazil to N Argentina	living fence	JMAT

TAXA	ORIGIN	USE	DISTRIBUTION IN PARKS
<i>Opuntia paraguayensis</i> K. Schum.	Paraguay	living fence, ornamental	JMAT
CELASTRACEAE			
<i>Maytenus boaria</i> Molina	Chile	medicinal, ornamental	JMAT
COMPOSITAE			
<i>Montanoa bipinnatifida</i> (Kunth) K. Koch	S Mexico	ornamental	JMAT
EBENACEAE			
<i>Diospyros virginiana</i> L.	E USA	edible fruit	JMAT
ERICACEAE			
<i>Kalmia latifolia</i> L.	E USA	ornamental	Pena
<i>Rhododendron macrophyllum</i> G. Don	W N America	ornamental	Pena
ESCALLONIAACEAE			
<i>Escallonia rubra</i> (Ruiz & Pav.) Pers. var. <i>macrantha</i> (Hook. & Arn.) Reiche	cultivated	ornamental	JMAT, Pena
EUPHORBIACEAE			
<i>Euphorbia pulcherrima</i> Klotzch	Mexico	ornamental	JMAT
FAGACEAE			
<i>Quercus alba</i> L.	E USA	imp. timber, fuel source, ornamental	Pena
<i>Quercus palustris</i> Munchh.	NE USA, SE Canada	timber, ornamental	Pena
<i>Quercus phellos</i> L.	SE USA	ornamental	Pena
<i>Quercus rubra</i> L.	E N America	timber for construction, ornamental	Pena
GESNERIACEAE			
<i>Sinningia speciosa</i> (Lodd.) Hiern	Brazil	ornamental	Pena
HYDRANGEACEAE			
<i>Hydrangea quercifolia</i> Bartram	SE USA	ornamental	Pena
JUGLANDACEAE			
<i>Carya ovata</i> (Mill.) C. Koch var. <i>ovata</i>	Quebeck to Florida & Texas	timber, ornamental	Pena
<i>Carya ovata</i> (Mill.) C. Koch var. <i>fraxinifolia</i> Sarg.	W New York	timber, ornamental	Pena
<i>Juglans nigra</i> L.	E USA	edible seeds, timber	JMAT
LEGUMINOSAE/ /CAESALPINIOIDEAE			
<i>Bauhinia forficata</i> Link	S America	medicinal, ornamental	JMAT
<i>Gleditsia triacanthos</i> L.	S America	street -tree, timber, hedges	JMAT
<i>Parkinsonia aculeata</i> L.	Tropical America	erosion control, fodder, afforestation, ornamental	JMAT

TAXA	ORIGIN	USE	DISTRIBUTION IN PARKS
<i>Robinia pseudoacacia</i> L. LEGUMINOSAE/ /MIMOSOIDEAE	E & C USA	timber for construction & fuel, ornamental	Pena
<i>Prosopis juliflora</i> (Sw.) DC.	N S America, C America	erosion control in arid climates, shade-tree, timber, forage legumes	JMAT
<i>Prosopis laevigata</i> (Humb. & Bonpl. ex Willd.) M.C. Johnston LEGUMINOSAE/ /PAPILIONOIDEAE	Mexico, USA (Texas)	shade-tree, legumes edible and of value fodder	JMAT
<i>Erythrina coralloides</i> A. DC.	S USA, E Mexico	shade-tree for coffee, ornamental	JMAT
<i>Tipuana tipu</i> (Benth.) Kuntze	S America	shade-tree for parks & avenues	JMAT
MAGNOLIACEAE			
<i>Liriodendron tulipifera</i> L.	E N America	ornamental	Pena
<i>Magnolia grandiflora</i> L.	SE USA	shade-tree for parks & avenues, ornamental	Pena, JMAT
MALVACEAE			
<i>Malvaviscus arboreus</i> Cav.	Mexico to Peru and Brazil	ornamental	JMAT
MELASTOMATACEAE			
<i>Tibouchina urvilleana</i> (DC.) Cogn.	Brazil	ornamental	Pena
MORACEAE			
<i>Maclura pomifera</i> (Raf.) C.K. Schneid.	USA (Arkansas to Texas)	living fence, windbreak, dye, timber, leaves to feed silkworms	JMAT
MYRTACEAE			
<i>Acca sellowiana</i> (O. Berg) Burret	S Brazil, Paraguay, Uruguay, N Argentina	edible fruits for preserves	JMAT
<i>Eugenia uniflora</i> L.	Tropical America	edible fruit	Pena, JMAT
<i>Myrceugenia ovata</i> (Hook. & Arn.) Berg	W S America	edible fruit	Pena
<i>Psidium guajava</i> L.	Tropical America	edible fruit	JMAT
<i>Psidium guineense</i> Sw.	Tropical America	edible fruit	JMAT
<i>Psidium littorale</i> Raddi	Brazil	edible fruit	JMAT
NYCTAGINACEAE			
<i>Bougainvillea glabra</i> Choisy	Brazil	ornamental	Pena, JMAT
<i>Bougainvillea spectabilis</i> Willd.	Brazil	ornamental	JMAT

TAXA	ORIGIN	USE	DISTRIBUTION IN PARKS
<i>Mirabilis jalapa</i> L.	Peru	ornamental	Pena
ONAGRACEAE			
<i>Fuchsia arborescens</i> Sims	Mexico	ornamental	Pena
<i>Fuchsia corymbiflora</i> Ruiz & Pav.	Peru	ornamental	Pena
<i>Fuchsia magellanica</i> Lam.	Chile, Argentina	ornamental	Pena
PASSIFLORACEAE			
<i>Passiflora edulis</i> Sims.	Brazil	edible fruit, ornamental	JMAT
<i>Passiflora mollissima</i> (Kunth) L.H. Bailey	W Venezuela, Colombia, SE Peru, W Bolivia	edible fruit	Pena
PHYTOLACCACEAE			
<i>Phytolacca dioica</i> L.	Tropical S America	shade tree, ornamental	JMAT
PROTEACEAE			
<i>Roupala macrophylla</i> Pohl.	Brazil	ornamental	Pena
ROSACEAE			
<i>Quillaja saponaria</i> Molina	Chile	bark with saponin used in fire extinguishers	Pena
RUTACEAE			
<i>Casimiroa edulis</i> La Llave & Lex.	Mexico, C America	edible fruit	JMAT
<i>Choisya ternata</i> Kunth	Mexico	ornamental	Pena
<i>Pilocarpus pennatifolius</i> Lem.	Paraguay, Argentina, Brazil	medicinal	JMAT
SOLANACEAE			
<i>Brugmansia sanguinea</i> (Ruiz & Pav.) D. Don	NC Colombia to N Chile	ornamental	Pena
<i>Dochroma cyaneum</i> (Lindl.) Greene	NW S America	ornamental	Pena
VERBENACEAE			
<i>Duranta erecta</i> L.	Tropical America	ornamental	JMAT
<i>Lantana camara</i> L.	Tropical America	hedges, ornamental	JMAT
WINTERACEAE			
<i>Drimys winteri</i> J.R. Forst. & G. Forst.	Chile, W Argentina	ornamental	Pena
LILIOPSIDA			
AGAVACEAE			
<i>Agave atrovirens</i> Salm-Dyck	Mexico	ornamental	JMAT
<i>Agave attenuata</i> Salm-Dyck	Mexico	ornamental	JMAT
<i>Agave sisalana</i> Perrine	E Mexico	imp. fibre	JMAT
<i>Dasyllirion acrotrichum</i> Zucc.	Mexico	thatching, baskets, ornamental	JMAT
<i>Furcraea foetida</i> (L.) Haw.	C America	fibre	JMAT

TAXA	ORIGIN	USE	DISTRIBUTION IN PARKS
<i>Nolina recurvata</i> (Lem.) Hemsl.	SE Mexico	ornamental	Pena, JMAT
<i>Yucca aloifolia</i> L.	SE USA to NW New Mexico	fibre, ornamental	JMAT
<i>Yucca elephantipes</i> Regel	Mexico, C America, Guatemala	fuellwood, ornamental	JMAT
<i>Yucca treculeana</i> Carrière	Texas, W Mexico	fibre, ornamental	JMAT
BROMELIACEAE			
<i>Bilbergia vittata</i> Brongn. ex Morel	E Brazil	ornamental	JMAT
<i>Fascicularia pitcairniifolia</i> (Berlin Hortus ex Verl.) Mez	Brazil	ornamental	Pena
<i>Hechtia glomerata</i> Zucc.	S Texas, Mexico, Guatemala	ornamental	JMAT
COMMELINACEAE			
<i>Tradescantia fluminensis</i> Vell.	SE Brazil	ornamental	Pena
GRAMINEAE			
<i>Cortaderia selloana</i> (Schult. & Schult.f.) Asch & Graebn	Brazil, Argentina, Chile	ornamental	Pena, JMAT
PALMAE			
<i>Brahea armata</i> S. Watson	Mexico, Baja California	ornamental	JMAT
<i>Brahea edulis</i> S. Watson	Mexico	edible fruit, ornamental	JMAT
<i>Butia capitata</i> (Mart.) Becc.	Brazil, Uruguay, Argentina	ornamental, wine-palm	Pena, JMAT
<i>Chamaedorea pochutlensis</i> Liebm.	W Mexico	ornamental	JMAT
<i>Jubaea chilensis</i> (Molina) Baill.	C coastal Chile	edible fruit, wine palm, honey-palm	Pena, JMAT
<i>Sabal palmeto</i> (Walter) Schult. & Schult.f.	SE USA to Bahamas & Cuba	tatching, fibre, furniture	JMAT
<i>Syagrus romanzoffiana</i> (Cham.) Glassman	Brazil	edible fruit, ornamental	JMAT
<i>Washingtonia filifera</i> (Linden) H.L. Wendl.	SW USA	edible fruit, baskets, ornamental	JMAT
<i>Washingtonia robusta</i> H.L. Wendl.	NW Mexico	edible fruit, ornamental	JMAT

### CONCLUSIONS

The study of American *Magnoliophyta* in Pena and JMAT Parks presented here shows:

- Within these areas 97 *Magnoliophyta* species and varieties were identified, being 74 *Magnoliopsida* and 23 *Liliopsida*.
- In these areas we can find species from a wide variety of locations of the American continent.

- Those species provide a wide range of very important utilizations to mankind. They include food and drinks, forages, dyers, timbers, fibres, living-fences, fuel, medicinal uses, shade-trees with different purposes, ornamentals and others.

- Some species are dioicious, like *Oreopanax nymphaeifolius* (Linden ex Hibberd) Gentil and *Phytolacca dioica* L., being present only male specimens.

- Some species do not bloom, they present only vegetative developing, as *Dasyilirion acrotrichum* Zucc..

- *Casimiroa edulis* La Llave & Lex. blooms, but does not frutify.

- *Jubaea chilensis* (Molina) Baill. is a protected species in his natural area where it is threatened [according to the IUCN categories it has the Vulnerable Status (WALTERS & GILLET, 1998)].

- *Roupala macrophylla* Pohl., a shrub of long leaves like a tail-fish, is cultivated in Portugal only in Sintra mountain.

- These Parks assure a crucial role for the maintenance of the biodiversity *ex situ*, as they comprise a great number of exotic species very well acclimated.

- These Parks are very important for research programmes. They contribute, for example, for studies related with the developing and adaptation of the several taxa to the climate and soil, as well as propagation, taxonomic and morphologic studies.

- These Parks are also important for didactic and educational programmes, because they permit the teaching, for example, of taxonomy, morphology and economic interest of a great number of exotic species.

## REFERENCES

- AZEVEDO GOMES, M. (1960) - *Monografia do Parque da Pena. Estudo Dendrológico-Florestal*. Gráfica Técnica. Lisboa, 341.
- BAILEY, L.H. (1975) - *Manual of Cultivated Plants*. Macmillan Publishing Co. New York, 1116.
- BRUMMITT, R.K. & POWELL, C.E. (1992) - *Authors of Plant Names*. Royal Botanic Gardens. Kew, 732.
- FRANÇA, J.A. (1974) - D. Fernando e a Pena. In: *A Arte em Portugal no Século XIX*. Bertrand Editora, 292-308.
- FRAGATEIRO, B. (1935) - Jardim Colonial. In: *Guia de Portugal Artístico (Jardins, Parques e Tapadas)*, 2, 23-32.
- FRANCO, J.A. (1949) - Dos Abetos Nascidos no Parque da Pena. *Boletim da Sociedade Portuguesa de Ciências Naturais*, 2, ser. 2 (1), 1-33.
- FRANCO, J.A., CAIXINHAS, M.L., NASCIMENTO, C., ANDRESEN, T., BARÃO, T., FERRÃO, S., HENRIQUES, C., RIBEIRO, T., CRESPO, M. & MONJARDINO, J. (1996) - Passado, Presente e Futuro do Parque da Pena (Sintra). In: *IV Simposio de la Asociación Ibero-Macaronésica de Jardines Botánicos*. Santiago de Compostela, 54-55.
- HUXLEY, A., GRIFFITHS, M. & LEVY, M. (eds.) (1992) - *The New Royal Horticultural Society Dictionary of Gardening*. The Royal Horticultural Society. The Macmillan Press, Lda. London & Basingstoke, vol. I 815, vol. II 747, vol. III 790, vol. IV 888.

- INSTITUTO DE INVESTIGAÇÃO CIENTÍFICA TROPICAL (ed.) (1983) - O Jardim-Museu Agrícola Tropical. In: *Da Comissão de Cartografia ao Instituto de Investigação Científica Tropical. 100 Anos de História*. Lisboa, 181-193.
- LIBERTY HYDE BAILEY HORTORIUM (eds.) (1976) - *Hortus Third. A Concise Dictionary of Plants Cultivated in the United States and Canada*. Macmillan Publishing Co. New York, 1290.
- LIBERATO, M.C. (1994) - *Catálogo de Plantas do Jardim-Museu Agrícola Tropical*. Instituto de Investigação Científica Tropical / Fundação Berardo. Lisboa, 100.
- MABBERLEY, D.J. (1997) - *The Plant-Book*. (Ed. 2). Cambridge University Press. Cambridge, 858.
- STEBBINS, G.L. (1974) - *Flowering Plants. Evolution Above the Species Level*. The Belknap Press of Harvard University Press. Cambridge, xviii + 397.
- WALTERS, K.S. & GILLETT, H.J. (eds.) (1998) - *1997 IUCN Red List of Threatened Plants*. IUCN Gland, Switzerland & Cambridge. UK, 862.

## ESTUDO DE ECTOPARASITAS DAS BRÂNQUIAS DE ROBALO (*DICENTRARCHUS LABRAX* L.) DA RIA DE AVEIRO

N. Duarte<sup>1</sup>, N. Rosa<sup>1</sup>, M. J. Santos<sup>2</sup> & J. Rebelo<sup>1</sup>

<sup>1</sup>Universidade de Aveiro, Departamento de Biologia,  
Campus Universitário de Santiago - 3810 Aveiro

<sup>2</sup>Departamento de Zoologia e Antropologia da Faculdade de Ciências  
Universidade do Porto, Praça Gomes Teixeira, 4050 Porto

Duarte, N., Rosa, N., Santos, M. J. & Rebelo, J. (2000).  
Estudo de ectoparasitas das brânquias de robalo  
(*Dicentrarchus labrax* L.) da Ria de Aveiro. *Revista Biol.*  
(*Lisboa*) 18: 59-68.

O robalo (*Dicentrarchus labrax* L.) é uma espécie de grande importância na Ria de Aveiro, com particular incidência na piscicultura. A sua infestação por parasitas é ainda pouco conhecida. Neste trabalho pretendeu descrever-se a fauna que parasita as brânquias do robalo que coloniza a Ria de Aveiro. Foram analisados 37 hospedeiros, capturados entre Novembro de 1998 e Junho de 1999. Em todos foi registada a presença de parasitas. Os organismos observados pertencem às espécies *Ichthyobodo necator*, *Trichodina* sp., *Diplectanum aequans* e *Amyloodinium* sp.. Este último género foi identificado, pela primeira vez em Portugal, como parasita de brânquias de robalo de meio natural. A espécie *Diplectanum aequans* foi encontrada em todos os hospedeiros ao longo do período de amostragem. A fauna parasitológica registada apresentou-se constante tanto em abundância como em diversidade e independente do peso ou comprimento do hospedeiro.

Palavras chave: Robalo, Parasitas, Brânquias, Ria de Aveiro.

Duarte, N., Rosa, N., Santos, M. J. & Rebelo, J. (2000). Study of ectoparasites of the sea bass gills (*Dicentrarchus labrax* L.) of Ria de Aveiro. *Revista Biol. (Lisboa)* 18: 59-68.

The sea bass (*Dicentrarchus labrax* L.) is a species with wide importance in the Aveiro's Estuary, with special incidence in the aquaculture. Its infestation by parasites is still not very well known. In this work we intended to describe the fauna that parasites the gills of the sea bass that colonizes the Aveiro's Estuary. 37 hosts were analyzed, captured between November of 1998 and June of 1999. In all of them was

detected the presence of parasites. The observed organisms belong to the species *Ichthyobodo necator*, *Trichodina* sp., *Diplectanum aequans* and *Amyloodinium* sp.. This last parasite was identified, for the first time in Portugal, as parasite of wild sea bass' gills. *Diplectanum aequans* was found in all the hosts along the sampling period. The parasitological fauna demonstrated to be constant so much in abundance as in diversity and independent of the weight or size of the host.

Key words: Sea bass, Parasites, Gills, Aveiro's Estuary.

## INTRODUÇÃO

A ictiofauna da Ria de Aveiro é abundante e constituída por uma grande diversidade de espécies.. Entre as mais importantes que povoam este sistema lacunar encontra-se o robalo (*Dicentrarchus labrax* L.), quer pela sua abundância quer pelo seu valor económico (REBELO, 1993).

O estudo dos ictioparasitas é de grande importância para as pisciculturas, a fim de otimizar a produção de peixes. As condições de desenvolvimento de infecções têm sido estudadas por vários autores (RODGERS, 1998; ALVAREZPELLITERO, 1997; SILAN, 1996).

A França foi o local onde foram efectuados mais estudos, datados das décadas de 70 e 80, e existem ainda alguns estudos mais recentes em Espanha e Itália (SANTOS, 1997).

A nível nacional conhecem-se alguns estudos realizados em pisciculturas do Sul de Portugal, e um trabalho mais abrangente que se refere a toda a parasitofauna do robalo da Ria de Aveiro, em peixes capturados na barra do estuário (SANTOS, 1997).

Neste trabalho pretendeu identificar-se os parasitas que infestam as brânquias de robalos que ocorrem na Ria de Aveiro, analisar a variação sazonal das espécies infestantes e relacionar o número de parasitas com o peso e comprimento dos hospedeiros.

## MATERIAL E MÉTODOS

Os robalos foram capturados na zona de interface entre o Rio Novo do Príncipe e a Ria de Aveiro em dois períodos de tempo. O primeiro, correspondente ao Inverno, entre Novembro de 1998 e Fevereiro de 1999 e o segundo, correspondente à Primavera, entre Março e Junho de 1999. Nas capturas utilizaram-se a pesca à linha e a "chinha", uma arte regional de pesca.

Os peixes foram mantidos vivos em recipientes de plástico até ao momento da pesquisa dos parasitas.

Em cada exemplar foram determinados o comprimento e o peso totais. De seguida extraíram-se os arcos branquiais, os quais foram emersos em água do meio natural para observação. A identificação dos parasitas foi feita utilizando uma lupa estereoscópica para os parasitas pluricelulares e um microscópio para

os parasitas unicelulares. Na observação à lupa, os arcos branquiais foram examinados individualmente, tendo o cuidado de repetir este procedimento em ambas as faces do arco branquial. Para a observação ao microscópio óptico foram feitas preparações extemporâneas de parte dos arcos branquiais.

Foram estabelecidas relações individuais entre o número total de parasitas e o comprimento e peso totais. Determinou-se também a prevalência de infecção, considerada como a relação entre o número de indivíduos infectados por um determinado parasita e o número total de indivíduos analisados.

## RESULTADOS

Analisaram-se 23 animais capturados no Inverno e 14 animais capturados Na Primavera. Identificou-se um total de 1525 parasitas: 886 no Inverno e 639 na Primavera. Estes parasitas pertenciam às espécies *Diplectanum aequans* (545 indivíduos), *Ichthyobodo necator* (334 indivíduos) e aos géneros *Trichodina sp.* (641 indivíduos) e *Amyloodinium sp.* (5 indivíduos).

É apresentada de seguida uma breve descrição dos parasitas identificados, de acordo com SANTOS, 1997.

### Descrição dos parasitas identificados

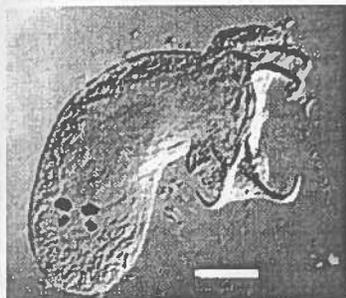


Figura 1 - Larva de *Diplectanum aequans*.

Barra = 25 µm. (Santos, 1997)

Filo: Platyhelmintha

Classe: Monogenea Bychowsky, 1937

Subclasse: Polyonchoinea Bychowsky, 1937

Ordem: Dactylogyridea Bychowsky, 1937

Familia: Diplectanidae Monticelli, 1903

Sub-familia: Diplectaninae Monticelli, 1903

Género: *Diplectanum* Diesing, 1858

*Diplectanum aequans* adulto apresenta forma foliácea e o corpo coberto por escamas caducas, cuja extremidade livre se dirige para a frente. Na extremidade anterior situam-se os três órgãos cefálicos e a boca, que abre sobre uma linha média ventral. Na mesma zona, mas ventralmente, existem dois pares de manchas oculares, sendo as do par anterior mais pequenas e próximas entre si do que as do par posterior.

Na porção posterior do corpo encontra-se uma pequena constrição que separa o haptor. O haptor é mais estreito que o corpo e possui dois esquamodiscos (um dorsal e outro ventral), três barras transversais e dois pares de ganchos - hamuli. Este hamuli é constituído por um gancho dorsal e um ventral de cada lado localizados na extremidade externa de cada uma das barras laterais e ainda por outros 14 pequenos ganchos laterais.

O seu aparelho digestivo inicia-se com a boca, seguindo-se uma pré-faringe muito curta, uma faringe globosa e dois cecos intestinais que se estendem para cada lado do corpo. O esófago é, praticamente, inexistente.

O aparelho sexual masculino é constituído por um único testículo localizado no terço inferior do corpo. Do lado anterior esquerdo do testículo sai um canal deferente que se dirige anteriormente formando uma vesícula seminal musculosa. Depois curva-se para trás, entrando no bolbo muscular do pénis. O pénis é longo, tubular e esclerificado. O aparelho sexual feminino é formado por um ovário alongado que envolve o ceco intestinal direito, disposto obliquamente. O receptáculo seminal comunica com o exterior através de uma vagina musculosa cuja abertura está do lado esquerdo do corpo, ao nível do ovário.

Estes indivíduos têm ciclo de vida monoxeno, com um único hospedeiro; contudo, vai ocupando sucessivos nichos no próprio hospedeiro ao longo do seu ciclo de vida. As larvas muito jovens encontram-se no tegumento do peixe, especialmente na base dos filamentos branquiais. Elas movem-se com relativa facilidade, uma vez que o haptor ainda não está completamente formado. À medida que se desenvolvem, vão-se deslocando ao longo dos filamentos, encontrando-se os adultos fortemente fixos na extremidade dos mesmos através de ganchos (hamuli) e de dois esquamodiscos. A fecundação é cruzada e ocorre entre indivíduos próximos (no mesmo filamento branquial ou em filamentos adjacentes).



Figura 2 - Forma livre de *Ichthyobodo necator*.

Barra = 10µm. (Santos, 1997)

Filo: Mastigophora Diesing, 1866  
Classe: Kinetoplastidea Honigberg, 1963  
Ordem: Kinetoplastida Honigberg, 1963  
Sub-ordem: Bodonina Hollande, 1952  
Familia: Bodonidae Bütschli, 1887  
Género: *Ichthyobodo* Pinto, 1928

O seu ciclo de vida é mononexo (o que facilita a infecção de novos hospedeiros) e a sua reprodução é feita por divisão binária. A reprodução inicia-se com a divisão dos flagelos, ocorrendo depois a divisão nuclear e finalmente a citoplasmática.

A característica mais evidente destes parasitas, quando observados em fresco, é o seu movimento muito activo. É um movimento do tipo espiral, em que o organismo roda sobre os flagelos dispostos lateralmente.

As formas livres são ovais, mais ou menos achatadas, ligeiramente convexas dorsalmente e côncavas ventralmente. Apresentam um sulco longitudinal nos últimos dois terços da margem direita, que termina anteriormente numa bolsa

flagelar, em forma de funil. Ao lado dessa bolsa existe um vacúolo contráctil e abaixo deste, um núcleo redondo a oval em posição central. Os flagelos são desiguais.

A forma fixa é piriforme e adere à superfície do hospedeiro pela parte posterior da célula

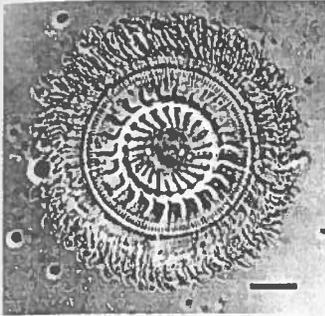


Figura 3 - *Trichodina* sp. a fresco.  
Barra = 10  $\mu$ m. (Santos, 1997)

Filo: Ciliophora Doflein, 1901  
Classe: Oligohymenophorea de Puytorac, 1974  
Sub-classe: Peritrichia Stein, 1859  
Ordem: Mobilina Kahl, 1933  
Família: Trichodinidae Raabe, 1959  
Género: *Trichodina* Ehrenberg, 1838

Os *Trichodina* são ciliados com forma circular, medindo entre 30 e 100  $\mu$ m de diâmetro. A face aboral forma um disco adesivo com dentículos. A face adoral possui uma espiral ciliar. O macronúcleo é bastante volumoso e tem forma de ferradura, enquanto o micronúcleo é pequeno e se situa perto de uma das extremidades do macronúcleo.

O seu ciclo de vida é mononexo e a reprodução é efectuada por divisão binária.

Os organismos do género *Amyloodinium* são parasitas flagelados com cerca de 100  $\mu$ m de diâmetro, que contêm cromatóforos e um único núcleo, sendo este último, excêntrico. Quando de “vida livre” têm cerca de 20  $\mu$ m de diâmetro, possuem um flagelo transversal e um outro, longitudinal.

*Amyloodinium* é descrito como um parasita das brânquias que se fixa e alimenta das células epiteliais do hospedeiro. Provoca mortalidade elevada em pisciculturas e em aquários. Podem apresentar crescimentos populacionais elevadíssimos, causando, por vezes, a morte de peixes saudáveis em apenas 12 dias (USGS, 1997). Já foi também apontado como responsável pela morte de robalos jovens em Espanha (SANTOS, 1997).

Geralmente a primeira indicação de uma infecção por *Amyloodinium*, é a morte de peixes ou então a existência de peixes já mortos.

As infestações ocorrem inicialmente no tecido mole das brânquias. À medida que a infestação progride, os parasitas espalham-se pelo resto do corpo, sendo aí localizados primeiramente nas barbatanas.

O ciclo de vida de *Amyloodinium* é complexo, comparado com o de outros parasitas de peixes. A forma parasitária fixa ao hospedeiro (trofont), separa-se do peixe e cai no fundo, onde forma um quisto protector (tomont). Este sofre divisões sucessivas, formando esporos flagelados se deslocam até se fixarem a um hospedeiro, largando os flagelos e regressando á forma parasitária.

Devido ao facto de *Amyloodinium* ter que passar por uma fase em que não está agarrada ao hospedeiro, o contágio não se dá de peixe para peixe, mas sim através da água contaminada com os esporos flagelados. Isto é o que acontece normalmente em pisciculturas que usam água do mar natural.

### Frequências de infecção

Não existe relação evidente entre o número de parasitas registados nas brânquias e os parâmetros comprimento total ou peso do hospedeiro (Gráficos 1 e 2).

*Diplectanum aequans* foi a espécie que apresentou valores mais elevados de prevalência, em qualquer das estações do ano analisadas (Gráfico 3).

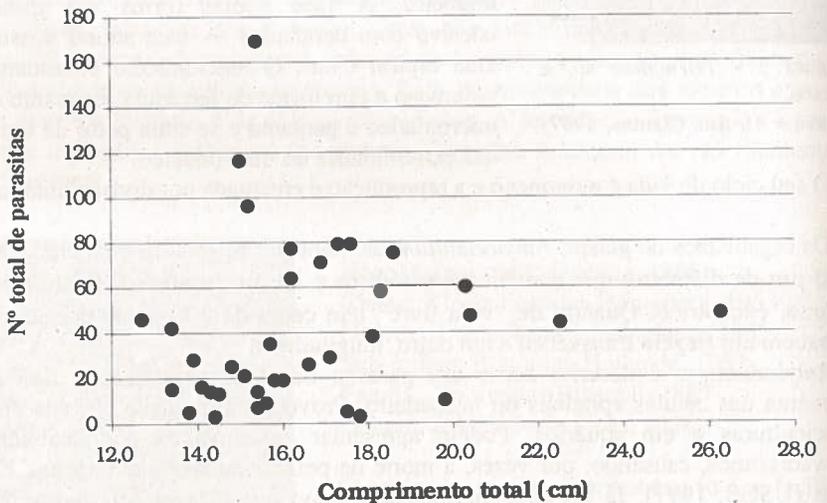


Gráfico 1 – Número total de parasitas em função do comprimento total dos hospedeiros.

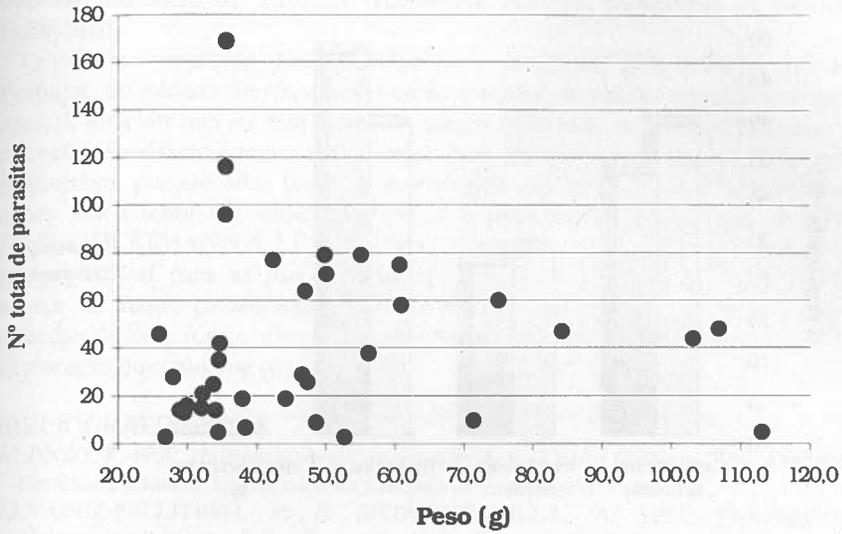


Gráfico 2 – Número total de parasitas em função do peso dos hospedeiros.

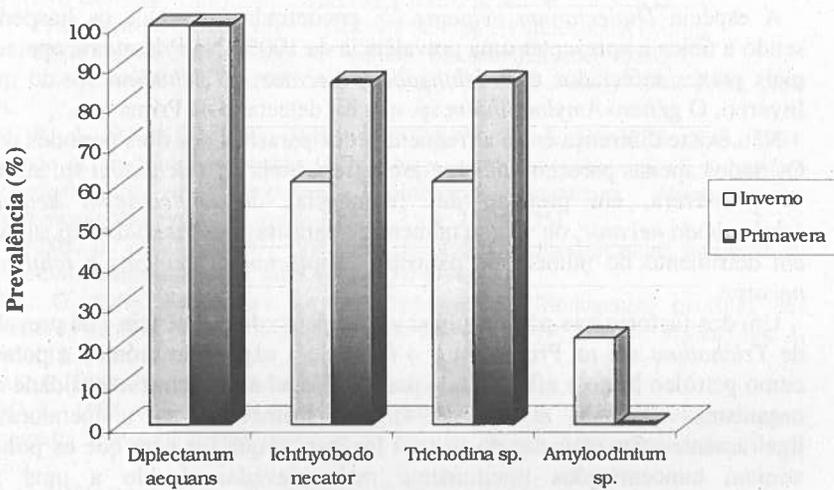


Gráfico 3 – Prevalência para Inverno e Primavera das diferentes espécies parasitas.

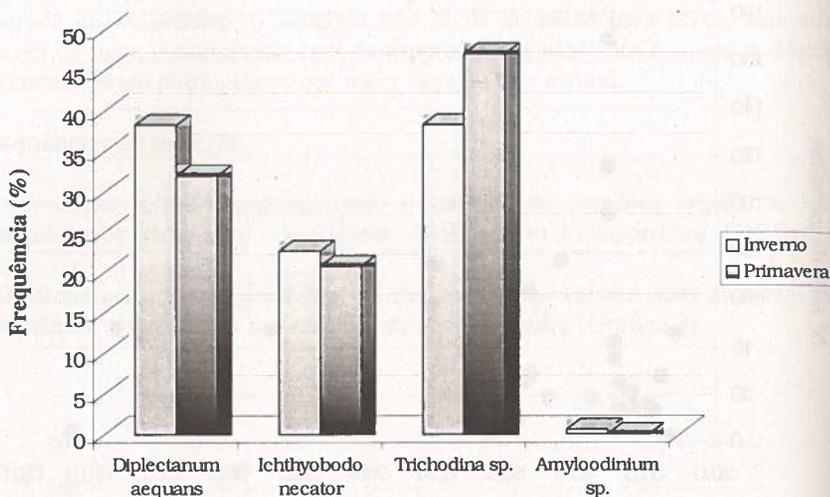


Gráfico 4 – Frequência para Inverno e Primavera das diferentes espécies parasitas.

## DISCUSSÃO

A espécie *Diplectanum aequans* foi encontrada em todos os hospedeiros, sendo a única a apresentar uma prevalência de 100%. Na Primavera, apareceram mais peixes infectados com *Ichthyobodo necator* e *Trichodina sp.* do que no Inverno. O género *Amyloodinium sp.* não foi detectado na Primavera.

Não existe diferença entre a frequência dos parasitas nos dois períodos do ano. Os dados apenas parecem indicar que a frequência de *Trichodina sp.* aumentou na primavera, em prejuízo das frequências de *Diplectanum aequans* e *Ichthyobodo necator*, ou seja, o número de parasitas de *Trichodina sp.* aumentou em detrimento do número de parasitas *Diplectanum aequans* e *Ichthyobodo necator*.

Um dos factores que pode explicar um aumento da frequência e da prevalência de *Trichodina sp.* na Primavera é o facto de a exposição crónica a poluentes, como petróleo bruto e efluentes de pasta de papel aumentar a intensidade destes organismos (KHAN *et al.*, 1994). Na Primavera, as temperaturas são ligeiramente mais elevadas do que no Inverno, o que faz com que os poluentes atinjam concentrações ligeiramente mais elevadas devido a uma maior evaporação da água.

Aparentemente não existe uma relação directa entre o tamanho ou o peso do hospedeiro e o número de indivíduos que o parasitam. Os dados parecem indicar uma dispersão aleatória dos parasitas pelos hospedeiros, não se notando qualquer

tipo de tendência de infecção relacionada com os parâmetros biométricos individuais.

O principal resultado deste trabalho foi a descrição, pela primeira vez em Portugal, do género *Amyloodinium* como parasita do robalo vivendo em meio natural, uma vez que até este momento apenas tinha sido descrito em animais em cativeiro. Este facto é muito significativo uma vez que este género de parasitas é responsável por elevadas taxas de mortalidade em peixes, não tendo sido, até agora, encontrado um tratamento eficaz e sem consequências para a saúde pública (OESTMANN & LEWIS, 1996). A sua presença na Ria de Aveiro pode ser prejudicial para as pisciculturas desta região. Esta informação adicional acerca da fauna parasitológica do robalo, pode permitir a prevenção desta infecção de uma forma eficaz, e uma conseqüente melhoria na rentabilidade da exploração do robalo na região.

#### BIBLIOGRAFIA

- ALONSO, P. 1990. *Helminthos parasitos de peces de las Costas Gallegas*. Tesis Docotral. Facultad Farmacia. Universidad de Santiago de Compostela. España.
- ALVAREZ-PELLITERO, P. & SITJÁ-BOBADILLA, A. 1993. Pathology of Myxosporea in marine fish culture. *Dis. Aquat. Org.*, 17: 229-238.
- ALVAREZ-PELLITERO, P. et al. 1997. *Ceratomyxa sparusaurati* infections in cultured gilthead sea bream *Sparus aurata* from Spain - aspects of the host parasite relationship. *Par. Res.*, 83 (6): 539-548.
- ANON. 1997. *Lethalparasite prime suspect in fish kills at Salton Sea*. USGS.
- COX, F. 1982. *Modern Parasitology*. Blackwell Scientific Publications, Oxford.
- COX, F. 1993. *Modern Parasitology - 2<sup>nd</sup> edition*. Blackwell Science, Oxford.
- FRIED, B. & GRACZYK, T. 1997. *Advances in trematode biology*. CRC Press, New York.
- KHAN, R. A, BARKER, D.E., WILLIAMS-RYAN, K. & HOOPER, R.G. 1994. Influence of crude oil and paper mill effluent on mixed infections of *Trichodina cottidarium* and *T. saintjohnsi* (Ciliophora) parasitizing *Myoxocephalus octodecemspinosus* and *M. scorpius*. *Can. J. Zool.*, 72:247-251.
- OESTMANN, D. & LEWIS, D. 1996. Effects of 3,N-Methylglucamins lasalocid on *Amyloodinium ocellatum*. *Dis. Aq. Org.* 24 (3): 179-184.
- OLIVER, G. 1968. Recherches sur les Diplectanidae (Monogenea) parasites des Téléostéens du Golf de Lion: I. Diplectaninae Monticelli, 1935. *Vie et Milieu, Ser. A*, 19: 95-138.
- PINHÃO, R. 1982. *Parasitologia*. Universidade Nova de Lisboa, Lisboa.
- POMBO, L. 1998. *A ictiofauna da Ria de Aveiro. Estrutura dinâmica, e populações*. Monografia apresentada para obtenção do grau de Mestre. Universidade de Aveiro, Aveiro.
- READ, C. 1974. *Parasitismo animal*. Editora Polígono, São Paulo.
- 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 para obtenção do grau de Doutor. Universidade de Aveiro, Aveiro.
- RODGERS, C. & FURONES, M. 1998. Disease problems in cultured marine fish in the Mediterranean. *Fish Pat.*, 33 (4): 157-164.

- SANTOS, M. J. 1996. Observations on the parasitofauna of wild seabass (*Dicentrarchus labrax* L.) from Portugal. *Bull. Eur. Ass. Fish Pathol.*, 16 (3): 77-79.
- SANTOS, M. J. 1997. *Parasitas do robalo (Dicentrarchus labrax L.) da Ria de Aveiro e sua dinâmica populacional*. Dissertação para obtenção do grau de Doutor. Faculdade de Ciências da Universidade do Porto, Porto.
- SILAN, P. *et al.* 1996. Aquaculture and ichthyoparasitology – in vitro action of nitroxinil *Diplectanum aequans*, gill ectoparasite of sea bass. *Rec. Med. Vet.* 172 (7-8): 401-407.
- SCHMIDT, G. 1986. *Handbook of Tapeworm identification*. CRC Press, Inc. Boca Raton, Florida.
- URAWA, S. *et al.* 1998. A review of *Ichthyobodo* infection in marine fishes. *Fish Pat.* 33 (4): 311-320.

## A ICTIOFAUNA DA RIA DE AVEIRO: DIVERSIDADE ESPÁCIO-TEMPORAL

Lúcia Pombo & José Eduardo Rebelo

Universidade de Aveiro, Departamento de Biologia, 3810 Aveiro - Portugal

Pombo, L. & Rebelo, J. E. (2000). A ictiofauna da Ria de Aveiro: Diversidade espaço-temporal. *Revista Biol. (Lisboa)* **18**: 69-81.

A Ria de Aveiro apresentando um regime de marés semi-diurno define um ambiente dinâmico particular, com influência fluvial e marinha, favorecendo uma colonização ictiológica diversa e distinta ao longo do espaço e do tempo. Durante 12 meses, em 9 estações de amostragem, foram registados os parâmetros abióticos hidrológicos e amostrada a comunidade ictiofaunística com a rede de pesca tradicional "chinha". Foram capturados 14598 exemplares de 43 espécies pertencentes a 21 famílias de teleósteos. Os factores abióticos hidrológicos (temperatura, salinidade e oxigénio dissolvido) apresentaram uma variação sazonal significativa, enquanto que, ao longo das estações, apenas a salinidade e a transparência se mostraram significativas. A diversidade específica e a equitabilidade apresentaram um padrão regular de variação no espaço e no tempo, com valores mais elevados no Verão e nas estações mais afastadas da embocadura da laguna; a elevada actividade migratória, valores elevados de oxigénio, transparência e baixa profundidade, associados à densa vegetação imersa poderão justificar esta boa estruturação do povoamento. As espécies marinhas sazonais foram as mais numerosas e as categorias marinha juvenil e estuarina residente registaram o maior número de espécies. Mugilidae, Atherinidae e Clupeidae foram as famílias mais abundantes. Pode-se concluir que a comunidade da ictiofauna da Ria de Aveiro é organizada em padrões sazonais e espaciais bem determinados.

Palavras-chave: Ictiofauna, dinâmica de populações, diversidade, Ria de Aveiro.

Pombo, L. & Rebelo, J. E. (2000). Ria de Aveiro ictiofauna: Diversity in space and time. *Revista Biol. (Lisboa)* **18**: 69-81.

The Ria de Aveiro presents a semi-diurnal tidal regime which defines a particular dynamic environment, with marine and fluvial influences, allowing a diverse and distinct fish colonization as function of space and time. The hydrological abiotic parameters and the fish community were sampled during 12 months, at 9 selected stations, with "chincha", a traditionally used beach-seine-type net of the region. We sampled 14598 specimens belonging to 43 species of 21 Teleostae families. The hydrological abiotic parameters (temperature, salinity and dissolved oxygen) showed a significant seasonal variation, while along sampling stations, only salinity and transparency parameters appeared to be significant. Species diversity and evenness presented a regular spatial and temporal pattern, with peaks in summer at the inner stations of the lagoon. High migratory activities, higher values of oxygen and transparency, low depth and dense immerse vegetal could explain the good structure of population at these regions. Marine seasonal migrant species were the most numerous and the categories "marine juvenile" and "estuarine resident" had the highest number of species. Mugilidae, Atherinidae and Clupeidae were the most abundant families. It can be concluded that the fish community of the Ria de Aveiro is organised in seasonal and spatio patterns well determined.

Key words: Ictiofauna, population dynamics, diversity, Ria de Aveiro.

## INTRODUÇÃO

A Ria de Aveiro é considerada como um ecossistema lagunar estuarino que dispõe de uma boa comunicação com o mar; é um ecotono definido por um ambiente dinâmico particular, com influência fluvial e marinha, baixa profundidade, elevada turbidez, natureza lodosa do substrato, rico em nutrientes, flutuações sazonais de temperatura e gama de salinidade e oxigénio elevadas. Todas estas características favorecem a sua colonização por espécies ictiológicas diversas garantindo uma considerável diversidade ictiológica (REBELO, 1992). A laguna constitui uma boa área de exploração de pesca comercial e recreativa, 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, 1992) 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 (AMANIEU e LASSERRE, 1982). 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 (AMANIEU e LASSERRE, 1982). Estes trabalhos de análise das comunidades ictiofaunísticas lagunares costeiras e estuarinas estão muito generalizados tanto na Europa como no resto do mundo. Vários têm sido os trabalhos realizados na costa portuguesa (COSTA e ELLIOTT, 1991; REBELO, 1992; SANTOS *et al.*, 1996), na restante costa europeia (NASH, 1988; HAMERLYNK, 1993), na costa africana (CLARK, 1997), na costa americana (TREMMAIN e ADAMS, 1995) e na costa oceânica (POTTER *et al.*, 1997).

O presente trabalho objectiva o estudo espaço-temporal da diversidade da comunidade ictiológica da Ria de Aveiro, através da análise dos parâmetros hidrológicos abióticos e dos índices de riqueza, diversidade específica e equitabilidade, sendo as espécies agrupadas em categorias ecológicas.

#### ÁREA DE ESTUDO

As características hidrográficas da laguna foram descritas por BARROSA (1980). 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 com 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>. A profundidade média da ria tem aumentado 0,4 m num período de 35 anos, pela acção de sucessivas dragagens. Nas zonas mais espaiadas, onde não foram efectuados trabalhos de dragagem, verifica-se uma tendência geral para o assoreamento, onde a profundidade não atinge 1 metro (BORREGO *et al.*, 1994). Os volumes de água do mar que entram na laguna variam entre os 25 e 90 milhões de m<sup>3</sup> 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<sup>3</sup>.s<sup>-1</sup>, atingindo velocidades de propagação da maré junto à embocadura de cerca de 7,3 m.s<sup>-1</sup>. 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<sup>3</sup> por ciclo de maré (BARROSA, 1980).

Este sistema comporta áreas de relevada importância económica na região. No sector primário salientam-se a agricultura, a pesca, a piscicultura, a salicultura e a captura de bivalves e de moluscos; no sector secundário, o mais forte da região de Aveiro, distingue-se um variado conjunto de indústrias transformadoras; e, finalmente, no sector terciário, destaca-se o turismo que inclui desportos náuticos, pesca desportiva, transporte de passageiros e os serviços associados a todas estas práticas.

As actividades dos sectores secundário e terciário afectam necessariamente a qualidade da água e dos sedimentos da laguna. Em termos gerais, a água e os sedimentos não apresentam 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. (BORREGO *et al.*, 1994). 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. (BORREGO *et al.*, 1994).

### MATERIAL E MÉTODOS

Os exemplares ícticos foram capturados mensalmente entre Dezembro de 1996 e Novembro de 1997 em nove estações de amostragem assinaladas na figura 1.



Figura 1 -.Mapa da Ria de Aveiro com indicação da localização das estações de amostragem (Adaptado de REBELO, 1992).

A área de amostragem engloba o início dos canais principais nas proximidades da embocadura (BAR, GAF e SJA), as extremidades dos canais principais (ARE, CAR e VAG), a região intermédia do canal de maior extensão (TOR), a região terminal da principal fonte dulçaquícola, (RIO) e a região com índices de poluição industrial mais elevados (LAR).

As amostragens foram efectuadas, em triplicado, durante os cinco dias mais próximos de lua nova, em baixa-mar de marés vivas, com “chincha”, uma arte de pesca tradicional da região (fig.2) (NOBRE; 1912). A área de arrasto foi aproximadamente de 1500 m<sup>2</sup> em toda a área de estudo, excepto na estação VAG de estreita configuração topográfica, que foi de 800 m<sup>2</sup>. O tamanho da malha

(diagonal esticada) foi de 19 mm nas asas, 17 mm na boca do saco, 16 mm no saco e 10 mm na cuada (extremidade do saco).

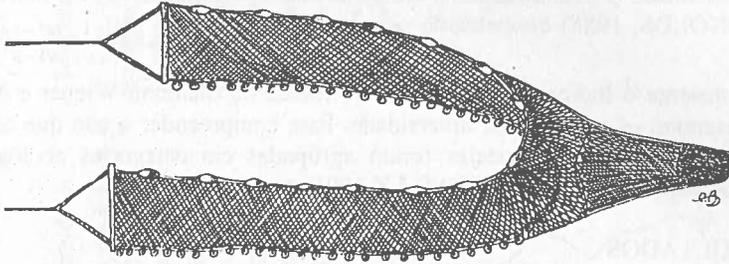


Figura 2 – Esquema de uma rede de “chinha”, mostrando o saco central para onde convergem os peixes.

As medições dos parâmetros abióticos foram feitas à sub-superfície, tendo em consideração trabalhos anteriores (REBELO, 1992). A temperatura e o oxigénio dissolvido, foram registados com um oxímetro CONSORT Z621, a salinidade com um refractómetro ATAGO e a percentagem da transparência foi estimada segundo a função descrita por YAÑES-ARANCIBIA *et al.*, 1983 (*in* REBELO, 1992), com base na turbidez e na profundidade, medidas com um disco de Secchi e uma sonda artesanal, respectivamente.

Após a captura, os peixes foram preservados em gelo e depois de descongelados à temperatura ambiente, foram identificados individualmente, utilizando-se para o efeito as chaves dicotómicas de 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.

Foi aplicada a análise de variância ANOVA aos parâmetros abióticos para testar a existência de diferenças significativas entre as estações e os meses de amostragem, precedida do teste da normalidade dos dados, segundo o método de F máx. (SOKAL e ROHLF, 1995).

Para caracterizar as relações espaço-temporais de abundância da ictiofauna foram utilizados os índices de riqueza, diversidade específica e equitabilidade, que sugerem uma perspectiva sobre o estado de equilíbrio das populações. A riqueza específica foi calculada através do índice de Margalef (R) (LUDWIG e REYNOLDS, 1988):  $R = \frac{S-1}{\ln(n)}$ , em que S indica o número total de espécies e n, o

número total de indivíduos numa amostra. Para o cálculo da diversidade específica foram utilizados os números de diversidade (HILL, 1973 *in* LUDWIG e REYNOLDS, 1988), neste caso, N2 (número de espécies muito abundantes)

equacionados na expressão:  $N2 = \frac{1}{\lambda}$ , em que  $\lambda$  é o índice de Simpson

(SIMPSON, 1949 in LUDWIG e REYNOLDS, 1988). Para o cálculo da equitabilidade (E) foi utilizado o índice da razão modificada de Hill (LUDWIG e REYNOLDS, 1988) estabelecido pela seguinte relação:  $E = \frac{(1/\lambda) - 1}{e^{H'} - 1} = \frac{N2 - 1}{N1 - 1}$ , em que

$\lambda$  representa o índice de Simpson,  $H'$  o índice de Shannon-Wiener e  $N2$  e  $N1$  representam os números de diversidade. Para compreender o uso que os peixes fazem da laguna, as espécies foram agrupadas em categorias ecológicas de acordo com ELLIOTT e DEWAILLY, 1995.

## RESULTADOS

### PARÂMETROS HIDROLÓGICOS ABIÓTICOS

A Ria de Aveiro é influenciada por um clima temperado marítimo, pelo que a temperatura apresentou valores reduzidos no Inverno (6,5°C) e elevados no Verão (27,6°C). A variação espacial da temperatura não foi significativa, 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 1).

Tabela 1 - Análise de variância aplicada aos valores dos parâmetros abióticos hidrológicos, registados nas estações e meses de amostragem (n. s. - 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	***
Oxigénio dissolvido	1,343	*	4,068	***
Transparência	19,860	***	1,167	*

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.

A salinidade variou significativamente entre as estações de amostragem, entre água tipicamente dulçaquícola (ARE e RIO), água salobra (VAG, LAR e CAR), e marinha, nos locais mais próximos da embocadura da Ria (BAR, SJA, GAF e TOR). Sazonalmente, os valores de salinidade correspondem a valores de temperatura também mais elevados (fig. 3).

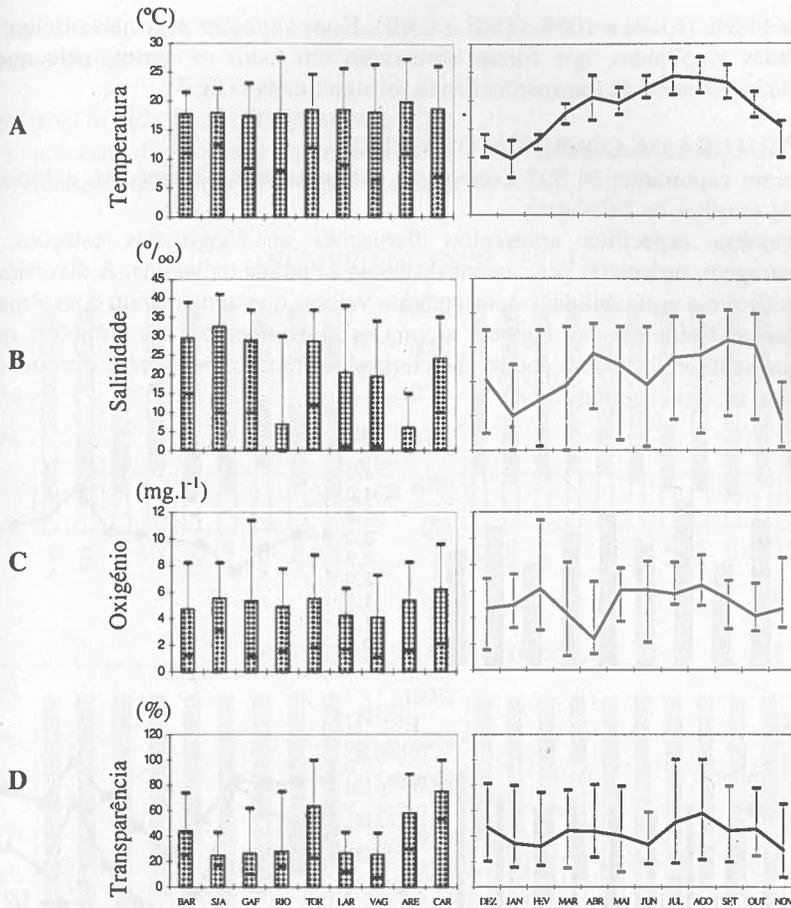


Figura 3- Valores mínimos, médios e máximos dos parâmetros abióticos: A- temperatura (°C), B- salinidade (‰), C- oxigênio dissolvido (mg.l<sup>-1</sup>) e D- transparência (%) por estação e por mês de amostragem.

A variação média espacial do oxigênio dissolvido, embora não significativa, apresentou níveis perto da anoxia (1,25 mg.l<sup>-1</sup>, na estação BAR), valores intermédios (7,76 mg.l<sup>-1</sup>, na estação RIO) e de sobresaturação (11,39 mg.l<sup>-1</sup>, na estação GAF). Vários factores poderão explicar estas 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). As variações sazonais foram significativas e aproximadamente inversas às da temperatura e da salinidade. A transparência variou significativamente ao longo do corpo lagunar,

entre 11,9% (LAR) e 100% (TOR e CAR). Estas variações espaciais originaram elevadas amplitudes, que foram observadas em todos os meses, pelo que a variação temporal da transparência não foi significativa (fig.3).

#### ESTRUTURA DA COMUNIDADE ÍCTICA

Foram capturados 14 598 exemplares pertencentes a 43 espécies, agrupados em 21 famílias de Teleósteos.

A riqueza específica apresentou flutuações ao longo das estações de amostragem, ordenadas pela menor distância à entrada da laguna. A diversidade específica e a equitabilidade apresentaram valores que aumentaram com a maior distância à entrada da laguna; assim, os povoamentos das estações mais afastadas da embocadura foram caracterizados como os mais bem estruturados de todo o corpo lagunar (fig.4).

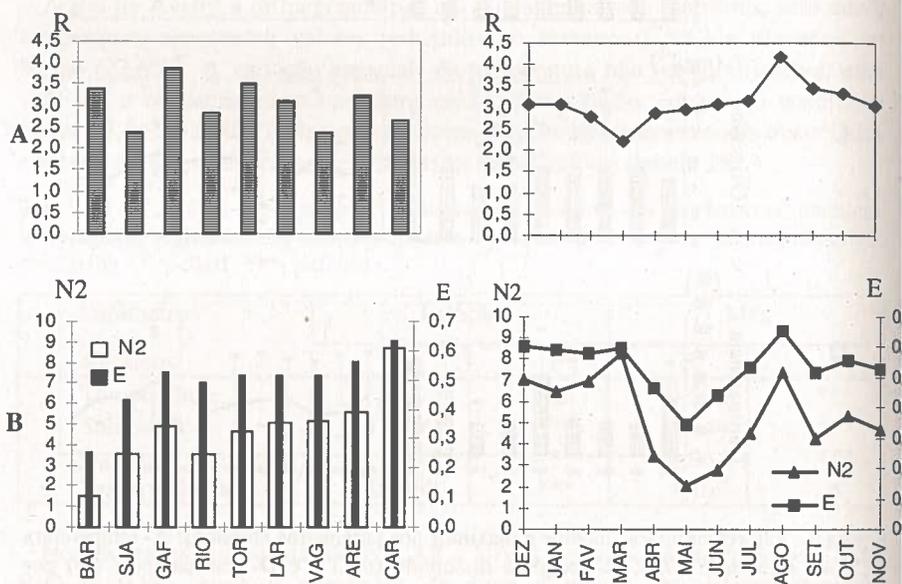


Figura 4 - Variação dos índices de diversidade: A - Riqueza específica (R) e B - diversidade específica (N2) e equitabilidade (E), por estação e por mês de amostragem.

Ao longo do ano, a diversidade específica e a equitabilidade registaram valores mais elevados no pico do Verão, relacionando-se com a elevada actividade migratória e com os factores abióticos (valores mais elevados de temperatura e de salinidade) e em Março, em que o número de espécies capturadas foi o mais reduzido. Em Maio verificou-se a mais fraca estruturação

de povoamento pela migração para a laguna em grande escala de cardumes de *Sardina pilchardus*.

### DISTRIBUIÇÃO ESPÁCIO-TEMPORAL

O número de espécies e a densidade das categorias ecológicas são marcadamente diferentes ao longo do espaço e do tempo (fig. 5).

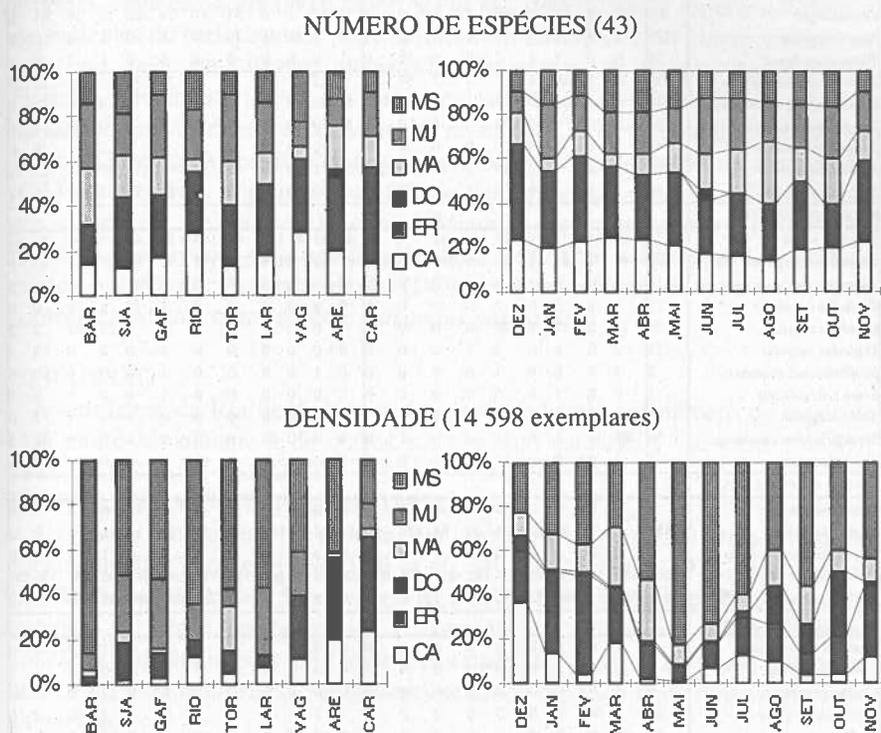


Figura 5- Frequência percentual do número de espécies e da densidade das espécies residentes (ER), marinhas adventícias (MA), marinhas juvenis (MJ), marinhas sazonais (MS), dulçaquícolas (DO) e catádromas (CA) por estação e por mês de amostragem.

Das 43 espécies capturadas, as seis espécies mais abundantes, (assinaladas com ← na tabela 2) embora não ocorrendo em todo o corpo lagunar e todo o período de amostragem, representaram mais de 74% da densidade total.

Tabela 2- Distribuição da densidade (número de exemplares) das espécies, agrupadas em categorias ecológicas, de acordo com ELLIOTT e DEWAILLY, 1995, ao longo das estações e dos meses 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
<b>EST. RESIDENTES (ER)</b>																						
<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>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>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>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>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
<b>MAR. JUVENIS (MJ)</b>																						
<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>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	0	1	27	27	2	2
<i>Diplodus vulgaris</i>	11	2	0	6	0	2	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	5	0	3	0	3	0
<i>Scophthalmus rhombus</i>	2	1	0	0	0	1	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0
<i>Solea senegalensis</i>	1	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0
<i>Solea vulgaris</i>	5	0	0	1	1	1	0	0	0	1	1	1	0	0	0	0	0	1	1	1	1	0
<i>Spandiliosoma cantharus</i>	56	29	10	1	0	11	4	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	4	0	5	42	5
<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
<b>MAR. SAZONAIS (MS)</b>																						
<i>Belone belone</i>	9	9	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	8	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>Engraulis encrasicolus</i>	9	0	0	0	0	0	0	3	6	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	1	7	0
<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>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
<b>M. ADVENTÍCIAS (MA)</b>																						
<i>Blennius gattorugine</i>	1	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	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	0	1	0	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>Mullus surmuletus</i>	59	47	0	9	0	3	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	7	18	5	29	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>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>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>Symphodus bailloni</i> ←	738	26	1	11	0	697	2	0	1	0	0	0	0	0	0	0	11	46	80	189	397	15
<i>Trachurus trachurus</i>	17	6	0	1	0	0	0	0	1	9	0	0	8	0	0	0	0	0	1	0	7	1
<b>CATÁDROMAS (CA)</b>																						
<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>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
<b>DULÇAQUICOLAS (DO)</b>																						
<i>Carassius carassius</i>	1	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	1	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

Apesar de se ter registado cinco espécies marinhas sazonais (MS), esta categoria apresentou uma percentagem elevada em todas as estações de amostragem, correspondendo a mais de 80% de densidade total verificada na BAR, e foi mais numerosa entre Abril e Julho, correspondendo à época de recrutamento à laguna de *Sardina pilchardus*. As 11 espécies residentes (ER), que incluem os gobídeos e os singnatídeos, foram mais numerosas na estação CAR, em que há vegetação em abundância, habitat preferencial da maioria das espécies desta categoria (WHITEHEAD *et al.*, 1986). Das 11 espécies marinhas dependentes do meio lagunar (MJ) destacam-se *Dicentrarchus labrax* e *Atherina presbyter* pela sua elevada densidade. Ocorreram na laguna dez espécies marinhas adventícias (MA), das quais se destacou *Simphodus bailloni*, pela sua densidade considerável particularmente na estação TOR e durante os meses de Julho a Outubro. 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, pela ocorrência de uma única espécie *Carassius carassius*.

## DISCUSSÃO

A ictiofauna da Ria de Aveiro está representada por um número de espécies (43) muito semelhante à de outros ecossistemas estuarinos Europeus (NASH, 1988; COSTA e ELLIOTT, 1991; HAMERLYNK, 1993; ELLIOTT e DEWAILLY, 1995; THIEL *et al.*, 1995).

Ao longo do tempo, a riqueza em espécies tem sofrido uma alteração considerável: 63 espécies (NOBRE *et al.*, 1912 e OSÓRIO, 1912), 49 espécies (ARRUDA *et al.*, 1988), 55 espécies (REBELO, 1992) e 43 espécies no presente trabalho. A acção antropogénica e consequentes alterações dos parâmetros abióticos hidrológicos, a crescente actividade de pesca e o desassoreamento induziram, possivelmente, o desaparecimento de espécies mais sensíveis a estas alterações.

As espécies que melhor se adaptam às características 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, 1992).

A diversidade específica e a equitabilidade foram mais elevadas nas estações mais afastadas da embocadura. Valores elevados de oxigénio, transparência e baixa profundidade associados à densa vegetação imersa poderão justificar a boa estruturação do povoamento nestas áreas, com maior riqueza em espécies residentes. A um nível sazonal, o Verão foi o período de diversidade específica

mais elevada, correspondendo à migração de um grande número de espécies. Em Maio, a diversidade e a equitabilidade foram as mais reduzidas, relacionando-se o período de entrada para a laguna das espécies migradoras sazonais (MS), destacando-se a espécie *Sardina pilchardus*. Esta espécie recruta à laguna em cardumes intensos, com idade inferior a um ano (REBELO, 1992), entre Abril e Julho, com especial abundância em Maio, sendo a sua densidade muito elevada na região junto à embocadura.

Pode concluir-se que a Ria de Aveiro apresenta um ambiente dinâmico e variável, caracterizado por flutuações de maré, por alteração da velocidade e direcção das correntes, assim como por variações significativas de parâmetros abióticos que condicionam a distribuição e a diversidade da ictiofauna, sendo possível organizar-se em padrões sazonais e temporais bem determinados. Ao longo dos anos tem-se verificado uma diminuição generalizada do número de espécies capturadas, devido eventualmente a alterações de origem antropogénica. O desassoreamento e a crescente pesca comercial e desportiva são assinaladas como causas altamente possíveis do facto referido. Apesar disso, as espécies residentes e as espécies que utilizam a laguna como viveiro têm-se evidenciado constantes ao longo dos anos, apresentando-se como as mais bem adaptadas às características peculiares deste ecotono.

#### REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- 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.
- 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.
- 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.
- 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.
- 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.
- ELLIOTT, M.; DEWAILLY, F. (1995) - "The structure and components of European estuarine fish assemblages". *Neth. J. Aquac. Ecol.* 29 (3-4): 397-417.

- 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, Universuty of Gent, Belgium.
- LUDWIG, J.A.; REYNOLDS, J.F. (1988) - *Statistical Ecology. A primer on methods and computing*. Wiley-Interscience Publications, New York, Chichester, Brisbane, Toronto, Syngapore. 337 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.
- 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; 30 (6): 264-271.
- 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.
- REBELO, J.E. (1992) - "The ichthyofauna and abiotic hydrological environment of the Ria de Aveiro, Portugal". *Estuaries* 15 (3): 403-415.
- 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.
- 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.
- SOKAL, R.R.; ROHLF, F.J. 1995. *Biometry*. W.H.Freeman and company, New York. 3<sup>rd</sup> ed., 887 p.
- 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.
- 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.
- 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.

## A COMUNIDADE DE PEQUENOS MAMÍFEROS ASSOCIADA À RIBEIRA DOS CASTELHANOS (HERDADE DA RIBEIRA ABAIXO, GRÂNDOLA)

António de São José<sup>1</sup>, Paula Rebelo<sup>1</sup>, Jorge Prudêncio<sup>2</sup>,  
Maria da Graça Ramalhinho<sup>2</sup> & Maria da Luz Mathias<sup>1</sup>

<sup>1</sup> Centro de Biologia Ambiental, Departamento de Zoologia e Antropologia, Faculdade de Ciências de Lisboa, Campo Grande, 1749-016 Lisboa; <sup>2</sup> Centro de Biologia Ambiental, Museu Bocage, Rua da Escola Politécnica 58, 1269-102 Lisboa

São José, A., Rebelo, P., Prudêncio, J., Ramalhinho, M. G. & Mathias, M. L. (2000). A comunidade de pequenos mamíferos associada à Ribeira dos Castelhanos (Herdade da Ribeira Abaixo, Grândola). *Revista Biol. (Lisboa)* **18**: 83-95.

A comunidade de pequenos mamíferos num corredor ripícola na Herdade da Ribeira Abaixo (Grândola), foi estudada entre Março de 1997 e Junho de 1998. Utilizando mensalmente a técnica de captura-marcação-recaptura (CMR) durante 16 sessões de armadilhagem foi possível reconhecer as variações fenológicas, ocorridas durante este período, através da determinação da riqueza específica, abundância relativa, organização espacial e relações inter-específicas.

Nas 16 sessões de armadilhagem foi realizado um esforço total de captura de 4800 armadilhas noite, do que resultou a marcação de 139 indivíduos de 6 espécies: 64 ratinhos-do-campo (*Apodemus sylvaticus*); 61 ratinhos-ruivos (*Mus spretus*); 9 musaranhos-de-dentes brancos (*Crocidura russula*); 2 ratazanas-pretas (*Rattus rattus*); 2 ratos-de-água (*Arvicola sapidus*) e 1 rato de Cabrera (*Microtus cabrerae*).

*Apodemus sylvaticus* e *Mus spretus* são as espécies dominantes na comunidade, estando presentes em todas as sessões de armadilhagem. *C. russula* é uma espécie acessória e as restantes são acidentais. Os indivíduos distribuem-se ao acaso na área de estudo, embora se tenha verificado uma maior utilização do espaço delimitado pelo corredor ripícola, em comparação com o espaço circundante, significando uma melhor adequação do habitat para as diferentes espécies.

Palavras chave - Pequenos mamíferos, corredor ripícola, Minimum Number Alive (MNA).

São José, A., Rebelo, P., Prudêncio, J., Ramalhinho, M. G. & Mathias, M. L. (2000). The community of small mammals

associated to Ribeira dos Castelhanos (Herdade da Ribeira Abaixo, Grândola). *Revista Biol. (Lisboa)* 18: 83-95.

The community of small mammals associated to Ribeira dos Castelhanos (Herdade da Ribeira Abaixo, Grândola) was studied by capture-mark-recapture, between March 97 and June 98. A total of 139 individuals of six species were captured and analysed (64 Wood mice, *Apodemus sylvaticus*; 61 Algerian mice, *Mus spretus*; 9 White-toothed shrews, *Crocidura russula*; 2 Black rats, *Rattus rattus*; 2 Water voles, *Arvicola sapidus*; and 1 Cabrera's vole, *Microtus cabreræ*), considering species abundance, spatial organization and association. Results revealed a more intense use of the riparian corridor, in comparison with the surrounding space, meaning a better adequacy of this habitat for the different species of the community.

Key words: Small mammals, riparian corridor, Minimum Number Alive (MNA).

## INTRODUÇÃO

No âmbito da caracterização da fauna e flora da Herdade da Ribeira Abaixo foram identificadas, do ponto de vista florístico, várias unidades de paisagem (Correia & Nisa, 1999), nas quais se procedeu ao inventário das espécies de pequenos mamíferos associadas.

Neste trabalho apresentam-se os resultados da inventariação e caracterização da comunidade de pequenos mamíferos que utiliza o corredor ripícola da ribeira dos Castelhanos (Rede Hidrográfica do Sado), localizada no extremo leste da Herdade.

Os habitats ripícolas caracterizam-se por uma elevada diversidade florística e por uma estrutura mais complexa do que os habitats adjacentes (SANTOS REIS & CORREIA, 1999). Alguns autores consideram que os corredores ripários desempenham um papel fundamental como áreas-origem para muitas populações animais, por actuarem como áreas de refúgio e de reprodução privilegiadas (e.g. ELLISON & VAN RIPER III, 1998). Poucos estudos têm considerado a importância destes habitats para as comunidades de pequenos mamíferos. No entanto, algumas observações apontam, por exemplo, para mais elevadas diversidades e abundâncias específicas, em comparação com as áreas circundantes (e.g. DOYLE, 1990).

Neste estudo, para além da riqueza e abundâncias específicas, tentou-se determinar o grau de dependência das diferentes espécies presentes do corredor ripícola, comparando a sua distribuição espacial, a atracção aos pontos de captura e os movimentos entre pontos de captura. Procurou-se também analisar interações entre pares de espécies, através da avaliação da tendência para se associarem.

## MATERIAL E MÉTODOS

### 1. Capturas

A obtenção dos dados baseou-se na realização de armadilhagens mensais, para captura de indivíduos vivos, de Março de 1997 a Junho de 1998, num total de 16 sessões de captura, correspondendo cada sessão a um esforço de 300 armadilhas-noite.

As armadilhas foram montadas ao longo de quatro linhas, duas em cada margem da ribeira, tendo sido uma colocada até cerca de 0,5m de distância da margem, onde é mais densa e estruturalmente mais complexa a vegetação ripícola, e a outra afastada aproximadamente de 10,5m. Em cada linha consideraram-se 25 pontos de armadilhagem, distanciados entre si de 10m.

Os indivíduos capturados foram marcados *in situ* por amputação das falanges terminais e libertados de seguida no ponto de captura. A abundância relativa das espécies presentes, no período de estudo, foi traduzida pelo número mínimo de animais vivos 'minimum number alive' (MNA) (KREBS & BOONSTRA, 1984, BENGTON *et al.*, 1989).

Testes de qui-quadrado ( $\chi^2$ ) foram utilizados nas comparações entre números de indivíduos capturados e números totais de capturas.

### 2. Organização espacial

A distribuição espacial dos indivíduos das diferentes espécies foi analisada com base na distribuição do número de indivíduos capturados em cada ponto de armadilhagem, na atracção aos pontos de captura e no grau de movimentos entre as armadilhas.

O índice  $V = \sigma^2/x$ , em que  $x$  é o número médio de indivíduos capturados por ponto e  $\sigma^2$  é a variância associada, é uma medida da dispersão que permite determinar se a distribuição dos indivíduos na área de estudo é agrupada ( $V > 1$ ), uniforme ( $V < 1$ ) ou ao acaso ( $V = 1$ ) (CHELKOWSKA *et al.*, 1985). Para verificar a evolução da distribuição espacial, ao longo do período de estudo, foram obtidos valores do índice para as diferentes sessões.

O número de indivíduos capturados num ponto de armadilhagem pode também ser usado como medida de atracção. A atracção a diferentes pontos pode variar numa sessão de armadilhagem para outra. Como medida da constância desta atracção foi usado, por um lado e para cada espécie, um coeficiente de correlação entre o número de indivíduos capturados num dado ponto, numa sessão de armadilhagem, e o número de indivíduos capturados no mesmo ponto, na sessão seguinte (CHELKOWSKA *et al.*, 1985), assumindo-se que quanto mais elevado for o valor da correlação maior será a constância da atracção e, por outro e para o conjunto das espécies, um teste de qui-quadrado na comparação do número de capturas totais entre linhas de armadilhagem.

O grau de movimentos dos indivíduos entre as armadilhas (C), ao longo do período de estudo, foi calculado, para cada espécie, através do índice de

variabilidade do ponto de captura. Assim, em cada sessão de armadilhagem, estimou-se o número de pontos em que indivíduos de uma dada espécie foram capturados  $-L_1, L_2, L_3, \dots, L_m$  e posteriormente determinou-se em que pontos se voltou a capturar a mesma espécie comparando sessões de armadilhagem consecutivas  $-(L_1, L_2); (L_2, L_3) \dots (L_{m-1}, L_m)$ . Para cada par de comparações o menor número de armadilhas com capturas  $-L-$  foi substituído no índice  $C = n/L$ , onde  $n$  é o número de pontos de captura não comuns ao par de sessões considerado (CHELKOWSKA *et al.*, 1985). Este índice varia entre 0, quando não se detecta variabilidade no local de captura, e 1, quando ocorre variabilidade, i.e., quando não existe sobreposição entre os pontos de captura.

### 3. Relações inter-específicas

Para analisar as relações espaciais entre as espécies presentes em cada sessão utilizou-se, como medida da co-ocorrência de cada par de espécies, o índice CMA -Medida de Associação de Cole- (COLE, 1949), assumindo-se que os pontos de armadilhagem, onde pelo menos uma das espécies co-ocorrentes foi capturada, são atractivos para qualquer das espécies. Excluíram-se da análise os pontos nos quais não foram capturados indivíduos e restringiu-se a aplicação deste índice às sessões em que estiveram presentes mais do que duas espécies, tendo-se apenas considerado as espécies que ocupavam pelo menos 10% dos pontos. Para os cálculos foram utilizadas as seguintes fórmulas:

$$CMA \pm s = \frac{ad - bc}{(a+b)(a+c)} \pm \sqrt{\frac{(b+d)(c+d)}{n(a+b)(a+c)}}$$

para  $d \geq a$  e  $ad < bc$

$$CMA \pm s = \frac{ad - bc}{(a+b)(b+d)} \pm \sqrt{\frac{(a+c)(c+d)}{n(a+b)(b+d)}}$$

quando  $ad \geq bc$

sendo  $n$  o número total de pontos de captura considerados,  $a$  o número total de pontos de captura onde ocorre o par de espécies,  $b$  o número total de pontos de captura onde ocorre apenas uma delas,  $c$  o número total de pontos de captura onde ocorre apenas a outra e  $d$  o número total de pontos de captura onde não ocorre nenhuma das espécies.

O índice CMA varia entre -1 e +1. Um valor positivo indica uma tendência para a associação das espécies, enquanto que um valor negativo indica que as mesmas não tendem a co-ocorrer.

## RESULTADOS

## 1. Riqueza específica

As 16 sessões de armadilhagem resultaram na captura de 139 indivíduos de seis espécies: 64 ratinhos-do-campo, *Apodemus sylvaticus* (46,04%); 61 ratinhos-ruivos, *Mus spretus* (43,88%); 9 musaranhos-de-dentes-brancos, *Crociodura russula* (6,47%); 2 ratazanas-pretas, *Rattus rattus* (1,44%); 2 ratos-de-água, *Arvicola sapidus* (1,44%) e 1 rato de Cabrera, *Microtus cabrerai* (0,72%).

O ratinho-do-campo e o ratinho-ruivo dominam na comunidade de pequenos mamíferos da área, por serem constantes ao longo do período de armadilhagem, como indicado na Tabela 1.

Tabela 1 - Ocorrência das espécies ao longo do período de armadilhagem, de Março de 1997 a Junho de 1998, baseada nas primeiras capturas de 139 indivíduos.

	M	A	M	J	J	A	S	O	N	D	J	F	M	A	M	J
<i>A. sylvaticus</i>	x	x	x	x	x	x	x	x		x	x	x	x	x	x	x
<i>M. spretus</i>	x	x	x	x	x	x	x	x		x	x	x	x	x		x
<i>C. russula</i>				x			x			x	x	x		x		
<i>R. rattus</i>								x		x						
<i>A. sapidus</i>			x					x								
<i>M. cabrerai</i>				x												

O musaranho-de-dentes-brancos é uma espécie acessória, ocorrendo em 37,50% das sessões de captura. A espécie foi capturada com mais frequência durante os meses de Inverno, de Dezembro a Fevereiro, reduzindo-se a frequência das capturas entre Março e Novembro.

A ratazana-preta e o rato-de-água são acidentais, estando presentes apenas 12,50% das sessões de captura. O rato de Cabrera é muito raro, tendo sido capturado apenas numa ocasião (6,25%), em Junho de 1997.

Em nenhuma das sessões de armadilhagem ocorrem, simultaneamente, indivíduos das seis espécies que frequentam a área. A maior riqueza específica foi observada em Junho, Outubro e Dezembro de 1997. Em Novembro de 1997 não se realizaram capturas de novos indivíduos.

## 2. Abundância relativa

O número de indivíduos que se assume estar presente, para cada espécie num dado momento (MNA - 'Minimum number alive' - número mínimo de indivíduos vivos) pode ser traduzido pela sua abundância relativa na

comunidade. Averiguou-se a eficiência da captura ('trappability') para as diferentes espécies (MCGOVERN & TRACY, 1990).

O número mínimo de indivíduos vivos, calculado para todo o período de estudo, e para o conjunto das espécies, é 214: 116 *Apodemus sylvaticus* (54,20%), 81 *Mus spretus* (37,85%), 11 *Crocidura russula* (5,14%), 3 *Rattus rattus* (1,40%), 2 *Arvicola sapidus* (0,93%) e 1 *Microtus cabreræ* (0,47%).

Tabela 2. Valores dos MNA mensais observados (Obs) e esperados (Esp) para *Apodemus sylvaticus* (As), *Mus spretus* (Ms), *Crocidura russula* (Cr) e para o conjunto das restantes espécies (Rr+Ar+Mc - *R.rattus*+*A.sapidus*+*M.cabreræ*), de Março de 1997 a Junho de 1998.

	AS		Ms		Cr		Rr+Ar+Mc	
Ma	6	6,7	3	2,2	0	0	1	1,1
Jn	6	6	10	9	1	1,5	1	1,5
Jl	4	4	11	11	0	0	0	0
Ag	3	2,2	6	6,8	0	0	0	0
Se	2	2	3	2	1	2	0	0
Ou	5	5,1	2	1,3	0	0	2	2,6
Dz	13	12,2	5	5,6	1	1,1	1	1,1
Jn	16	9	10	14,5	3	5,4	0	0
Fe	15	10,2	5	7,6	3	5,1	0	0
Mr	17	14	4	7	0	0	0	0
Ab	15	12,8	5	7,3	1	1,8	1	0
Ma	2	4	2	0	0	0	0	0
Jn	3	3	2	3	1	0	0	0
TOTAL	114	97,6	80	89,9	11	16,9	6	6,3

Comparando estes valores com as percentagens de indivíduos capturados, atrás referidas - *Apodemus sylvaticus* 46,04%, *Mus spretus* 43,88%, *Crocidura russula* 6,47%, *Rattus rattus* 1,44%, *Arvicola sapidus* 1,44% e *Microtus cabreræ* 0,72% - verifica-se que apenas *Apodemus sylvaticus* é capturado um número de vezes superior ao esperado, em função da percentagem de indivíduos da espécie presentes, embora a diferença não seja estatisticamente significativa

( $\chi^2=0,511$ ,  $p>0,05$ ). As restantes espécies, pelo contrário, são capturadas em menor número do que seria expectável mas, identicamente, as diferenças não são significativas ( $\chi^2=0,310$ ,  $p>0,05$ ). Esta situação mantém-se quando os valores são corrigidos, tendo em atenção apenas o número de animais que sobrevive à primeira captura - *Apodemus sylvaticus* 46,27%, *Mus spretus* 43,28%, *Crocidura russula* 6,72%, *Rattus rattus* 1,49%, *Arvicola sapidus* 1,49% e *Microtus cabreræ* 0,75%

Para avaliar se esta tendência se verifica ao longo das 16 sessões de amostragem, analisou-se a eficiência da captura mensal para as diferentes espécies, ajustando o MNA mensal de cada espécie em relação à proporção que representa para cada espécie o número de indivíduos capturados (Tabela 2).

Uma vez que em Novembro de 1997 não ocorreram primeiras capturas, esta sessão foi excluída do cálculo.

Verifica-se que, em 1997, de Março a Dezembro, todas as espécies apresentam valores de MNA esperados muito semelhantes aos observados, contrariamente ao que acontece em 1998 onde se verifica de Janeiro a Maio uma diferença mais acentuada entre estes valores, em particular no que se refere a *A. sylvaticus* e *M. spretus*. No entanto, considerando o conjunto das sessões de armadilhagem, e o conjunto das espécies, as diferenças na eficiência da captura não são significativas ( $\chi^2=0,004$ ,  $p>0,05$ ).

Assim, para cada espécie, o número mínimo de indivíduos vivos em cada mês (MNA) foi assumido como um bom indicador da abundância relativa da espécie na comunidade.

Na Figura 1 observa-se a distribuição do MNA mensal de cada espécie pelas 16 sessões de armadilhagem (S1 a S16, de Março de 1997 a Junho de 1998). Confirma-se claramente que *M. spretus* e *A. sylvaticus* são as espécies dominantes na comunidade e que as suas flutuações são aproximadamente coincidentes. *M. spretus* é mais abundante em Junho-Julho de 1997 e Janeiro de 1998 e as maiores flutuações de *A. sylvaticus* verificam-se entre Abril e Julho de 1997 e entre Janeiro e Março de 1998. No entanto, em 1997, *M. spretus* é sempre mais abundante do que *A. sylvaticus*, enquanto que em 1998 é *A. sylvaticus* a espécie mais abundante. Considerando o conjunto das espécies da comunidade e a sua abundância verifica-se que entre Agosto e Novembro a diversidade é muito reduzida.

### 3. Organização espacial

Os valores do índice de agregação em cada sessão de armadilhagem, para as duas espécies mais abundantes na área em estudo, estão indicados na tabela 3. Como se verifica, em todas as situações analisadas  $V<1$ , o que significa que a distribuição das espécies é uniforme, ao longo das 16 sessões de armadilhagem.

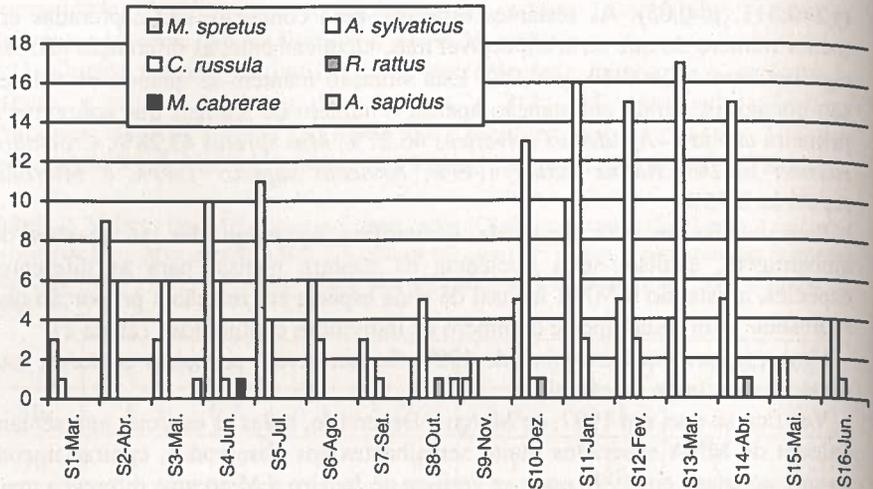


Figura 1 - Número mínimo de animais vivos para as diferentes espécies ao longo do período de estudo.

Tabela 3 - Valores do índice de agregação (V) para *A. sylvaticus* e *M. spretus* (S1-S16: sessões de armadilhagem, indicadas sequencialmente de Março de 1997 a Junho de 1998; X: número médio de indivíduos por ponto de captura).

Sessão de armadilhagem	<i>A. sylvaticus</i>		<i>M. spretus</i>	
	X	V	X	V
S1	0,010	0,010	0,040	0,087
S2	0,070	0,106	0,090	0,118
S3	0,080	0,165	0,030	0,029
S4	0,060	0,054	0,110	0,129
S5	0,091	0,564	0,120	0,134
S6	0,050	0,236	0,080	0,165
S7	0,020	0,020	0,030	0,029
S8	0,050	0,046	0,020	0,020
S9	0,030	0,082	0,010	0,010
S10	0,160	0,241	0,051	0,046
S11	0,250	0,613	0,131	0,295
S12	0,170	0,197	0,051	0,046
S13	0,230	0,446	0,040	0,038
S14	0,180	0,244	0,071	0,163
S15	0,020	0,020	0,030	0,029
S16	0,040	0,087	0,010	0,010

No entanto, os valores mais elevados coincidem com as sessões em que a abundância específica é maior (e.g. S11 em *M. spretus* e *A. sylvaticus* e S13 em *A. sylvaticus*), o que pressupõe uma tendência para que a distribuição seja ao acaso quando o número de indivíduos aumenta.

Com o objectivo de verificar se existiria alguma diferença na atracção aos pontos de armadilhagem, resultante da heterogeneidade do habitat, em particular entre os pontos localizados no corredor ripícola e os pontos da linha mais exterior, foi calculado como medida de atracção o número de pontos onde se capturaram animais.

Numa primeira fase esse número foi comparado entre sessões sucessivas, através da determinação de coeficientes de correlação de Spearman, assumindo-se que uma correlação significativamente mais elevada traduz uma maior semelhança na atracção dos pontos de captura. Na tabela 4 estão indicados os pares de comparações onde a atracção (A) se revelou maior. Verifica-se uma tendência para que a atracção aos mesmos pontos de captura seja mais semelhante nas últimas sessões de armadilhagem, de S8 a S16, o que coincide com uma maior abundância de indivíduos na área de estudo.

Tabela 4 – Comparação dos pontos de captura entre pares de sessões. (S1-S16, sessões de armadilhagem, tal como referidas na tab.3; a letra A indica valores do coeficiente de correlação de Spearman estatisticamente significativos).

	S1	S2	S3	S4	S5	S6	S7	S8	S9	S10	S11	S12	S13	S14	S15
S2															
S3															
S4		A													
S5															
S6		A			A										
S7					A	A									
S8															
S9				A											
S10						A									
S11				A		A		A	A	A					
S12		A									A				
S13								A	A	A	A	A			
S14		A				A		A		A	A		A		
S15		A													
S16						A				A			A	A	

Numa segunda fase, utilizou-se um teste de qui-quadrado para comparar o número total de capturas entre linhas de armadilhagem. Verificou-se que, tanto na margem esquerda da ribeira, como na direita, a linha mais exterior capturava significativamente menos indivíduos do que a linha junto à ribeira, no corredor ripícola, tal como indicado na tabela 5.

Tabela 5 – Comparação entre números de capturas totais, nas margens esquerda e direita da ribeira, dos Castelhanos.

	Margem esquerda	$\chi^2=18,08$ $p<0,05$	Margem direita	$\chi^2=29,23$ $p<0,05$
Linha interior	79		108	
Linha exterior	33	41		

Considerando o grau de movimentos dos indivíduos, como um índice de variabilidade (C), observou-se, considerando apenas as espécies dominantes, que os animais se movimentam bastante na área de estudo, não ocorrendo quase sobreposição entre pontos de captura. Os movimentos tendem a ser menores quando a abundância específica é maior, como se verifica quando se confronta a informação da tabela 6 com a da figura 1.

Tabela 6 – Valores da variabilidade no ponto de captura (C) para *A. sylvaticus* e *M. spretus*, nas 16 sessões de armadilhagem (n: número de pontos de captura não comuns ao par de sessões considerado).

Sessões de armadilhagem	<i>A. sylvaticus</i>		<i>M. spretus</i>	
	n	C	n	C
L1, L2	0	0	3	1,000
L2, L3	6	0,200	2	0,667
L3, L4	6	1,000	1	0,333
L4, L5	3	1,000	7	0,700
L5, L6	2	0,667	5	0,833
L6, L7	2	1,000	2	0,667
L7, L8	2	1,000	2	1,000
L8, L9	1	0,500	1	1,000
L9, L10	2	1,000	0	0
L10, L11	6	0,462	2	0,400
L11, L12	11	0,733	3	0,600
L12, L13	7	0,467	3	0,750
L13, L14	9	0,600	4	1,000
L14, L15	2	1,000	2	1,000
L15, L16	2	1,000	2	1,000

## 4. Relações inter-específicas

Os resultados obtidos da aplicação do índice CMA são apresentados na tabela 7. Como já referido só se analisaram as sessões onde estiveram presentes mais de duas espécies, e só se consideraram as espécies que ocupavam, pelo menos, 10% dos pontos.

Os pares de espécies estudados, em seis das 16 sessões de armadilhagem, mostram uma associação negativa nos pontos de captura, o que reflecte uma diferente utilização do espaço pelas espécies co-ocorrentes consideradas.

Tabela 7 - Valores de CMA entre pares de espécies para algumas sessões de armadilhagem (sessões numeradas tal como na tab.3).

	Pares de espécies	CMA
Sessão 3	<i>M. spretus</i> / <i>A. sylvaticus</i>	-1,000
	<i>M. spretus</i> / <i>A. sapidus</i>	-1,000
	<i>A. sylvaticus</i> / <i>A. sapidus</i>	-1,000
Sessão 7	<i>M. spretus</i> / <i>A. sylvaticus</i>	-1,000
	<i>M. spretus</i> / <i>C. russula</i>	-1,000
	<i>A. sylvaticus</i> / <i>C. russula</i>	-1,000
Sessão 8	<i>M. spretus</i> / <i>A. sylvaticus</i>	-1,000
	<i>M. spretus</i> / <i>R. rattus</i>	-1,000
	<i>M. spretus</i> / <i>A. sapidus</i>	-1,000
	<i>A. sylvaticus</i> / <i>R. rattus</i>	-1,000
	<i>A. sylvaticus</i> / <i>A. sapidus</i>	-1,000
	<i>R. rattus</i> / <i>A. sapidus</i>	-0,500
Sessão 11	<i>M. spretus</i> / <i>A. sylvaticus</i>	-0,583
	<i>M. spretus</i> / <i>C. russula</i>	0,022
	<i>A. sylvaticus</i> / <i>C. russula</i>	-0,438
Sessão 12	<i>M. spretus</i> / <i>A. sylvaticus</i>	-1,000
	<i>M. spretus</i> / <i>C. russula</i>	-1,000
	<i>A. sylvaticus</i> / <i>C. russula</i>	-1,000
Sessão 16	<i>M. spretus</i> / <i>A. sylvaticus</i>	-1,000
	<i>M. spretus</i> / <i>C. russula</i>	-1,000
	<i>A. sylvaticus</i> / <i>C. russula</i>	-1,000

A intolerância mútua atenua-se, entre *A. sylvaticus*/*M. spretus*, *A. sylvaticus*/*C. russula* e *M. spretus*/*C. russula*, na sessão 11 (Janeiro de 1998) que corresponde à sessão de armadilhagem onde se detectou um maior número de

capturas destas espécies, o que parece indicar uma diminuição progressiva das áreas vitais das espécies à medida que o número de indivíduos aumenta.

### CONCLUSÕES

Os resultados descrevem a riqueza específica, a abundância relativa, a organização espacial e as relações inter-específicas na comunidade de pequenos mamíferos associada ao corredor ripícola da ribeira dos Castelhanos.

Um total de 214 indivíduos foram capturados na área de estudo pelo menos uma vez, 116 *Apodemus sylvaticus*, 81 *Mus spretus*, 11 *Crocidura russula*, 3 *Rattus rattus*, 2 *Arvicola sapidus* e 1 *Microtus cabreræ*. Verifica-se que *A. sylvaticus* e *M. spretus* são as espécies dominantes na comunidade, não só por serem as mais abundantes mas também por serem constantes em todas as sessões de armadilhagem. *C. russula* é uma espécie acessória e as restantes são acidentais.

As diferentes espécies distribuem-se ao acaso na área de estudo, embora se tenha verificado uma tendência para que a distribuição seja agrupada quando os efectivos presentes aumentam. Uma maior abundância específica em determinados períodos condiciona também uma maior atracção pelos pontos de captura e movimentos de menor amplitude.

Por outro lado verificou-se também uma significativa maior utilização do espaço delimitado pelo corredor ripícola, em comparação com o espaço circundante, significando uma melhor adequação do habitat para as diferentes espécies.

Estes resultados indicam haver também a existência de uma dinâmica populacional relativamente variável em *M. spretus* (cujas capturas variam de 11 indivíduos em Julho de 97 a 2 em Maio e Julho de 98) e em *A. sylvaticus* (flutuando as capturas entre 2-5 nos meses de Julho a Novembro de 1997 e 13-17 indivíduos nos meses de Dezembro de 1997 a Abril de 1998). As flutuações apresentados por estas espécies podem não ser devidas exclusivamente à mortalidade, mas também a emigração, traduzida por um menor número de indivíduos capturados pela primeira vez (Setembro a Novembro de 1997 e Maio/Junho de 1998 em *M. spretus* e de Agosto a Novembro de 1997 e Maio/Junho de 1997 em *A. sylvaticus*).

No que diz respeito às relações inter-específicas, parece-nos que as espécies desta comunidade de micromamíferos não são afectadas pela presença umas das outras, explorando provavelmente o espaço de uma maneira exclusiva, detectando-se uma tolerância das espécies que co-ocorrem temporalmente na mesma comunidade. Esta plasticidade pode reflectir a capacidade que as espécies apresentam de ultrapassar condições ambientais adversas assim como o período crítico que representa o início da época de reprodução.

## REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- BENGTSON, S., NILSSON, A. & RUNDGREN, S. (1989). Population structure and dynamics of wood mouse *Apodemus sylvaticus* in Iceland. *Holarctic Ecology*, 12: 351-368.
- CHELKOWSKA, H., WALKOWA, W. & ADAMCZYK, K. (1985). Spatial relationships in sympatric populations of the rodents *Clethrionomys glareolus*, *Microtus agrestis* and *Apodemus agrarius*. *Acta theriologica*, 30: 565-579.
- COLE, L. (1949). The measurement of interspecific association. *Ecology*, 30(4): 411-424.
- CORREIA, A. I. & NISA, S. (1999). A flora e a fauna do montado da Herdade da Ribeira Abaixo (Grândola, Baixo Alentejo). Centro de Biologia Ambiental, Lisboa.
- DOYLE, A.T. (1990). Use of riparian and upland habitats by small mammals. *Journal of Mammalogy*, 71: 14-23.
- ELLISON, L.E. & VAN RIPER III, C. (1998). A comparison of small-mammal communities in a desert riparian floodplain. *Journal of Mammalogy*, 79: 972-985.
- KREBS, C. & BOONSTRA, R. (1984). Trappability estimate for mark-recapture-data. *Canadian Journal of Zoology*, 62: 2440-2444.
- MCGOVERN, M. & TRACY, C. R. (1990). *Microtus ochrogaster*., pp.184 in: Handbook of census methods for terrestrial vertebrates. CRC Press, Florida.
- SANTOS-REIS, M. & CORREIA, A. I. (1999). A flora e a fauna do Montado da Herdade da Ribeira Abaixo (Grândola, Baixo Alentejo). Centro de Biologia Ambiental, Lisboa.

## DECOMPOSIÇÃO DE MATERIAIS LENHO-CELULÓSICOS DE DOIS HALÓFITOS EM SAPAIS DO ESTUÁRIO DO TEJO

Ana Luisa Costa<sup>1</sup>, Isabel Miranda<sup>2</sup>, Isabel Caçador<sup>1</sup> & Helena Pereira<sup>2</sup>

<sup>1</sup>Instituto de Oceanografia, Campo Grande, 1749-016 Lisboa

<sup>2</sup>Centro de Estudos Florestais, I.S.A., Tapada da Ajuda, 1349-017 Lisboa

Costa, A. L., Miranda, I., Caçador, I. & Pereira, H. (2000). Decomposição de materiais lenho-celulósicos de dois halófitos em sapais do estuário do Tejo. *Revista Biol. (Lisboa)* **18**: 97-104.

Neste trabalho estudou-se a variação mensal da composição química do sistema radicular de *Spartina maritima* e *Halimione portulacoides*, em dois sapais do estuário do Tejo: Pancas e Corroios. Para isso foram colocadas amostras do sistema radicular das duas espécies nos sedimentos entre raízes e determinado o teor de lenhina, celulose e hemiceluloses, assim como a respectiva composição monomérica ao longo de um período de sete meses. Os resultados obtidos mostram que apesar dos valores de lenhina serem superiores nas raízes *Halimione portulacoides*, a decomposição desta espécie ocorre mais rapidamente do que a verificada para *Spartina maritima*.

Palavras-chave: Sapais, decomposição, halófitos, componentes lenho-celulósicos, lenhina.

Costa, A. L., Miranda, I., Caçador, I. & Pereira, H. (2000). Structural decomposition of two halophytes in Tagus estuary salt marshes. *Revista Biol. (Lisboa)* **18**: 97-104.

In this work, root system of *Spartina maritima* and *Halimione portulacoides* were studied in order to determine the variation of the structural composition in two Tagus estuary salt marshes. Litterbag method was used and root material of *S. maritima* and *H. portulacoides* were placed in the sediment between roots. Lignin, cellulose and hemicellulose concentrations and the respective monomeric composition were determined during a seven months period. Results indicate that decomposition of root material was faster in *H. portulacoides* although the initial content of lignin was highest in this species.

Key words: Salt marshes, decomposition, halophytes, structural components, lignin.

## INTRODUÇÃO

Os sapais são sistemas abertos que importam e exportam sedimentos, matéria orgânica, nutrientes e poluentes. Nos sapais ocorrem importantes processos de reciclagem de nutrientes, onde, através de um elevado número de reacções bioquímicas, a matéria orgânica derivada do sistema radicular das plantas se degrada. Devido à sua elevada produtividade e à sua localização, podem ser uma fonte importante de matéria orgânica para o sistema estuarino (ODUM, 1971; POMEROY E WIEGERT, 1981; CAÇADOR *et al.*, 1996). Contudo, poucos trabalhos têm sido publicados sobre os processos de decomposição *in situ*, por se considerar que apenas a biomassa da parte aérea seria exportada, contribuindo deste modo para o fornecimento de nutrientes ao ecossistema. No entanto, estudos recentes mostraram a importância dos sapais como sistemas despoluentes naturais, mostrando a importância relevante da componente subterrânea neste processo (CAÇADOR *et al.*, 1996).

A decomposição depende de factores bióticos e abióticos (HEMMINGA & BUTH, 1991). No entanto vários estudos efectuados em diferentes ecossistemas sobre processos de decomposição referem a importância da lenhina na variação das taxas de decomposição, nomeadamente a inibição nos processos de decomposição, que se deve à sua estrutura química, reduzindo o acesso dos microrganismos a polissacáridos da parede celular como a celulose e as hemiceluloses (HEMMINGA & BUTH, 1991; WILSON *et al.*, 1986).

Neste trabalho pretendeu-se estudar a variação da composição química do sistema radicular de *Spartina maritima* e *Halimione portulacoides*, durante a sua decomposição em dois sapais do estuário do Tejo, com diferentes características biogeoquímicas.

## METODOLOGIA

Em Fevereiro de 1997 recolheram-se amostras do sistema radicular de *Spartina maritima* e *Halimione portulacoides* nos sapais de Pancas e Corroios (Fig. 1), com o auxílio de uma sonda com 6,7cm de diâmetro. No laboratório separou-se o material vegetal do sedimento com o auxílio de um jacto de água. De seguida prepararam-se 24 amostras, com 5 g de material fresco, de cada espécie e colocaram-se em "litterbags". Estas foram posteriormente colocadas nos sedimentos, a cerca de 10 cm de profundidade, entre raízes das manchas de vegetação de onde se tinham previamente recolhido o material vegetal. Três amostras de cada espécie foram analisadas como material de referência. De Março a Setembro de 1997, retiraram-se mensalmente 3 amostras de cada espécie. No laboratório o material vegetal incubado foi devidamente lavado com água destilada e seco em estufa a 60 °C.

O estudo da composição química das amostras de referência e das amostras incubadas foi realizado de acordo com os métodos standard Tappi. As amostras foram moídas num moinho laboratorial de bolas para granulometrias inferiores a 1mm. A determinação dos componentes não estruturais da parede celular foi

obtida através da determinação gravimétrica do resíduo obtido após extracções sucessivas, com diclorometano, seguidamente com etanol e, depois, com água destilada, num aparelho de Soxhlett, de 3 g de material, por adaptação do método standard TAPPI 204 om-88. O tempo de extração variou de acordo com o solvente, sendo durante 5 horas com diclorometano, 12 horas com etanol e 20 horas com água. Como não existe um único solvente capaz de remover todas as substâncias, utilizaram-se diferentes solventes para fornecer uma combinação mais completa de extractivos. Em seguida procedeu-se à determinação do teor de lenhina, celulose e hemiceluloses, assim como a respectiva composição monomérica.

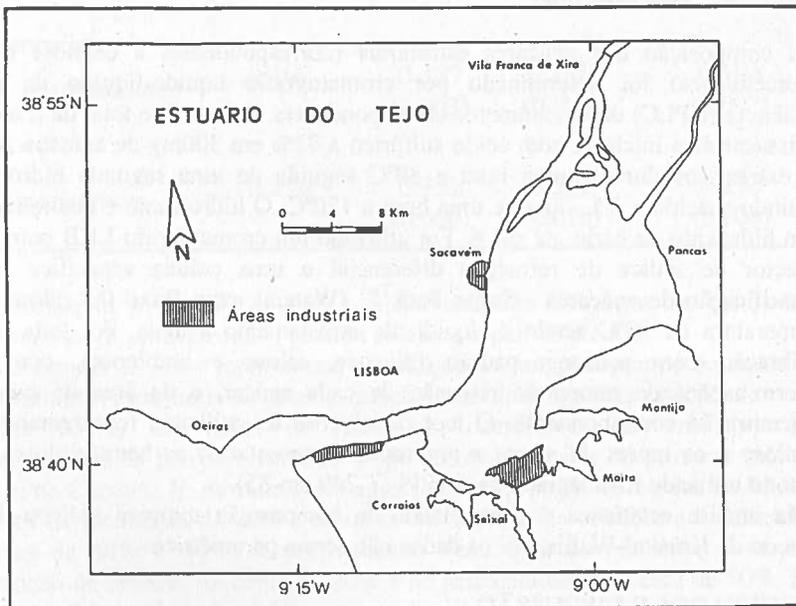


Figura 1. Localização dos sapais de Pancas e Corroios no Estuário do Tejo.

O teor de lenhina Klason (ou lenhina insolúvel em ácido) foi obtido através da determinação gravimétrica do resíduo resultante da hidrólise da fracção polissacarídica da matriz lenhocelulósica livre de extractivos segundo o método standard TAPPI T 249 pm 75. A hidrólise inicia-se com ácido sulfúrico a 72% em 300 mg de material livre de extractivos durante uma hora a 30 °C, seguida de uma segunda hidrólise, diluindo o ácido a 3%, durante uma hora a 120°C. O resíduo insolúvel correspondente à lenhina Klason, é filtrado em cadinho filtrante G3. A lenhina solúvel em ácido foi determinada através da absorção no ultra-violeta na região 200-208 nm do filtrado resultante da determinação da

lenhina Klason, segundo o método da TAPPI T UM 250-91 em espectrofotómetro DU-70 Beckman. A lenhina solúvel foi calculada através da expressão:

$$\text{Lenhina solúvel} = \frac{A \cdot V_i \cdot f}{\epsilon \cdot m} \times 100$$

sendo:

- A - Absorvância a 205 nm
- $\epsilon$  - 110  $\text{lg}^{-1}\text{cm}^{-1}$  (absorptividade molar)
- $V_i$  - Volume inicial (ml)
- f - factor de diluição
- m - peso seco (mg)

A composição dos açúcares estruturais (correspondentes à celulose e às hemiceluloses) foi determinado por cromatografia líquido-líquido de alta eficiência (HPLC) dos monómeros correspondentes. A hidrólise total da fracção polissacarídica inicia-se com ácido sulfúrico a 72% em 300mg de amostra livre de extractivos durante uma hora a 30°C seguida de uma segunda hidrólise, diluindo o ácido a 3%, durante uma hora a 120°C. O hidrolisado é neutralizado com hidróxido de bário até pH 6. Foi utilizado um cromatógrafo LKB com um detector de índice de refração diferencial e uma coluna específica para quantificação de açúcares - Sugar Pack<sup>™</sup>1 (Waters), com fluxo 0,5 ml/min, à temperatura de 90°C sendo o líquido de arrastamento a água. Foi feita uma calibração com açúcares padrão (glucose, xilose e arabinose), com as determinações do tempo de retenção de cada açúcar, e da área do pico à concentração correspondente. O teor de glucose foi utilizado representando a celulose e os teores de xilose e arabinose representando as hemiceluloses. O método utilizado foi adaptado da TAPPI (T 249 cm-85).

Na análise estatística dos resultados da composição química aplicou-se o método de Kruskal-Wallis, por os dados não serem paramétricos.

## RESULTADOS E DISCUSSÃO

Na tabela 1 está sumarizada a composição química básica das amostras iniciais do sistema radicular de *Halimione portulacoides* e *Spartina maritima*. A espécie *Halimione portulacoides* apresentou um conteúdo médio de lenhina mais elevado (0,353g/g) do que o determinado para *Spartina maritima* (0,332g/g). Os teores em celulose e hemiceluloses foram para a espécie *Halimione portulacoides* 0,189g/g e 0,201g/g e para a *Spartina maritima* 0,252g/g e 0,273g/g respectivamente. Em média, o teor de substâncias extractáveis totais foi de 0,122g/g e 0,120g/g para a *H. portulacoides* e *S. maritima*, respectivamente.

Estes valores de composição química básica estão dentro dos valores referidos por Buth (1987) para *Halimione portulacoides*: lenhina 0,412g/g; celulose 0,251g/g; e para outra espécie do género *Spartina*: lenhina 0,371g/g e celulose

0,228g/g. A relação dos valores observados de lenhina foi idêntica, com teores mais elevados em *Halimione portulacoides* relativamente a *Spartina maritima*.

Tabela 1. Composição química inicial das amostras, em g/g peso seco. O desvio padrão de cada amostra está entre parênteses.

Amostra/ Local	Extractivos totais	Lenhina	Celulose	Hemicelulose
<b>Pancas</b>				
<i>H. portulacoides</i>	0.134 -	0.353 (0.000)	0.198 (0.002)	0.208 (0.008)
<b>Corroios</b>				
<i>H. portulacoides</i>	0.107 -	0.387 (0.003)	0.180 (0.006)	0.193 (0.007)
<i>S. maritima</i>	0.120 -	0.332 (0.000)	0.252 (0.010)	0.273 (0.008)

Analisando a tabela 1, verifica-se que existem diferenças na composição química de *H. portulacoides*, quando coloniza sapais diferentes.

As figuras 2, 3 e 4 representam a variação ao longo do tempo da perda dos constituintes estruturais do sistema radicular das duas espécies estudadas.

Verificou-se em todos os casos um decréscimo dos três principais componentes da parede celular ao longo do tempo, maior no primeiro mês. No sapal de Corroios *H. portulacoides* apresentou uma perda de lenhina ao fim de 7 meses de incubação de 20% e as taxas de remoção de celulose e hemicelulose foram de 50% e 40%, respectivamente. Para *Spartina maritima* a taxa de remoção de lenhina foi cerca de 20% e de hemicelulose foi cerca de 50%. Este aspecto foi confirmado pela maior perda de massa ao longo do tempo de *Halimione portulacoides* relativamente a *Spartina maritima*, o que é indicativo da maior facilidade de decomposição de *Halimione portulacoides*.

Considerando o efeito do local no processo de degradação das raízes verificou-se que *Halimione portulacoides* em Pancas relativamente a Corroios apresentou um perda dos três constituintes lenhocelulósicos bastante superior. A perda de lenhina foi cerca de 40% e a perda de celulose e hemicelulose foi cerca de 70%. Foi também para este caso que se verificou uma maior diferença na composição entre a lenhina e os polissacáridos.

O componente que se decompõe mais dificilmente, isto é, que apresentou maior percentagem de peso residual foi a lenhina. O componente que apresentou maior perda peso foi a celulose, seguida da hemicelulose em ambas as espécies e

nos dois sapais (Figura 2, 3 e 4). Este facto pode ser explicado devido ao facto de os microrganismos atacarem preferencialmente a glucose (constituente da celulose) em preterimento da xilose e da arabinose (constituente da hemicelulose).

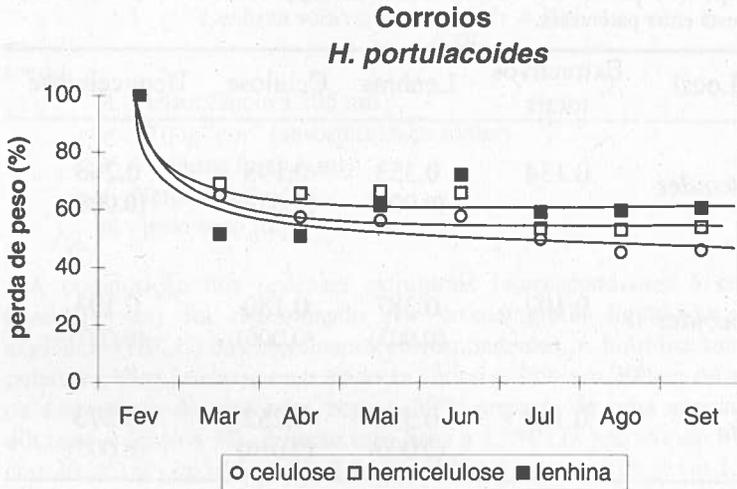


Figura 2. Perda dos materiais lenho-celulósicos das amostras de *H. portulacoides* ao longo da decomposição no sapal de Corroios.

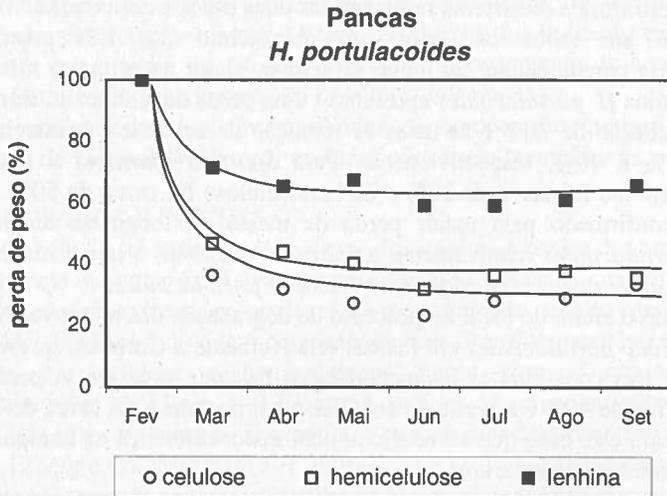


Figura 3. Perda dos materiais lenho-celulósicos das amostras de *H. portulacoides* ao longo da decomposição no sapal de Pancas.

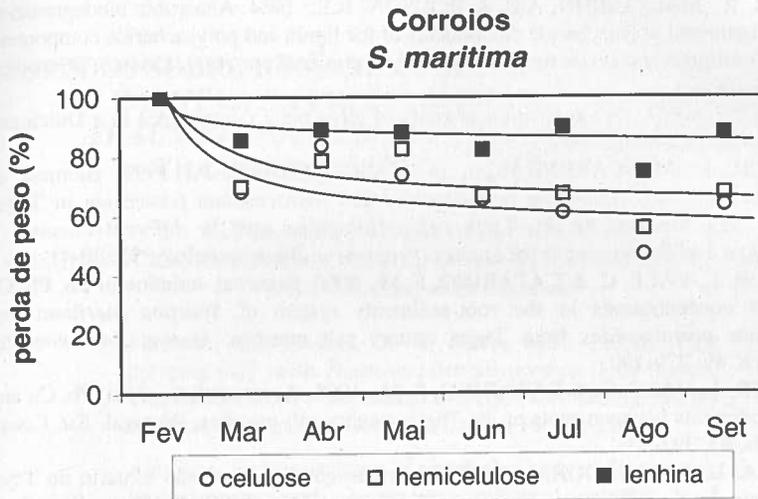


Figura 4. Perda dos componentes lenho-celulósicos das amostras de *S. maritima* ao longo da decomposição no sapal de Corroios.

A análise de variância confirmou que a perda dos componentes lenho-celulósicos é dependente da espécie e do local ( $p < 0,01$ ).

Vários autores (BENNER *et al.*, 1984; HODSON *et al.*, 1984; WILSON *et al.*, 1986 E BUTH, 1987) concluíram que a diminuição da perda de peso durante a decomposição do material vegetal está relacionado com o aumento gradual em lenhina causado pelo rápido desaparecimento dos outros componentes, nomeadamente dos polissacáridos. Visto que os componentes estruturais iniciais de *H. portulacoides* tinham uma maior concentração de lenhina (Tabela 1), seria de esperar que as amostras de *H. portulacoides* apresentassem maiores pesos residuais. No entanto, durante o período de amostragem, os detritos de *H. portulacoides* decompõem-se mais rapidamente do que os de *S. maritima* (COSTA, A. L. & CAÇADOR, I., 1997). Estes resultados também foram descritos por BUTH (1987) para comunidades de *Spartina* sp. e *Halimione portulacoides*, e por GODSHALK & WETZEL (1978) em macrófitos aquáticos. As condições ambientais nos sedimentos com *H. portulacoides* são mais favoráveis à decomposição, tais como, as condições menos redutoras destes sedimentos (CAÇADOR *et al.*, 2000), podendo assim compensar a resistência à perda de peso das amostras de *H. portulacoides*.

A taxa de decomposição mais elevada associada aos valores superiores de biomassa radicular de *Halimione portulacoides* em relação a *Spartina maritima* (CAÇADOR *et al.*, 1999), sugerem que esta espécie tem um papel mais importante na reciclagem dos nutrientes.

## BIBLIOGRAFIA

- BENNER, R., MACCUBBIN, A.E. & HODSON, R.E., 1984. Anaerobic biodegradation of the lignin and polysaccharide components of the lignin and polysaccharide components of lignocellulose and synthetic lignin by sediment microflora. *Appl. Environ. Microbiol.* **47**: 998-1004.
- BUTH, G.J.C., 1987. Decomposition of roots of three plant communities in a Dutch salt marsh. *Aquatic Botany*, **29**: 123-138.
- CAÇADOR, I., MASCARENHAS, I. & MASCARENHAS, P., 1999. Biomass of *Spartina maritima*, *Halimione portulacoides* and *Arthrocnemum fruticosum* in Tagus estuary Salt Marshes. In: H. Lieth (ed.). *Halophyte uses in different climates I, Ecological and Ecophysiological Studies. Progress in Biometeorology*. **13**: 33-41.
- CAÇADOR, I., VALE, C. & CATARINO, F. M., 2000. Seasonal variation of Zn, Pb, Cu and Cd concentrations in the root-sediments system of *Spartina maritima* and *Halimione portulacoides* from Tagus estuary salt marshes. *Marine Environmental Research*. **49**: 279-290.
- CAÇADOR, I., VALE, C. & CATARINO, F. M., 1996. Accumulation of Zn, Pb, Cu and Ni in sediments between roots of the Tagus estuary salt marshes, Portugal. *Est. Coast. Shelf Sci.* **42**, 393-403.
- COSTA, A. L. & CAÇADOR, I., 1997. Decomposição em sapais do estuário do Tejo: Influência de alguns factores abióticos. 2º Encontro Nacional de Ecologia. Sociedade Portuguesa de Ecologia. Dezembro, Coimbra (Livro de Resumos). pp. 95.
- GODSHALK, G.L. & WETZEL, R.G., 1978. Decomposition of aquatic angiosperms. II Particulate components. *Aquat. Bot.*, **5**: 301-327.
- HEMMINGA, M.A. & BUTH, G.J.C., 1991. Decomposition in salt marsh ecosystems of the S.W. Netherlands: The effects of biotic and abiotic factors. *Vegetatio* **92**: 73-83.
- HODSON, R.E., CHRISTIAN, R.R. & MACCUBBIN, A.E., 1984. Lignocellulose and lignin in the salt marsh grass *Spartina alterniflora*: inicial concentrations and short-term, post-depositional changes in detrital matter. *Mar. Biol.*, **81**: 1-7.
- ODUM, E. P., 1971. *Fundamentals of Ecology*. 2<sup>nd</sup> ed. Saunders. Philadelphia.
- Pomeroy, L.R. & Wiegert, R.G., (1981). *The Ecology of Saltmarshes. Ecological Studies*, **38**. Springer- Verlag: New York.
- TAPPI Test Methods 1994-95. Official test methods and provisional test methods, Technical Association Pulp and Paper Industry, TAPPI Press, Atlanta, USA.
- TAPPI Test Useful Methods 1991. Official test methods and provisional test methods, Technical Association Pulp and Paper Industry, TAPPI Press, Atlanta, USA.
- WILSON, J.O., BUCHSBAUM, R., VALIELA, I. & SWAIN, T., 1986. Decomposition in salt marsh ecosystems: phenolic dynamics during decay of litter of *Spartina alterniflora*. *Mar. Ecol. Prog. Ser.*, **29**: 177-187.

**ESTUDOS SOBRE DINÂMICA POPULACIONAL E ECOLOGIA  
ALIMENTAR DA PROCESSIONÁRIA DO PINHEIRO  
*THAUMETOPOEA PITYOCAMPA* (LEPIDOPTERA,  
THAUMETOPOEIDAE) EM PORTUGAL**

**C. Pimentel, Á. Tavares & M. R. Paiva**

GUECKO/ DCEA, Faculdade de Ciências e Tecnologia, Universidade Nova de Lisboa,  
2825-114 Campus de Caparica.

Pimentel, C., Tavares, Á & Paiva, M.R. (2000). Pine processionary moth *Thaumetopoea pityocampa* (Lepidoptera, Thaumetopoeidae) - population dynamics and feeding ecology studies in Portugal. *Revista Biol. (Lisboa)* **18**: 105-115.

Aiming at the construction of population budgets for the pine processionary moth, nests were collected monthly in 3 regions of Portugal: Abrantes, Península of Setúbal and Leiria. In Leiria, a lower level of attack by *T. pityocampa* was observed as well as a lower number of individuals per nest, in comparison to the other 2 regions. In Abrantes a faster larval development was observed. An analysis of the dry and calcinated weights of the larval stages showed that ash and water contents increased from the 3<sup>rd</sup> to the last instar. The feeding ecology of the larvae was studied in the laboratory. Larvae were fed on either native pine species, *P. pinaster* and *P. pinea*, or on the exotic *P. radiata*. Larvae fed on *P. radiata* developed faster than those fed on the native pine species, those fed on *P. pinaster* produced adults of smaller size.

Key words: *Thaumetopoea pityocampa*, feeding ecology, population dynamics, *Pinus* spp., Portugal.

Pimentel, C., Tavares, Á & Paiva, M.R. (2000). Estudos sobre dinâmica populacional e ecologia alimentar da processionária do pinheiro *Thaumetopoea pityocampa* (Lepidoptera, Thaumetopoeidae) em Portugal. *Revista Biol. (Lisboa)* **18**: 105-115.

Com o objectivo de quantificar alguns parâmetros populacionais para a processionária do pinheiro, foram recolhidos mensalmente ninhos em 3 zonas de Portugal Continental, com características climáticas distintas: Península de Setúbal, Abrantes e Mata Nacional de Leiria. Esta última região apresentava um menor grau de ataque pelo fitófago, bem assim como um menor número de larvas por

cada ninho. Na região de Abrantes observou-se um desenvolvimento mais rápido do estágio larvar. A análise dos pesos secos e calcinados dos estádios larvares mostrou que a % de água e de cinzas aumentou significativamente entre o 3º e os dois últimos instares. Efectuou-se um estudo da ecologia alimentar deste fitófago, criando em laboratório larvas sobre 2 espécies de pinheiro autóctones - *P. pinea* e *P. pinaster* - e sobre a exótica *P. radiata*. Verificou-se que a alimentação com *P. radiata* deu origem a um desenvolvimento mais rápido das larvas do que com as duas espécies autóctones; a alimentação com *P. pinaster* originou imagos de menor tamanho.

Palavras chave: *Thaumetopoea pityocampa*, ecologia alimentar, dinâmica populacional, *Pinus* spp., Portugal.

## INTRODUÇÃO

A processionária do pinheiro *Thaumetopoea pityocampa* (Den. & Schiff.) assume em Portugal, bem assim como na maior parte da região mediterrânea, uma importância considerável, causando prejuízos económicos e graves alergias às populações humanas (CABRAL, 1979; SCHMIDT *et al.*, 1989). É no entanto ainda escasso o conhecimento sobre muitos aspectos da bioecologia e comportamento deste fitófago (ZHANG & PAIVA, 1998). A dificuldade em obter informação acerca deste lepidóptero deve-se essencialmente às alergias causadas pelas larvas de *T. pityocampa* a partir do 4º instar (LAMY, 1990) e à dificuldade em manter culturas em laboratório (BURGERJON, 1972).

Vários estudos referem uma elevada susceptibilidade de espécies de pinheiro, não originárias da Bacia do Mediterrâneo, ao ataque do lepidóptero (DEVKOTA & SCHMIDT, 1990; MASUTTI & BATTISTI, 1990), destacando-se a espécie californiana *Pinus radiata* D. Don, de crescimento rápido, que foi implantada em largas extensões do Norte de Espanha e Itália (BUXTON, 1990; COBOS-SUAREZ & RUIZ-URRESTARAZU, 1990; MASUTTI & BATTISTI, 1990). Sabe-se que as espécies de coníferas exóticas levam a um desenvolvimento larvar mais rápido de *T. pityocampa* (BUXTON, 1990; DEVKOTA & SCHMIDT, 1990). No entanto, a produtividade secundária do fitófago e a sua relação com a fenologia e qualidade nutritiva do hospedeiro nunca foi abordada de uma forma sistemática, sendo quase nula a informação respeitante às duas espécies de pinheiro predominantes no nosso país - *Pinus pinaster* Ait. e *Pinus pinea* L. Outros factores, tais como climáticos e geográficos, destacando-se a latitude e altitude, influenciam também a duração do desenvolvimento larvar, o qual aumenta em zonas de maior elevação e mais frias (MASUTTI & BATTISTI, 1990).

Este trabalho apresenta uma quantificação de alguns parâmetros populacionais para *T. pityocampa* em três zonas de Portugal Continental, e ainda uma introdução ao conhecimento da sua ecologia alimentar.

## MATERIAL E MÉTODOS

O presente estudo foi efectuado com base em material recolhido em pinhais situados em três regiões de Portugal - Quadro 1, com diferentes características climáticas - Quadro 2. O estudo foi efectuado em plantações puras de *P. pinaster* com 7 a 10 anos de idade, com excepção da Herdade da Apostiça onde existe um povoamento misto de *P. pinaster* e *P. pinea*, originado por regeneração natural. Todas as zonas de amostragem se situam, aproximadamente, ao nível do mar com excepção dos Casais da Pucariça, que se encontra a 200 m de altitude.

Quadro 1- Zonas onde foi efectuado o estudo e densidade de ataque por *T. pityocampa* - expressa em % de árvores atacadas.

Região	Povoamento	Latitude	Longitude	Ataque
Península de Setúbal	Herdade da Apostiça	38°32'N	9°09'W	Médio - ±30 %
Abrantes	Barrada	39°25'N	8°04'W	Médio - ±30 %
	Casais da Pucariça	39°31'N	8°15'N	
Marinha Grande	Mata Nacional de Leiria	39°45'N	8°55'W	Baixo - <10%

Quadro 2- Caracterização climática das três regiões em estudo (<sup>1</sup> Silva Alves *et al.*, 1998; <sup>2</sup> Silveira da Costa, 1984).

Parâmetros	P. de Setúbal	Abrantes	M. Grande
Classificação climática <sup>1</sup>	Atlântico transição	Continental atenuado	Atlântico
Inverno- n° de dias com T°mín<0°C; T°s min. média do mês mais frio <sup>1</sup>	Tépido <2; >6°C	Fresco 10/15-30; 2-4°C	Moderado 2-10/15; 4-6°C
Verão - n° de dias com T°máx>25°C; T°s máx. média do mês mais quente <sup>1</sup>	Moderado 20-100; 23-29°C	Quente 100-120; 29-32°C	Fresco <20; <23°C
Temperatura média diária do ar (°C) <sup>2</sup>	15-16	16-17,5	12,5-15,0
Insolação média annual (n° de horas) <sup>2</sup>	2 800 - 2 900	2 700 - 2 800	2 400 - 2 500
Quantidade total de radiação global (Kcal/cm <sup>2</sup> ) <sup>2</sup>	160 - 165	145 - 150	140 - 145
Precipitação total (mm) <sup>2</sup>	500 - 600	600 - 700	700 - 800
Precipitação (n° de dias) <sup>2</sup>	51 - 75	75 - 100	75 - 100
Humidade relativa do ar às 9 TMG (%) <sup>2</sup>	75 - 80	75 - 80	80 - 85

### 1 – Ecologia do estado larvar – estudos de campo.

Em Novembro e Dezembro de 1998 e em Janeiro de 1999, foram colhidas amostras de 10 ninhos de *T. pityocampa* em *P. pinaster*, em cada um dos 4 povoamentos referidos. Estes foram transportados para o laboratório, tendo sido congelados até à sua abertura. Para cada ninho, as larvas foram contadas e separadas por instar. Cada conjunto de larvas do mesmo instar e do mesmo ninho, foi seco a 60°C durante 48 h por forma a determinar-se o peso seco total (peso húmido total subtraído da perda de peso após secagem) e % de água (perda de peso após secagem). O peso seco médio por larva foi calculado dividindo o peso seco total pelo número de larvas. As amostras secas foram seguidamente calcinadas a 450°C por forma a calcular-se a % de cinzas (peso total, após a calcinação, dividido pelo peso seco total).

### 2 – Ecologia alimentar das larvas – estudo laboratorial.

Simultaneamente, realizaram-se experiências em laboratório, para estudo da ecologia alimentar das larvas. Foram recolhidos 9 ninhos de larvas de 2º instar na H. Apostiça, em Novembro de 1998, tendo cada um deles sido colocado numa caixa de plástico (40x30x25 cm). As larvas foram alimentadas com as espécies de pinheiro nativas *P. pinaster* e *P. pinea* e com a exótica *P. radiata*. Os ramos das espécies nativas foram recolhidos na Península de Setúbal e os de *P. radiata* foram recebidos semanalmente da região de Monção, tendo sido mantidos a cerca de 5°C até ao seu consumo.

O desenvolvimento das larvas foi monitorizado e a quantidade de alimento consumida durante o 5º instar foi registada diariamente (peso fresco). No final do 5º instar foi colocada uma camada de solo de floresta nas caixas, por forma a que as larvas pupassem.

Durante o período de emergência em laboratório, os adultos foram contados diariamente e separados por sexo. O comprimento das asas anteriores dos insectos foi medido e foi contado o nº de ovos de uma amostra de fêmeas, por dissecação, proveniente de cada um dos três regimes alimentares. Findo o período de emergência o material biológico foi removido do solo e observado.

O tratamento estatístico dos dados foi efectuado com o programa STATISTICA/Windows 5.1 (Statsoft, Inc., 1984). As diferenças entre médias foram testadas usando ANOVA a um ou dois factores, dependendo dos casos, sempre que se verificassem os pressupostos de distribuição normal (teste Kolmogorov-Smirnov) e homogeneidade de variâncias (teste de Bartlett). Caso não se verificassem estes pressupostos efectuaram-se os testes não paramétricos de ANOVA Kruskal-Wallis e teste da Mediana. A hipótese nula foi rejeitada sempre que  $p \geq 0,05$ . No caso de rejeição da hipótese nula, aplicou-se o teste Tukey - Unequal Sample Sizes, para se determinar exactamente quais os grupos diferentes, e qual a grandeza dessa diferença (SOKAL & ROHLF, 1995).

## RESULTADOS

## 1 - Ecologia do estado larvar - estudos de campo.

Relativamente à colheita de Janeiro, foi encontrada uma percentagem maior de larvas no 5º instar, nos dois povoamentos da região de Abrantes, do que na P. Setúbal ou na M.N. de Leiria - Figura 1. Esta diferença no desenvolvimento das larvas não foi notória nas colheitas de Novembro e Dezembro. De facto, o peso médio das larvas na última colheita apresentou-se significativamente diferente entre os locais (Kruskall Wallis test,  $H=10.8$ ,  $d.f.=3$ ,  $p<0,05$ ), tendo C. Pucariça e Barrada apresentado os maiores valores - Quadro 3, diferença esta que não se verificou nas outras duas colheitas.

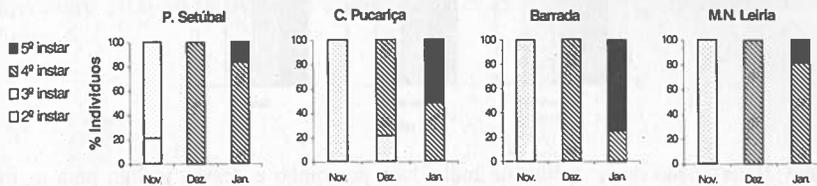


Figura 1- Evolução da % de larvas em cada instar nas três colheitas efectuadas, em cada um dos 4 povoamentos estudados (Novembro e Dezembro de 98, Janeiro de 99).

Quadro 3- Evolução do peso seco médio (mg) das larvas ( $8\pm s$ ;  $n = n^\circ$  de ninhos) nas três colheitas efectuadas, em cada um dos 4 povoamentos estudados (Novembro e Dezembro de 98, Janeiro de 99).

Povoamento	Novembro	Dezembro	Janeiro
H. Apostiça	$2,6\pm 1,3$ ; $n=3$	$13,9\pm 4,3$ ; $n=6$	$42,73\pm 7,0$ ; $n=8$
C. Pucariça	$3,3\pm 1,0$ ; $n=7$	$12,7\pm 3,2$ ; $n=10$	$62,63\pm 19,0$ ; $n=10$
Barrada	$4,1\pm 2,6$ ; $n=7$	$20,9\pm 9,3$ ; $n=9$	$67,60\pm 34,0$ ; $n=10$
M.N. Leiria	$3,3\pm 0,4$ ; $n=4$	$13,0\pm 4,1$ ; $n=8$	$45,30\pm 22,8$ ; $n=10$

Quanto ao número médio de indivíduos por ninho, este variou significativamente segundo a zonas de amostragem (two way Anova  $F=10,5$ ,  $p<0,0001$ ,  $d.f.=3$ ), mas não temporalmente, destacando-se a M.N. de Leiria de todas as outras, com a menor média de indivíduos por ninho (Tukey unequal sample sizes,  $p<0,05$ ) - Figura 2.

Relativamente ao peso seco médio encontrado para os três últimos instares, verificou-se um aumento de 5,7 vezes ao longo do 3º instar, de 8,1 ao longo do 4º instar de e 3,5 ao longo do 5º. A % de água e de cinzas aumentaram significativamente entre o 3º e os dois últimos instares (% água - one way ANOVA,  $F=28,5$ ,  $p\approx 0$ ,  $d.f.=2$ ; Tukey unequal sample sizes,  $p<0,001$ ; % cinzas - one way ANOVA,  $F=7,8$ ,  $p<0,001$ ,  $d.f.=2$ ; Tukey unequal sample sizes,  $p<0,02$  entre o 3º e o 4º instares,  $p<0,002$  entre o 3º e 5º instares) - Quadro 4.

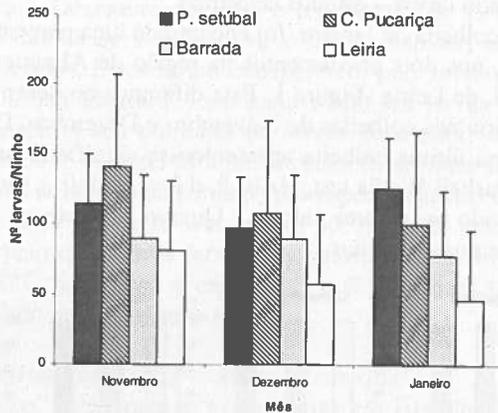


Figura 2- Evolução do nº médio de indivíduos por ninho e desvio padrão para as três colheitas efectuadas em cada um dos 4 povoamentos estudados (Novembro e Dezembro de 98, Janeiro de 99).

Quadro 4- Intervalo de valores para o peso seco médio das larvas encontradas em cada ninho, separadas por instares; média e desvio padrão para a % de água e de cinzas relativas a cada instar, e nº de ninhos analisados.

Instar	Peso seco médio (mg) Min-Max; nº ninhos	% água 8±s; nº ninhos	% cinzas 8±s; nº ninhos
3º	5,8-32,9; n=23	81,7±1,1; n=22	5,7±1,8; n=17
4º	16,0-129,9; n=55	84,5±1,7; n=53	6,9±1,1; n=43
5º	82,6-288,8; n=22	85,3±2,2; n=23	7,2±0,8; n=18

## 2 – Ecologia alimentar das larvas - estudo laboratorial.

Verificou-se que o desenvolvimento das larvas, criadas em laboratório, durou cerca de 3 semanas menos do que em condições de campo. Verificou-se ainda que as larvas alimentadas com *P. radiata* em laboratório terminaram a fase larvar uma semana antes do que as alimentadas com as espécies autóctones de pinheiro -Figura 3.

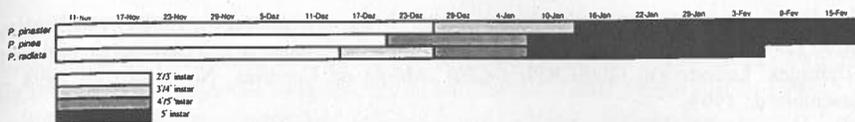


Figura 3- Cronograma de desenvolvimento das larvas criadas em laboratório com diferentes espécies de pinheiro. Laboratório GUECKO/ DCEA, Monte de Caparica, Novembro de 1998 – Fevereiro de 1999. Os insectos tiveram origem em larvas de 2º instar recolhidas em Novembro de 1998 na Península de Setúbal.

Os imagos emergiram entre 1 de Agosto e 8 de Setembro de 1999, com um pico entre 10 e 16 de Agosto, durante o qual emergiram 52 % dos indivíduos - Figura 4.

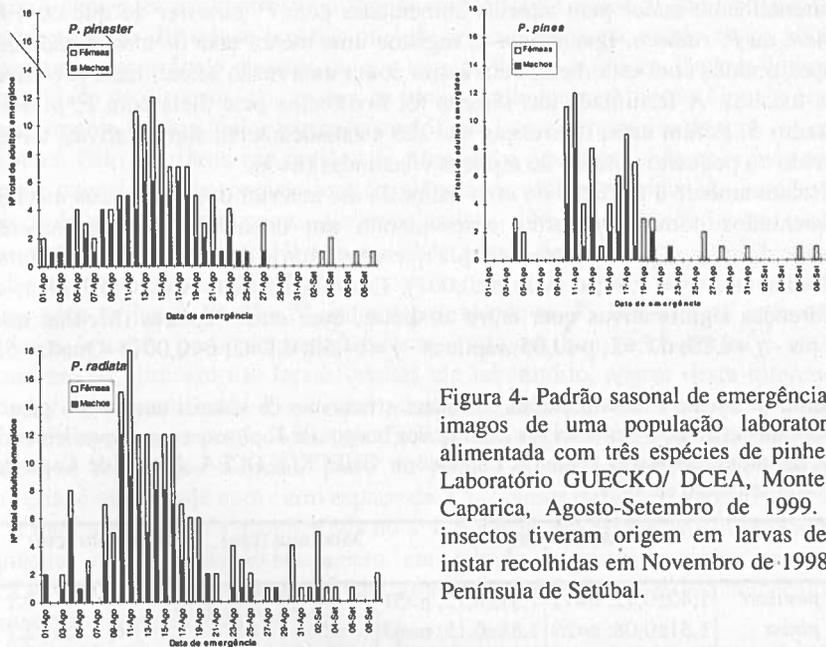


Figura 4- Padrão sazonal de emergência de imagos de uma população laboratorial, alimentada com três espécies de pinheiro. Laboratório GUECKO/ DCEA, Monte de Caparica, Agosto-Setembro de 1999. Os insectos tiveram origem em larvas de 2º instar recolhidas em Novembro de 1998 na Península de Setúbal.

A fertilidade das fêmeas variou significativamente entre cada um dos 9 grupos de onde provieram as amostras (two way nested Anova,  $F=8,8$ ;  $p=0$ ; d.f.=6), mas não segundo o regime alimentar. No entanto é de registar que as fêmeas alimentadas com *P. pinea* apresentaram no seu conjunto uma fertilidade média muito superior à daquelas provenientes dos outros dois regimes alimentares - Quadro 5.

Quadro 5- Alimento consumido pelas larvas, % de emergência de adultos resultantes, razão sexual e fertilidade das fêmeas de *T. pityocampa* criadas com 3 espécies de pinheiro diferentes. Laboratório GUECKO/ DCEA, Monte de Caparica, Novembro de 1998 - Setembro de 1999.

Dieta	Alimento consumido/ larva 5º instar (g) - 8±s	% adultos emergidos -8±s	Razão sexual (♂:♀) - 8	Nº ovos/ ♀ 8±s
<i>P. pinaster</i>	11,23±5,2	55,2±15,7	1:0,7	75,2±42,4; n=32
<i>P. pinea</i>	6,08±2,4	39,2±28,0	1:1,5	92,0±20,2; n=26
<i>P. radiata</i>	6,31±0,6	41,2±7,2	1:0,9	76,7±36,4; n=35

A quantidade média de alimento consumido por larva, durante o 5º instar, foi aparentemente maior para aquelas alimentadas com *P. pinaster* do que com *P. pinea*, ou *P. radiata*. Igualmente se registou uma menor taxa de mortalidade das pupas obtidas com esta dieta, bem assim como uma razão sexual mais favorável aos machos. A fertilidade das fêmeas foi favorecida pela dieta com *P. pinea* - Quadro 5. Porém estas diferenças não são estatisticamente significativas, talvez devido ao pequeno número de réplicas efectuadas (n=3).

Relativamente à medição do eixo maior da asa anterior dos imagos, os machos alimentados com *P. pinaster* apresentaram um tamanho significativamente menor do que os provenientes de qualquer dos outros dois regimes alimentares (Median test,  $\chi^2=16,57$ ; d.f.=2;  $p<0,001$ ). Em relação às fêmeas verificaram-se diferenças significativas quer entre as dietas, quer entre réplicas (Median test: dietas -  $\chi^2=8,29$ ; d.f.=2;  $p<0,05$ ; réplicas -  $\chi^2=14,50$ ; d.f.=2;  $p<0,001$ ) -Quadro 6.

Quadro 6- Média e desvio padrão, mediana e intervalo de valores encontrado para o comprimento do eixo maior da asa anterior dos imagos de *T. pityocampa*, provenientes de três regimes alimentares distintos. Laboratório GUECKO/ DCEA, Monte de Caparica, Agosto-Setembro de 1999.

	Média (cm) ± s		Mediana (cm)		Intervalo (cm)	
	♂	♀	♂	♀	♂	♀
<i>P. pinaster</i>	1,40±0,12; n=71	1,81±0,15; n=51	1,4	1,8	1,1 - 1,6	1,5 - 2,1
<i>P. pinea</i>	1,51±0,08; n=29	1,88±0,15; n=43	1,5	1,9	1,3 - 1,6	1,5 - 2,1
<i>P. radiata</i>	1,51±0,09; n=83	1,92±0,11; n=65	1,5	1,9	1,2 - 1,7	1,6 - 2,1

## DISCUSSÃO E CONCLUSÕES

*P. pinaster*, apesar de se encontrar distribuído por todo o Continente Português, ocupando cerca de 40 % da área florestal, é exigente quanto à humidade atmosférica, estando bem implantado em zonas sob influência Atlântica, como por exemplo na região da Marinha Grande (SILVEIRA DA COSTA, 1984). Pelo contrário, o pinheiro bravo encontra-se menos bem adaptado na região de Abrantes, onde se regista um clima com influência mais

continental. O bom estado fisiológico das espécies florestais constitui um factor importante de resistência ao ataque por insectos fitófagos, por exemplo através da produção de taninos e terpenos (MATEUS *et al.*, 1998; FERREIRA, 1998).

Sabe-se que as condições climáticas podem influenciar directa ou indirectamente a dinâmica de populações de *T. pityocampa*, registando-se as maiores infestações em anos quentes e secos (FERREIRA, 1998). Além disso, a exposição à luz solar constitui um factor muito importante para o desenvolvimento larvar do fitófago, sendo as árvores situadas em zonas marginais, e vertentes viradas a sul mais susceptíveis de ser atacadas e estando os ninhos definitivos normalmente localizados na zona da árvore exposta a sul (BREUER *et al.*, 1989). Comparando as três regiões em estudo, verifica-se que a Península de Setúbal recebe o maior número de horas de insolação, apresentando também o menor número de dias de precipitação. Pelo contrário, os valores mais baixos para estes parâmetros registam-se na Marinha Grande, o que justifica, em parte, a menor densidade populacional da praga nesta zona, sendo assim pouco frequente a ocorrência de mais do que uma postura por árvore. Dada a limitada capacidade de dispersão das larvas, os ninhos colhidos na Marinha Grande eram seguramente, na sua maior parte, formados por larvas originárias de uma mesma postura. Pelo contrário, nas regiões de Abrantes e Apostiça, onde se regista uma maior intensidade de ataque, com frequência os ninhos resultam da junção de larvas de mais de uma postura, podendo assim o número médio de larvas/ninho aumentar ao longo do ano, tal como se observou na Apostiça.

Relativamente ao desenvolvimento das larvas, foi de notar o maior aumento de peso seco ao longo do 4º e 5º instares em relação ao 3º. Foi durante estes dois últimos instares, particularmente durante o último, que se observou o maior consumo de alimento nas larvas criadas em laboratório, apesar desta diferença não ter sido quantificada. Foi também durante o mês de Janeiro que se tornaram visíveis os estragos provocados pelo fitófago nas regiões incluídas neste estudo. Infere-se assim que a maior parte da produtividade secundária desta praga florestal é sintetizada num curto espaço de 1,5-2 meses durante o ano.

A maior % de cinzas quantificada no 4º e 5º instar, em relação ao 3º, indica um aumento de peso do exoesqueleto em relação à restante massa corporal (CLARKE *et al.*, 1996), coincidindo com a altura em que as larvas começam a provocar alergias (LAMY, 1990).

Neste trabalho observou-se que o desenvolvimento larvar se completa mais rapidamente sobre a exótica *P. radiata* do que sobre as duas espécies autóctones, *P. pinea* e *P. pinaster*, o que está de acordo com o trabalho de BUXTON (1990). No entanto, não se conseguiu discernir qual a influência da alimentação nas taxas de sobrevivência das larvas e pupas, razão sexual e fertilidade, devido à grande variação registada entre os ninhos utilizados em cada réplica. Sabe-se que estes parâmetros são influenciados por vários factores ecológicos, tal como o tipo de solo onde as larvas pupam (MARKALAS, 1989), parâmetros estes que não foram investigados no presente trabalho. Foi no entanto nítido o menor tamanho

dos imagos originados das larvas alimentadas com *P. pinaster*, em relação aos outros dois regimes alimentares.

De notar que, tanto os valores para a fertilidade como o comprimento do eixo maior das asas anteriores dos imagos obtidos em laboratório se encontram muito próximos, ou mesmo abaixo do limite inferior indicado para esta espécie por DUOMA-PETRIDOU (1989): 70-300 ovos/♀; ♂: 1,5-1,9 cm; ♀: 1,8-2,4 cm.

#### AGRADECIMENTOS

À Eng<sup>a</sup> Laura Maria Neves de Lemos e aos Serviços Florestais do Vale do Minho pelo eficiente envio regular de agulhas de *P. radiata*. Este projecto foi financiado pelo programa PRAXIS XXI através do projecto "Ecosistema pinhal: conservação da biodiversidade e gestão de recursos", ref. 2/2.1/BIA/221/94" e pelo Centro Ciência/DCEA. C. Pimentel e Á. Tavares beneficiaram de bolsas PRAXIS XXI - ref.<sup>a</sup> BTI/14 348/97 e ref.<sup>a</sup> BIC J/16 955/98, respectivamente.

#### BIBLIOGRAFIA

- BREUER, M., DEVKOTA, B., DUOMA-PETRIDOU, E. & KOUTSAFTIKIS, SCHMIDT, G. H. 1989. Studies on the exposition and temperature of nests of *Thaumetopoea pityocampa* (den. & Schiff) (Lep., Thaumetopoeidae) in Greece. *J. Appl. Ent.* 107: 370-375.
- BURGERJON, A. 1972. Étude des facteurs responsables du rythme nyctéméral de la prise alimentaire des chenilles de *Thaumetopoea pityocampa* Schiff et des conséquences sur la virose cytoplasmique. *Ann. Zool. - Écol. anim.* 3: 353-366.
- BUXTON, R. D. 1990. The influence of host tree species on timing of pupation of *Thaumetopoea pityocampa* (Den & Schiff.) (Lep., Thaumetopoeidae) and its exposure to parasitism by *Phryx caudata* Rond. (Dipt., Larvaevoridae). *J. Appl. Ent.* 109: 302-310.
- CABRAL, M. T. 1979. Contribuição para o conhecimento da tabela de vida da processionária do pinheiro (*Thaumetopoea pityocampa* Schiff). *Anais do Instituto Superior de Agronomia XXXVIII*: 181-198.
- CLARKE, A., PRINCE, P. A. & CLARKE, R. 1996. The energy content of dragonflies (Odonata) in relation to predation by falcons. *Bird Study*, 43: 300-304.
- COBUS-SUAREZ, J.M. & Ruiz-Urrestarazu, M. M. 1990 - Problemas fitosanitarios de la especie *Pinus radiata* D. Don en España, con especial referencia al País Vasco. *Bol. San. Veg. Plagas* 16: 37-53.
- DEVKOTA, B. & SCHMIDT, G. H., 1990. Larval development of *Thaumetopoea pityocampa* (Den. & Schiff) (Lep., Thaumetopoeidae) from Greece as influenced by different host plants under laboratory conditions. *J. Appl. Ent.* 109: 321-330.
- DGA, 1998. Atlas Digital do Ambiente. <http://snig.cnig.pt/snig/frameatlas.htm>. Direcção Geral do Ambiente, Ministério do Ambiente.
- DOUMA-PETRIDOU, E. 1989. European *Thaumetopoea* species (Lep., Thaumetopoeidae): characteristics and life-cycles. *Proc. Thaumetopoea-Symp.* Neustadt/Rbge 1989, 12-19.
- FERREIRA, M. C. 1998. Manual dos insectos nocivos às plantações florestais. 1ª edição, Plátano Edições Técnicas, Lisboa.
- LAMY, M. 1990. Contact dermatitis produced by processionary caterpillars (*Thaumetopoeidae*). *J. Appl. Ent.* 110: 425-437.

- MARKALAS, S. 1989. Influence of soil moisture on the mortality, fecundity and diapause of the pine processionary moth (*Thaumetopoea pityocampa* Sciff.). *J. Appl. Ent.* 107: 211-215.
- MASUTTI, L. & BATTISTI, A. 1990. *Thaumetopoea pityocampa* (Den & Schiff.) in Italy. Bionomics and perspectives of integrated control. *J. Appl. Ent.* 110, 229-234.
- MATEUS, E., ZHANG, Q.-H., FARRALL, M. H., PAIVA, M. R. 1998. Differentiation of twelve pine species from central Portugal by monoterpene composition using HS-SPME and HRGC. Proc. 19th Symposium on Capillary Chromatogr and Electrophoresis, Wintergreen, Virginia, USA, Maio 1997.
- SCHMIDT, G. H., BREUER, M., DEVKOTA, B. & BELLIN, S. 1989. Life cycle and natural enemies of *Thaumetopoea pityocampa* (Den & Schiff.) in Greece. *Proc. Thaumetopoea Simp.*, Neustadt/RBGE 1989, 36-40.
- SILVA ALVES, J. M., Espírito Santo, M. D., Costa, Capelo Gonçalves, J.H. & Lousã, M. F. 1998. Habitats naturais e seminaturais de Portugal Continental. Tipos de habitats mais significativos e agrupamentos vegetais característicos. Instituto da Conservação da Natureza, Divisão de Informação e Divulgação, Lisboa.
- SILVEIRA DA COSTA, M., 1984. Pinheiro Bravo e Pinheiro Manso. 1ª edição, Livraria Popular Francisco Franco LDA, Lisboa.
- SOKAL, R. R. & ROHLF, F. J. 1995. Biometry. 3<sup>rd</sup> edition, W. H. Freeman and Company, New York.
- ZHANG, Q. & PAIVA, M. R. 1998. Female calling behaviour and male response to the sex pheromone in *Thaumetopoea pityocampa* (Den & Schiff.) (Lep., Thaumetopoeidae). *J. Appl. Ent.* 122: 353-360.

## INSTRUMENTOS TÉCNICO-CIENTÍFICOS DE GESTÃO AMBIENTAL

**C. Borrego, J. M. Martins & M. Lopes**

Departamento de Ambiente e Ordenamento - Universidade de Aveiro

Borrego, C., Martins, J. M. & Lopes, M. (2000). Instrumentos técnico-científicos de gestão ambiental. *Revista Biol. (Lisboa)* **18**: 117-126.

Analisa-se quer os princípios básicos de definição de uma política de ambiente, quer os diferentes instrumentos disponíveis, do ponto de vista da sua formulação, objectivos, aceitação e aplicabilidade, benefícios e desvantagens. As medidas tecnológicas de controlo e gestão ambiental são abordadas tendo em conta a sua intervenção (passivas, reactivas ou correctivas e pró-activas) e integração com outras medidas de carácter legal ou de carácter executivo. Tendo em atenção as tendências actuais quanto à gestão ambiental, o estudo aborda com maior detalhe as tecnologias de fim-de-linha e os mecanismos de produção mais limpa.

Palavras chave: Gestão ambiental, tecnologias ambientais, instrumentos de política do ambiente.

Borrego, C., Martins, J. M. & Lopes, M. (2000). Instrumentos técnico-científicos de gestão ambiental. *Revista Biol. (Lisboa)* **18**: 117-126.

The work focuses on the analysis of technical and scientific instruments for environmental assessment. An analysis is done on the fundamental principles of an environmental policy, as well as on the different tools available from the point of view of formulation, goals, acceptability and applicability, advantages and disadvantages. Technical measures for control and management are assessed taking into account their form of implementation (passive, reactive/corrective and pro-active) and their integration with other measures of legal or executive character. Taking into account the present trends in what concerns environmental management, this study refers in more detail the end-of-pipe technologies and the mechanisms for cleaner production.

Key words: Environmental administration, environmental technologies, instruments of politics of the atmosphere.

## 1. EVOLUÇÃO HISTÓRICA DA GESTÃO AMBIENTAL

Desde o início da civilização humana que as actividades antropogénicas, desenvolvidas para garantir as necessidades das populações, causam efeitos directos ou indirectos no ambiente. O aumento demográfico e a concentração das populações em grandes centros urbanos têm vindo a acentuar de forma significativa estes efeitos, gerando em última análise impactos negativos, por vezes mesmo irreversíveis. O Homem, sendo o elemento último da cadeia alimentar e, por outro lado a espécie mais ubíqua, não escapa aos efeitos perniciosos da poluição, sendo afectado ao nível da saúde e da qualidade de vida.

Na antiguidade e durante muitos séculos, a baixa densidade populacional e as constantes migrações contribuíram para a diluição e dispersão das descargas para os meios naturais, que por si só tinham capacidade de autodepuração. Nessa etapa da história da humanidade vigorava, muito embora de forma inconsciente, uma filosofia passiva de gestão do ambiente, baseada no abandono dos ecossistemas após a sua utilização proveitosa acompanhada de movimentos migratórios. O desenvolvimento da agricultura e a especialização no trabalho permitiram o crescimento das populações e a sua fixação em aglomerados urbanos. A solução a curto prazo dos problemas ambientais passou a ter como base a diluição e dispersão para os meios ar e água, tendo por base a capacidade de assimilação e autodepuração destes e mais tarde, a concentração e deposição para os resíduos sólidos.

Com o advento da revolução industrial, a intensificação das actividades económicas, acompanhada da extracção intensiva de matérias-primas e das descargas poluentes para os meios receptores (ar, água e solo), intensificou as pressões sobre o ambiente e os recursos naturais. Nos anos 60 tornou-se óbvio que a estratégia de diluir e dispersar não era suficiente para as grandes instalações industriais, tendo-se desenvolvido uma filosofia de gestão ambiental reactiva, baseada em tratamentos de fim-de-linha. Neste contexto, foram desenvolvidos tecnologias e serviços vocacionados para a depuração de efluentes líquidos e gasosos. Muito embora esta não seja a solução dos problemas ambientais, visto que não elimina a poluição em si mas apenas promove a sua transferência de meio (do ar para as águas e destas para o solo), esta é sem dúvida a estratégia de gestão ambiental mais difundida e comumente utilizada.

Nas últimas duas décadas emergiram algumas ideias pró-activas de redução das emissões para o ambiente. Têm contribuído para esta nova corrente alguns factos, de que são exemplo os seguintes: (i) os elevados custos associados às tecnologias de fim-de-linha; (ii) a consagração na legislação dos vários países do princípio do poluidor-pagador; (iii) o reconhecimento da existência de externalidades negativas (danos causados a privados e ao ambiente e não contabilizados pelas actividades económicas) e da necessidade de as internalizar nos custos dos produtos e serviços; (iv) a necessidade de um desenvolvimento sustentável, que garanta uma igualdade de oportunidades e de qualidade de vida para as gerações futuras.

Reconhece-se actualmente que a mitigação da poluição passa pela sua prevenção e pelo recurso aos denominados mecanismos de produção mais limpa. Na figura 1 resume-se a evolução recente verificada nas tecnologias ambientais.

## 2. INSTRUMENTOS TECNOLÓGICOS DE GESTÃO AMBIENTAL

Podem-se considerar basicamente dois grandes grupos de instrumentos tecnológicos de gestão ambiental, cujas principais características estão resumidas no quadro 1, e que são os seguintes:

- As tecnologias de fim-de-linha: incluem o uso de técnicas e processos (químicos, físicos e biológicos) para o tratamento dos efluentes gasosos e líquidos e resíduos, que permitem a “solução” dos problemas de poluição a curto prazo. Muito embora estes sistemas permitam reduzir a toxicidade e o impacto no meio receptor, funcionam como sistemas de transferência de poluição entre os diferentes meios;
- Os mecanismos de produção mais limpa: o Programa Ambiental das Nações Unidas (UNEP) define este termo com sendo uma metodologia de produção conceptual e de procedimento que exige que todas as fases do ciclo de vida do produto sejam orientadas com o objectivo de prevenção e minimização de riscos para a saúde e para o ambiente, a curto e longo prazo.

### 2.1. Tecnologias de fim-de-linha

Tal como indicado no quadro 1, as tecnologias de fim-de-linha são específicas para cada meio receptor (ar, água, solo), não tendo em consideração os impactos colaterais noutros meios e recorrem a processos diferenciados para tratamento e depuração de gases, efluentes líquidos e resíduos.

#### Efluentes Gasosos

As tecnologias de depuração gasosa incluem os sistemas despoeiradores (destacando-se os ciclones, os filtros de mangas e os filtros electrostáticos) e os sistemas de depuração gasosa (lavadores de gases, incineração catalítica, adsorção, absorção, entre outros).

Quadro 1. Principais aspectos de distinção entre as tecnologias de fim-de-linha e os mecanismos de produção mais limpa.

Característica	Tecnologias de fim-de-linha	Mecanismos de produção mais limpa
Metodologia	Reactiva	Pró-activa
Âmbito	Caso a caso	Integrado
Solução	Específica para um meio receptor	Holística
Aspectos económicos	Custos acrescidos	Poupança económica
Engenharia	Estática	Dinâmica

Se por um lado os efluentes gasosos são o estágio último da tentativa de eliminação da poluição (queima de resíduos), simultaneamente os tratamentos de depuração gasosa geram inevitavelmente efluentes líquidos e resíduos sólidos (cinzas). Como é evidenciado, o tratamento de um tipo de poluição funciona como uma transferência de poluição para outro meio.

### Efluentes Líquidos

O tratamento de efluentes líquidos é efectuado nas denominadas Estações de Tratamento de Águas Residuais (ETAR's) que englobam um conjunto de órgãos de tratamento, cujos princípios subjacentes (físicos, químicos e/ou biológicos) são bastante variados e diferenciados, tendo em conta os diferentes tipos de efluente. Podem-se distinguir basicamente dois tipos de efluentes:

- Os que são susceptíveis de tratamento biológico, incluindo-se neste grupo os efluentes domésticos, e que se caracterizam por elevada carga orgânica;
- Os que não sendo biologicamente degradáveis são tratados com recurso a sistemas físico-químicos; incluem-se neste grupo a maior parte dos efluentes líquidos provenientes de indústrias extractiva e transformadora.

Os principais tipos de tratamento biológico incluem a degradação aeróbia com arejamento (lamas activadas, lagoas arejadas, leitos percoladores) e sem arejamento (lagoas aeróbias e lagoas facultativas) e a digestão anaeróbia (digestores anaeróbios, lagoas anaeróbias).

Os sistemas de tratamento físico-químicos incluem a gradagem, desarenação, desengorduramento, filtração, floculação-coagulação, flotação, oxidação-redução, neutralização, etc.

### Resíduos Sólidos

A gestão de resíduos sólidos compreende várias etapas sucessivas que podem incluir a recolha, triagem (separação por fracções), transferência, tratamento, e destino final (eliminação ou deposição). A triagem poderá ser efectuada antes da colecta se existir implementado um sistema de recolha selectiva das fracções recicláveis (papel, vidro, metais, plástico, etc.). Ao nível do tratamento/eliminação existem disponíveis várias soluções tecnológicas, sendo as principais:

- Reutilização: exequível se há uma recolha selectiva da fracção a reutilizar;
- Compostagem: adequada para a fracção orgânica, permitindo a sua valorização posterior como adubo;
- Reciclagem: contribui para a diminuição significativa do volume de resíduos a eliminar/depositar, além de permitir a sua valorização;
- Deposição: constitui o destino final dos resíduos, mesmo nas situações em que ocorra um tratamento, em que parte do resíduo não é aproveitada;
- Incineração: pode ser efectuada apenas para eliminação dos resíduos, com valorização energética; mesmo nos sistemas mais eficientes existe sempre uma fracção que não é eliminada (cinzas e escórias).

- Tratamento físico-químico: aplicado a alguns tipos específicos de resíduos de origem industrial, para reduzir a toxicidade e promover a estabilização.

## 2.2. Mecanismos de produção mais limpa

O esquema da figura 1 permite compreender as fases envolvidas nos mecanismos de produção mais limpa (realçando o papel dos instrumentos tecnológicos neste mecanismo), que pode ser conseguida recorrendo a: (i) eliminação ou redução a quantidade de resíduos produzida; (ii) utilização eficiente de energia e recursos; (iii) promoção de produtos e serviços ambientais; (iv) obtenção de menos desperdícios, menores custos e maiores proveitos.

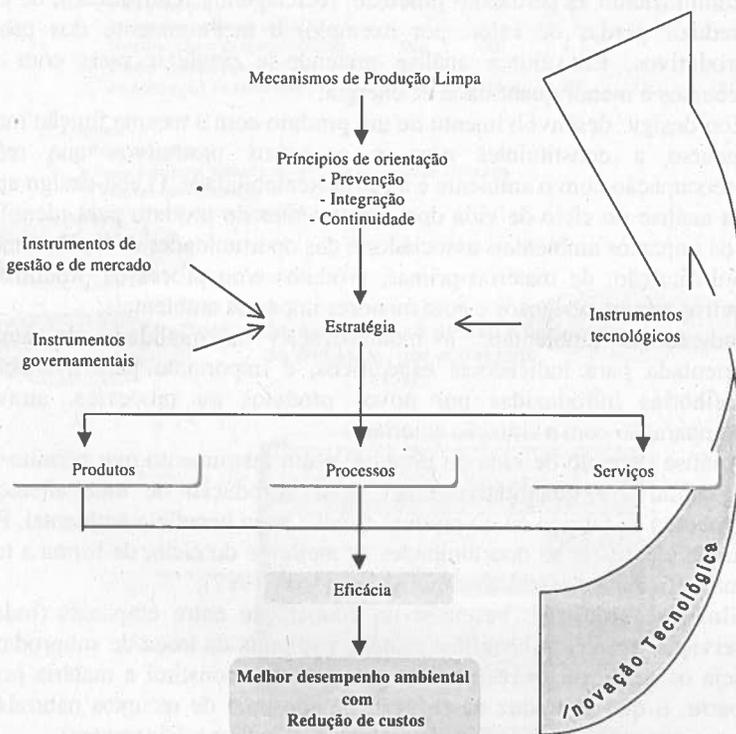


Figura 1 - Esquema de actuação dos mecanismos de produção mais limpa (adaptado de STRAHL & MEBRATU, 1997).

Os exemplos disponíveis de implementação do conceito de produção mais limpa mostram, de forma consistente, reduções significativas de desperdícios, emissões e custos. Muitos destes melhoramentos foram conseguidos recorrendo apenas a práticas de boa gestão caseira, como sejam a identificação e controlo de perdas ao nível dos diagramas de fabrico.

A produção mais limpa está intimamente ligada ao conceito de gestão total da qualidade e processos de certificação como sejam as ISO-9000, ISO-14000 e EMAS. O conceito de produção mais limpa está também subjacente à Directiva Comunitária sobre a Prevenção e o Controlo Integrado de Poluição (IPPC) através da utilização das melhores tecnologias disponíveis (MTD).

Os instrumentos tecnológicos utilizados na persecução do conceito de produção mais limpa incluem (EEA, 1997):

- Aumento da eficiência: melhor aproveitamento de matérias-primas (minimizando as perdas no processo, reciclagem e reutilização), de energia (reduzir perdas de calor, por exemplo) e melhoramento dos processos produtivos. Em última análise pretende-se produzir mais com menos recursos e menor quantidade de energia;
- Eco-design: desenvolvimento de um produto com a mesma função mas com recurso a constituintes e/ou a processos produtivos que reflectam preocupação com o ambiente e a sua sustentabilidade. O eco-design apoia-se da análise do ciclo de vida dos componentes do produto para identificação dos impactos ambientais associados e das oportunidades de melhoramento;
- Substituição: de matérias-primas, produtos e/ou processos produtivos por outros menos perigosos e com menores impactos ambientais;
- Indicadores ambientais: a monitorização da qualidade do ambiente, orientada para indicadores específicos, é importante para avaliação das melhorias introduzidas por novos produtos ou processos, através da comparação com a situação anterior;
- Análise do ciclo de vida do produto: é um instrumento que permite avaliar (qualitativa e quantitativamente) se a introdução de uma alteração no processo de fabrico ou no produto conduz a um benefício ambiental. Permite ainda identificar as oportunidades de melhoria do ciclo, de forma a torná-lo mais eficiente e sustentável (CIAMBRONE, 1997);
- Simbiose industrial: baseia-se na cooperação entre empresas (indústrias, serviços, etc.) com benefício mútuo, resultante da troca de subprodutos, ou seja os desperdícios/resíduos de um processo constitui a matéria prima de outro, o que se traduz na redução de consumo de recursos naturais e dos impactos ambientais (exemplo prático: Kalundborg, Dinamarca).

No quadro 2 e na figura 2 apresentam-se, respectivamente, os dados relativos aos investimentos efectuados pela administração pública portuguesa e pelo sector industrial, em gestão e protecção do ambiente (INE, 1997).

Quadro 2 – Despesas da Administração Pública em gestão e protecção do ambiente (INE, 1997)

Unidade: 10<sup>6</sup> Escudos

Domínios	Subsectores Institucionais				
	Total	Administrações Públicas			ISFL (a)
		Central	Regional	Local	
<b>Total</b>	155 838	53 017	3 928	98 197	696
Protecção da qualidade do ar e clima	3 100	3 091	-	9	-
Protecção do recurso água	61 373	13 095	1 021	47 257	-
Gestão dos resíduos	44 371	1 975	842	41 554	-
Protecção dos solos e águas subterrâneas	78	-	55	23	-
Protecção contra o ruído e vibrações	14	-	-	14	-
Protecção da biodiversidade e da paisagem	27 517	20 624	1 404	5 411	78
Protecção contra as radiações	-	-	-	-	-
Investigação e desenvolvimento	882	882	0	-	-
Outras actividades de protecção do ambiente	18 503	13 350	606	3 929	618

**Notas:**

- Resultado Nulo.

o Dado inferior a metade do módulo da unidade utilizada.

(\*) Valores consolidados.

(a) ISFL - Instituições Sem Fins Lucrativos

Tipos de investimento na gestão e protecção do ambiente, por actividade (1997)

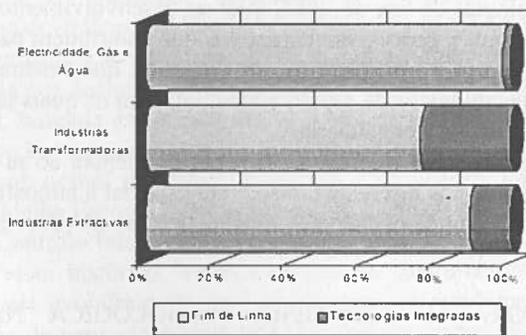


Figura 2 – Despesas do sector industrial em gestão e protecção do ambiente, por actividade e tipo de tecnologia (INE, 1997).

### 3. O PAPEL DA CIÊNCIA NA GESTÃO AMBIENTAL

Esta evolução do pensamento e de atitudes face ao ambiente enquadra-se no avanço do conhecimento científico, tendo permitido o estabelecimento da relação casuística entre a poluição e certos efeitos na saúde humana, que em situações graves podem inclusivamente resultar em aumento de mortalidade, nos seres vivos e nos ecossistemas em geral, facto que contribuiu significativamente para definição de estratégias de gestão ambiental.

A globalização, não apenas do ponto de vista económico, mas também dos problemas ambientais, de que são exemplos de destaque a depleção da camada de ozono, o efeito de estufa, a diminuição de biodiversidade e da disponibilidade de água potável, etc., têm contribuído para uma consciencialização crescente dos cidadãos, dos agentes económicos e dos decisores. A sociedade de informação com o seu papel de divulgação do conhecimento é reconhecidamente uma mais valia para esta consciência colectiva.

Para o desenvolvimento sustentável, a natureza deixou de ser só uma fonte inesgotável de recursos para as actividades económicas, mas um bem que tem de ser preservado, na sua disponibilidade e qualidade.

O contributo da ciência não se limita apenas ao aprofundar do conhecimento e ao aumento da compreensão dos mecanismos físicos, químicos e biológicos dos ecossistemas e, numa perspectiva mais holística do próprio sistema planetário. A ciência e a comunidade científica têm um importante papel de pressão e de impulsionador da mudança de atitudes e mentalidades bem como de esclarecimento dos cidadãos e decisores. No entanto, uma das suas funções mais importantes revela-se na engenharia, como actividade em que se encontra a solução técnica para remediação dos problemas, particularmente os associados a poluição.

A engenharia tem desempenhado de facto, um papel de relevo quer no que se refere às tecnologias de fim-de-linha, quer no desenvolvimento tecnologias mais limpas, de produtos e processos alternativos que contribuem para a prevenção da poluição. Na figura 3 apresenta-se um diagrama que resume a evolução dos instrumentos tecnológicos de gestão ambiental, para os quais teve um contributo importante a ciência e a engenharia.

Cabe aqui ainda, uma referência ao papel da ciência ao nível da modelação numérica, aplicada aos diferentes meios (em especial à atmosfera), que constitui um instrumento fundamental no diagnóstico e na previsão de impactos ambientais.

### 4. A INTEGRAÇÃO CIENTÍFICO-TECNOLÓGICA NAS POLÍTICAS AMBIENTAIS

A definição de uma política ambiental é fundamental para a gestão integrada dos recursos naturais e para a prevenção da poluição (BORREGO, 1991). A tipologia dos instrumentos de política do ambiente utilizados permite traçar as linhas de orientação e o modo mais ou menos eco-eficiente como se atingem os

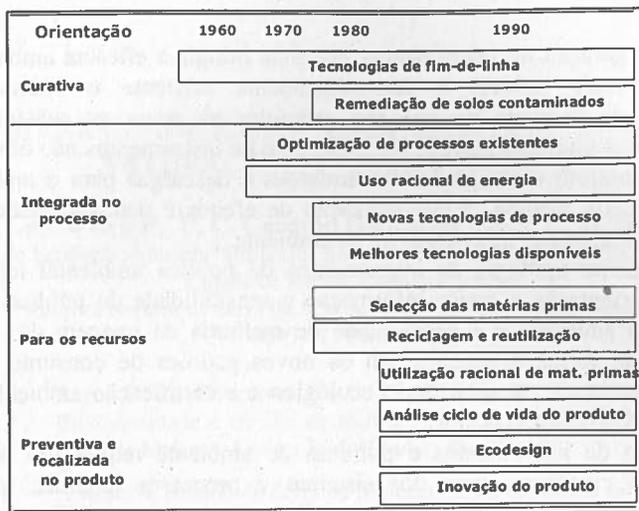


Figura 3 - Evolução das tecnologias ambientais (segundo De Jonghe em EEA 1997)

objectivos ambientais definidos. O recurso aos instrumentos adequados permitirá um desenvolvimento que não seja um entrave ao crescimento económico mas que pelo contrário, promova a competitividade e crie oportunidades de negócio e novos mercados.

Apesar dos avanços significativos verificados nas décadas de 80 e 90, a política de ambiente em Portugal está ainda pouco desenvolvida, devido em grande parte ao estado actual da qualidade do ambiente, de um modo geral aceitável e melhor que noutros países europeus. No entanto, a constatação da crescente degradação ambiental associada às pressões exercidas pelas actividades humanas (tráfego, indústria, agricultura, urbanismo, etc.), aliada à crescente consciencialização e informação do cidadão comum para os problemas ambientais, suscita nos decisores a necessidade de desenvolver uma política mais exigente e eficaz, baseada em princípios de orientação como sejam integração, precaução, prevenção, capacidade de implementação, equidade e democracia.

De facto, alguns destes princípios aparecem consignados na recentemente normalização da União Europeia, como é exemplo a Directiva Comunitária sobre a Prevenção e o Controlo Integrado de Poluição (IPPC).

Do ponto de vista histórico, verifica-se que os instrumentos de apoio às políticas ambientais evoluíram de uma abordagem de regulamentação directa para uma filosofia de mercado e mais recentemente de informação (SANTOS e ANTUNES, 1999). Os instrumentos de primeira geração baseiam-se no comando e controlo e incluem normas de emissão e descarga, cotas de emissão, licenças de descarga, normas tecnológicas, etc.

A segunda geração de instrumentos pretende atingir a eficácia ambiental de uma forma mais flexível e economicamente eficiente e baseia-se em instrumentos de mercado de que são exemplos as taxas, os subsídios, as licenças/direitos transaccionáveis, etc.. Este tipo de instrumentos não obriga mas incentiva o controlo e mitigação das emissões e descargas para o ambiente e permite, em certa medida, a internalização de efeitos e danos causados pelos agentes económicos aos indivíduos ou ao ambiente.

A mais recente tipologia de instrumentos de política ambiental tem como filosofia de orientação a maior informação e sensibilidade do público para os problemas do ambiente e a necessidade de melhoria de imagem dos agentes económicos de forma a satisfazerem os novos padrões de consumo. Assim, surgem instrumentos como o rótulo ecológico e a certificação ambiental (ISO 14000, EMAS) (WELCH, 1998).

A definição de instrumentos e políticas de ambiente requer um profundo conhecimento científico, quer dos sistemas e processos naturais, quer das actividades humanas que neles interferem. O conhecimento científico é também a base do desenvolvimento tecnológico desejável para a persecução dos objectivos de qualidade definidos e/ou pretendidos para o bem-estar das populações e das gerações futuras.

#### AGRADECIMENTOS

Os autores agradecem o apoio da Fundação para a Ciência e Tecnologia (bolsa de doutoramento), da Direcção Geral do Ambiente e do Programa PRAXIS XXI.

#### REFERÊNCIAS

- BORREGO, C. (1991) - The lagoon of Aveiro: an environmental pollution control strategy. Proceedings of *Int. Conf. on Environmental Pollution*, edited by B. Nath. - Geneva: Interscience Enterprises. Vol. 2, p. 536-544: il.
- CIAMBRONE, DAVID F. (1997) - Environmental life cycle analysis. Boca Raton (FL): CRC Press.
- EEA - European Environmental Agency (1997) - Cleaner Production, a guide to information sources. <http://service.eea.eu.int/enviowindows/manconc.html>.
- INE (Instituto Nacional de Estatística) (1997) - Indicadores Estatísticos Gerais, Território e Ambiente, <http://www.ine.pt/prodserv/area11/dambap.html>.
- SANTOS, R. E ANTUNES, P. (1999) - Instrumentos económicos de política de ambiente. Colóquio *Ambiente, Economia e Sociedade*, 15 de Março, Fundação Calouste Gulbenkian, Lisboa.
- WELCH, THOMAS E. (1998) - Moving beyond environmental compliance: a handbook for integrating pollution prevention with ISO 14000. Boca Raton (FL): CRC Press.

## BIODIVERSIDADE E GESTÃO DE *HABITATS* NA RESERVA NATURAL DA SERRA DA MALCATA

F. Castro Rego\*, P. C. Cardoso Gonçalves\*\* & S. C. da Silveira\*\*

\*Centro de Ecologia Aplicada "Professor Baeta Neves", Instituto Superior de Agronomia, Tapada da Ajuda, 1349-018 Lisboa

\*\*Reserva Natural da Serra da Malcata, Rua dos Bombeiros Voluntários, 6090-571 Penamacor

Rego, F. C., Gonçalves, P. C. C., Silveira, S. C. (2000). Biodiversidade e Gestão de *Habitats* na Reserva Natural da Serra da Malcata. *Revista Biol. (Lisboa)* **18**: 127-137.

A Reserva Natural da Serra da Malcata (RNSM) alberga uma grande variedade de comunidades vegetais - desde azinhais na zona Sul até bosques de carvalho negral a Norte - resultado do contacto entre as sub-provincias luso-extremadurenses mesomediterrânica e a carpetano-ibérico-leonesa supramediterrânica, bem como da acção antrópica milenar.

Esta riqueza de biótopos resultou na instalação, em 1991, de dois estudos sobre sucessão natural que visam acompanhar a dinâmica da vegetação não intervencionada e a gerida com fogo e corte.

O presente trabalho alicerça-se nestes dados por forma a avaliar a evolução da biodiversidade nas diferentes comunidades arbustivas para os diversos ensaios, sendo a sua quantificação efectuada através dos Valores de Hill.

Os resultados (1) salientam as respostas diversas das comunidades quanto ao tipo e intensidade da perturbação; (2) realçam a importância do fogo controlado como forma de fomentar o estrato herbáceo e, conseqüentemente, aumentar a disponibilidade alimentar em zonas onde dominam as formações arbustivas envelhecidas.

Palavras chave: Biodiversidade, sucessão, fogo, corte, Malcata.

Rego, F. C., Gonçalves, P. C. C., Silveira, S. C.B. (2000). Biodiversity and Management of *Habitats* at Serra da Malcata Nature Reserve. *Revista Biol. (Lisboa)* **18**: 127-137.

Serra da Malcata Nature Reserve has a great variety of plant communities - from holm-oak woodlands in the South to Pyrenean oak forests in the North - resultant from the contact

between the Mesomediterranean Portuguese-Extremaduran and Supramediterranean Carpetan-Iberian-Leonese sub-provinces as well as the centuries-old human activities.

This habitat richness led to the installation of two experimental projects on natural succession in 1991 that aim to study plant dynamics in undisturbed vegetation and in vegetation managed by fire and cutting.

These data are used to assess the variation of biodiversity over time for the different shrub communities and trials by quantifying Hill's Diversity Numbers.

The results (1) indicate that the type and intensity of the disturbance provoke different responses in the communities; (2) point out the importance of prescribed burning as a means of stimulating the growth of the herbaceous stratum and thus increase feed in areas where old shrub formations dominate.

Key words: Biodiversity, succession, fire, cutting, Malcata.

## INTRODUÇÃO

A Reserva Natural da Serra da Malcata (RNSM), da qual se destacam os bosquetes de *Quercus rotundifolia* (azinho), a Sul, as manchas de *Quercus pyrenaica* (carvalho negral ou carvalho pardo das Beiras), no Centro e Norte e as galerias ripícolas dos Rios Côa e Bazágueda e Ribeira da Meimosa à base de *Alnus glutinosa* (amieiro) e *Fraxinus angustifolia* (freixo), apresenta uma elevada diversidade paisagística como aliás ficou reconhecido em trabalhos anteriores (LOUSÃ *et al.*, 1986, 1988a, 1988b, 1988c, 1992; PINTO-GOMES *et al.*, 1999).

São, todavia, as grandes extensões de vegetação arbustiva de estrutura e composição florística variáveis que cobrem cerca de metade da sua área (LOUSÃ *et al.*, 1988a; CALDEIRA *et al.*, 1998): comunidades de *Cistus ladanifer* (esteva) e *Erica umbellata* (queiró) nas altitudes mais baixas da zona Centro-Sul; comunidades de *Chamaespartium tridentatum* (carqueja) e *Erica australis* (urze vermelha) nas cotas superiores da parte Central; comunidades de *Cytisus striatus* (giesteira das serras) e *Cytisus multiflorus* (giesteira branca) a Norte.

Esta riqueza resulta do contacto entre os bioclimas meso e supramediterrânico e os seus diferentes ombro e termotipos, as variações edáficas existentes e as várias actividades humanas praticadas ao longo dos séculos (CATARINO, 1980; LOUSÃ *et al.*, 1986; PINTO-GOMES *et al.*, 1999).

A concentração de um número tão elevado de biótopos nesta Área Protegida, associada à necessidade de intervir correctamente nos mesmos por forma a fomentar a conservação dos valores naturais em presença, levaram à instalação, em 1991, de dois projectos experimentais denominados "Dinâmica Natural da Vegetação" e "Manejo e Gestão de *Habitats* Naturais" que visam, respectivamente, acompanhar a sucessão em vegetação que não foi intervencio-

nada em anos recentes (modalidade designada por "Dinâmica Natural") e estudar o efeito do "Fogo de Verão", "Fogo Controlado" de Primavera e de Outono e "Corte Raso" na sua evolução (REGO *et al.*, 1994).

Recorrendo aos dados recolhidos no âmbito destes projectos, o presente trabalho tem como objectivo estudar a variação da diversidade biológica das plantas vasculares ao longo do tempo nas diferentes comunidades arbustivas para os diversos ensaios, sendo a sua quantificação efectuada através dos Valores de Hill (LUDWIG & REYNOLDS, 1988).

### ÁREA EM ESTUDO

A Reserva Natural da Serra da Malcata, criada pelo Decreto-Lei 294/81 de 16 de Outubro, estende-se pelas freguesias de Penamacor, Meimoa e Meimão - Concelho de Penamacor - e Malcata, Quadrazais, Vale de Espinho e Fóios - Concelho do Sabugal.

A topografia dos cerca de 16 348 hectares é muito típica: observam-se conjuntos de montes de cumes arredondados e vertentes íngremes e inúmeras linhas de água repartidas pelas bacias do Rio Côa, fronteira Norte da Área Protegida, da Ribeira da Meimoa e do Rio Bazágueda, respectivamente localizadas no centro e Sul.

A Reserva assenta sobre uma mancha do complexo xisto-grauváquico e séries metamórficas derivadas, apresentando o solo características esqueléticas em grande parte da área, com excepção de algumas baixas aluvionares no município de Penamacor e os locais menos declivosos do Concelho do Sabugal.

O clima torna-se mais quente e seco no sentido Norte-Sul, principalmente devido à diminuição da latitude e altitude, variando a precipitação e a temperatura média, respectivamente, entre os 850 e 1400 mm e os 10 e 14°C (ALBUQUERQUE, 1978 *in* LOUSÃ *et al.*, 1986).

### METODOLOGIA

Para este trabalho seleccionaram-se os quarenta e quatro transectos instalados nas comunidades arbustivas mais representativas da Área Protegida, concretamente as dominadas por: *Cistus ladanifer*, *Erica umbellata*, *Chamaespartium tridentatum*, *Erica australis*, *Cytisus multiflorus* e *Cytisus striatus*. Estas parcelas, de forma rectangular e 10m<sup>2</sup> de área (REGO *et al.*, 1994), distribuem-se pelas diversas comunidades e ensaios ("Dinâmica Natural" - DN; "Fogo de Verão" - FV; "Fogo Controlado de Primavera" - FCP; "Fogo Controlado de Outono" - FCO; "Corte Raso" - CR) da seguinte forma:

Comunidade com dominância de:	Ensaio e Número de Transectos Correspondentes				
	Dinâmica Natural	Fogo de Verão	Fogo Controlado de Primavera	Fogo Controlado de Outono	Corte Raso
<i>Cistus ladanifer</i>	3	1	1	1	3
<i>Erica umbellata</i>	3	-	1	1	3
<i>Chamaespartium tridentatum</i>	5	2	1	1	2
<i>Erica australis</i>	4	2	1	1	2
<i>Cytisus multiflorus</i>	2	2	-	-	-
<i>Cytisus striatus</i>	4	2	-	-	-

Grande parte dos transectos foram inventariados nos primeiros dois anos após a sua instalação no terreno; para os levantamentos posteriores o intervalo entre registos foi menor nas parcelas pertencentes ao projecto experimental "Manejo e Gestão de *Habitats Naturais*".

Três transectos do projecto experimental "Dinâmica Natural da Vegetação" arderam na época estival, tendo os levantamentos efectuados *a posteriori* sido englobados na modalidade "Fogo de Verão".

Determinou-se a área ocupada por cada espécie vascular a partir do micro-mapeamento (cartografia exacta da distribuição das espécies na parcela (KNAPP, 1974)) do estrato arbustivo e do registo do grau de abundância-dominância, segundo a escala de BRAUN-BLANQUET (1932), das espécies do estrato herbáceo.

Estes dados foram utilizados para calcular, em cada ano de inventariação, para cada comunidade e tipo de ensaio, os seguintes indicadores (LUDWIG & REYNOLDS, 1988):

I - Índice de Riqueza Específica ( $S$ ) que corresponde ao número médio de espécies.

II - Índice de Shannon ( $H'$ ) que corresponde ao grau médio de "incerteza" em prever a que espécie um indivíduo escolhido ao acaso entre  $S$  taxa e  $N$  indivíduos pertencerá. Este valor aumenta com o número de espécies e com a aproximação da distribuição dos indivíduos das mesmas.

Assim  $H'$  apresenta duas características:

- $H' = 0$  se e só se existir uma espécie por levantamento;
- $H'$  apresenta o valor máximo quando todas as  $S$  espécies têm o mesmo número de indivíduos.

Utilizou-se a fórmula:

$$H' = -\sum_{i=1}^S (p_i \ln p_i)$$

em que  $pi = ni/n$ ,  $ni$  = número de indivíduos da espécie  $i$  e  $n$  = número total de indivíduos na amostra.

III – Índice de Simpson ( $\lambda$ ) que varia entre 0 e 1 e indica a probabilidade de dois indivíduos, aleatoriamente escolhidos numa população, pertencerem a uma mesma espécie. Se a probabilidade de ambos os indivíduos pertencerem ao mesmo *taxon* for elevada, então a diversidade da amostra é reduzida.

Utilizou-se a expressão matemática:

$$\lambda = \sum_{i=1}^s [ni(ni-1)]/[n(n-1)]$$

uma vez que se inventariam populações infinitas onde é impossível contabilizar todos os indivíduos.

Estes índices foram utilizados para determinar os Valores de Hill (LUDWIG & REYNOLDS, 1988) que traduzem o número efectivo de espécies presentes na amostra, reflectindo o grau de distribuição das abundâncias proporcionais entre espécies. Assim:

- $N0 = S$  corresponde ao número médio de espécies;
- $N1 = e^H$  corresponde ao número médio de espécies abundantes;
- $N2 = 1/\lambda$  corresponde ao número médio de espécies muito abundantes.

Para os dados do ensaio “Dinâmica Natural” calculou-se o logaritmo natural do valor médio dos Valores de Hill para cada comunidade.

Para as modalidades “Fogo Controlado” de Primavera e de Outono determinou-se o valor médio de  $N1$  de três classes de idade - 1, 2 e 3 a 7 anos - para cada comunidade.

Por outro lado, os ensaios “Dinâmica Natural”, “Fogo de Verão” e “Corte Raso” foram considerados conjuntamente, apresentando-se a média dos seus valores de  $N1$  para quatro classes de idade - 1 a 2, 3 a 4, 5 a 10 e 11 a 23 anos - para cada comunidade.

Esta opção justifica-se pelo maior impacte provocado pelo “Fogo de Verão” e “Corte Raso” na vegetação comparativamente ao “Fogo Controlado”; estas perturbações são igualmente mais frequentes, devendo os dados correspondentes ao ensaio “Dinâmica Natural” resultar de intervenções semelhantes.

## RESULTADOS E DISCUSSÃO

Da análise dos resultados, apresentados nas figuras 1 a 5, salienta-se:

- maior riqueza específica nas comunidades de *Cytisus multiflorus*, *Cytisus striatus* e *Chamaespartium tridentatum* (figura 1) localizadas, respectivamente, no Norte e Centro da Área Protegida, de cotas mais elevadas (MEIRELES, 1999), possivelmente associada às condições climáticas de

maior frescura e humidade. Segundo PINTO-GOMES *et al.* (1999) a primeira e terceira comunidade correspondem a etapas primocolonizadoras da floresta supramediterrânica de *Holco mollis-Quercetum pyrenaicae* e a segunda comunidade à primeira etapa de degradação desta vegetação clímax.

- as comunidades com valores de N0 mais baixos (figura 1) são típicas da região Centro-Sul, situada no piso bioclimático mesomediterrânico onde dominam os solos incipientes (MEIRELES, 1999). As comunidades de *Cistus ladanifer* e *Erica umbellata* constituem estados de avançada degradação do sobreirral de *Sanguisorbo hybridae-Quercetum suberis*; por outro lado as comunidades dominadas por *Erica* spp. representam etapas seriais do carvalhal de *Arbuto unedonis-Quercetum pyrenaicae* (PINTO-GOMES *et al.*, 1999).
- a maior diferença entre os valores de N0 e os restantes Valores de Hill nas etapas seriais da associação supramediterrânica de *Quercus pyrenaica* (figura 1), justifica-se pela maior fitodiversidade encontrada ao nível do estrato herbáceo.
- oscilação máxima nos valores de N1 da comunidade de *Cytisus multiflorus*, apresentando estes um decréscimo acentuado nos primeiros dez anos, seguido de um acréscimo nos treze anos seguintes (figura 2).
- observação de menor variação nas comunidades dominadas por espécies do género *Erica* (figura 3).
- tendência geral decrescente nos taxa abundantes das comunidades de *Cytisus striatus*, *Chamaespartium tridentatum* e *Cistus ladanifer* (figuras 2 e 3).
- presença superior de espécies abundantes nos dois primeiros anos nas comunidades de *Chamaespartium tridentatum* e *Cistus ladanifer* na modalidade “Fogo Controlado de Outono” comparativamente à de Primavera (figuras 4 e 5).
- maior número de espécies abundantes no primeiro ano na comunidade de *Erica umbellata*, onde mais de metade do elenco florístico é composto por espécies lenhosas, na modalidade “Fogo Controlado de Primavera” comparativamente à de Outono (figura 5). Apesar de não se ter o primeiro valor correspondente para a comunidade de *Erica australis* (figura 4), sugere-se que o comportamento seja semelhante ao observado para *Erica umbellata* devido à relação similar observada entre os dois estratos.
- obtenção de valores de N1 máximos geralmente no primeiro e segundo ano após a intervenção, respectivamente, para “Fogo Controlado de Primavera” e de Outono (figuras 4 e 5).

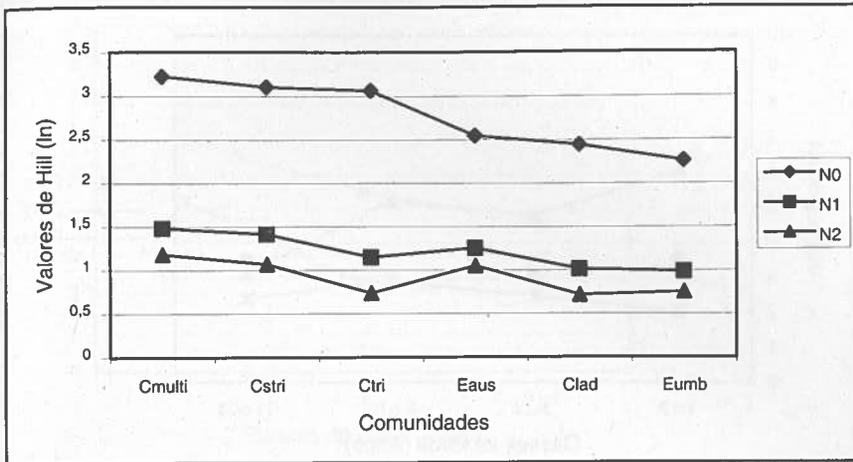


Figura 1 - Logaritmo natural do valor médio dos Valores de Hill (N0, N1 e N2) para cada comunidade (Cmulti - *Cytisus multiflorus*; Cstri - *Cytisus striatus*; Ctri - *Chamaespartium tridentatum*; Eaus - *Erica australis*; Clad - *Cistus ladanifer*; Eumb - *Erica umbellata*).

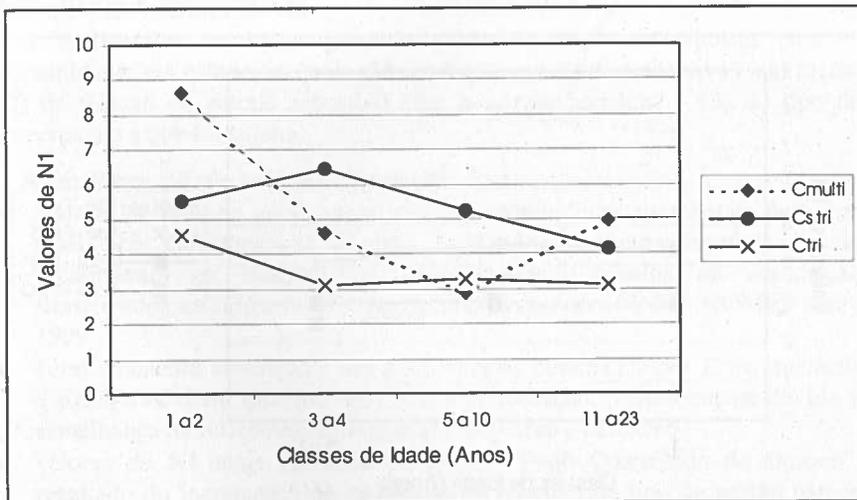


Figura 2 - Valores médios de N1 dos ensaios “Dinâmica Natural”, “Fogo de Verão” e “Corte Raso” por classes de idade (em anos) para as comunidades de *Cytisus multiflorus* (Cmulti), *Cytisus striatus* (Cstri) e *Chamaespartium tridentatum* (Ctri).

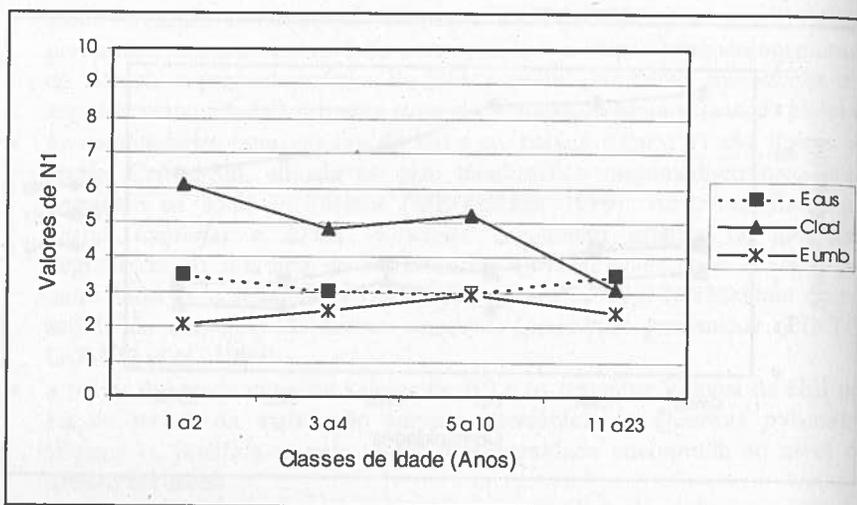


Figura 3 - Valores médios de N1 dos ensaios "Dinâmica Natural", "Fogo de Verão" e "Corte Raso" por classes de idade (em anos) para as comunidades de *Erica australis* (Eaus), *Cistus ladanifer* (Clad) e *Erica umbellata* (Eumb).

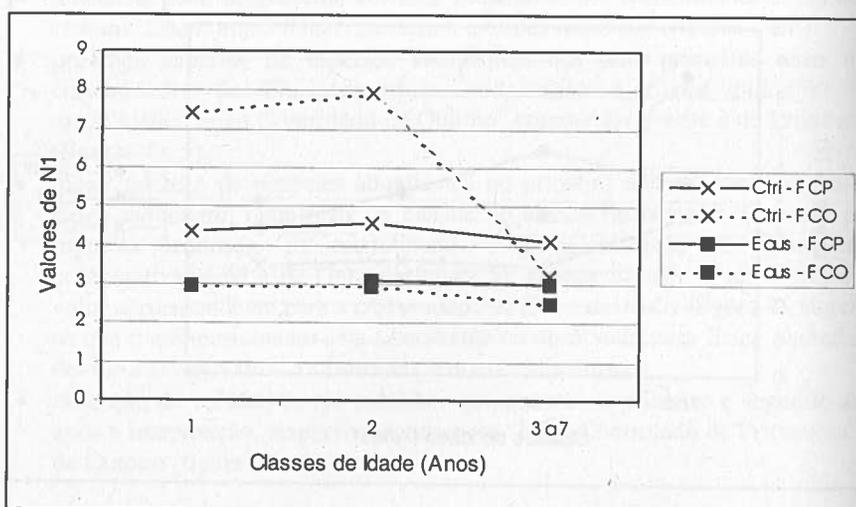


Figura 4 - Valores médios de N1 dos ensaios "Fogo Controlado" de Primavera (FCP) e Outono (FCO) por classes de idade (em anos) para as comunidades de *Chamaespartium tridentatum* (Ctri) e *Erica australis* (Eaus).

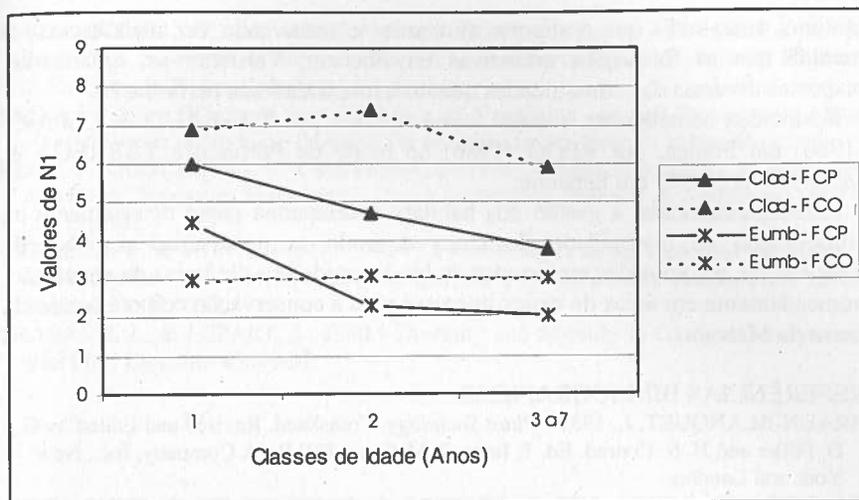


Figura 5 - Valores médios de N1 dos ensaios “Fogo Controlado” de Primavera (FCP) e Outono (FCO) por classes de idade (em anos) para as comunidades de *Cistus ladanifer* (Clad) e *Erica umbellata* (Eumb).

### CONSIDERAÇÕES FINAIS

A análise dos resultados permitiu evidenciar diversas respostas para as comunidades em estudo, as quais são consequência (1) da respectiva localização, (2) da relação do estrato arbustivo com o estrato herbáceo e (3) do tipo de intervenção a que foi sujeita.

Além destes, são de salientar alguns aspectos:

- Valores de H<sub>ill</sub>, no geral, superiores nas comunidades com estrato herbáceo mais rico, características do piso bioclimático supramediterrânico, onde predominam os bosques de carvalho-negral filiados na associação fitossociológica *Holco mollis-Quercetum pyrenaicae* (PINTO-GOMES *et al.*, 1999).
- comportamento semelhante nas comunidades dominadas por *Erica australis* e *Erica umbellata* qualquer que seja a perturbação, possivelmente devido à semelhança na relação entre os estratos arbustivo e herbáceo.
- valores de N1 mais elevados no ensaio “Fogo Controlado de Outono”, resultado do incremento do estrato herbáceo que este tipo de gestão parece fomentar, em oposição ao “Fogo Controlado de Primavera” que privilegia o estrato arbustivo.

Realça-se assim, do ponto de vista da preservação dos recursos faunísticos, a importância do Fogo Controlado, especialmente quando a técnica é aplicada no

Outono, tanto mais que o suporte alimentar se torna cada vez mais escasso à medida que as formações arbustivas envelhecem. Verificam-se, igualmente, respostas diversas das comunidades quanto à intensidade da perturbação.

Resultados semelhantes a estes foram obtidos por TRABAUD & LEPART (1980) em França, por REGO (1986) no Norte de Portugal e TÁRREGA & MONTERO (1990) em Espanha.

Consequentemente, a gestão dos habitats desempenha papel determinante na conservação da diversidade florística devendo as necessárias decisões de intervenção, ser apoiadas em estudos de biodiversidade e dinâmica da vegetação, nomeadamente em áreas de maior interesse para a conservação como é o caso da Serra da Malcata.

#### REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- BRAUN-BLANQUET, J., 1932 - *Plant Sociology*. Translated. Revised and Edited by G. D. Fuller and H. S. Conrad. Ed. 1, Impr. 2, McGraw-Hill Book Company, Inc., New York and London.
- CALDEIRA, R., GONÇALVES, P., SILVEIRA, S., PINTO GOMES, C., FERNANDES, P., DRAPPER, D., ROSSELLÓ, A., GOMES, C., FREITAS, H. & PAIVA, J., 1998 - Análise da Estrutura da Paisagem da Reserva Natural da Serra da Malcata. 3º Encontro Nacional de Ecologia, Faro.
- CATARINO, F., 1980 - A Vegetação da Serra da Malcata: Seu Interesse Específico e Problemas de Conservação. *Bios*, 21: 5/9.
- KNAPP, R., 1974 - Vegetation Dynamics. *Handbook of Vegetation Science*. Part VIII. Dr. W. Junk b.v. Publishers, The Hague.
- LOUSÃ, M. F., ROSA, M. L. & LUZ, J. P., 1986 - Estudo e Cartografia da Vegetação da Reserva Natural da Serra da Malcata. (Relatório de Progresso). Departamento de Botânica do I.S.A. e E.S.A.C.B., Lisboa (Ciclost.).
- LOUSÃ, M. F., ROSA, M. L. & LUZ, J. P., 1988a - Serra da Malcata - Vegetação e Cartografia. (1º Relatório de Progresso). Departamento de Botânica do I.S.A. e E.S.A.C.B., Lisboa (Ciclost.).
- LOUSÃ, M. F., ROSA, M. L. & LUZ, J. P., 1988b - Serra da Malcata - Vegetação e Cartografia. (2º Relatório de Progresso). Departamento de Botânica do I.S.A. e E.S.A.C.B., Lisboa (Ciclost.).
- LOUSÃ, M. F., ROSA, M. L. & LUZ, J. P., 1988c - Serra da Malcata - Vegetação e Cartografia. (Relatório do 1º Ano de Actividades). Departamento de Botânica do I.S.A. e E.S.A.C.B., Lisboa (Ciclost.).
- LOUSÃ, M. F., ESPÍRITO SANTO, M. D., ROSA, M. L. & LUZ, J. P., 1992 - Serra da Malcata - Vegetação e Cartografia. (Relatório Final). Departamento de Botânica do I.S.A. e E.S.A.C.B., Lisboa (Ciclost.).
- LUDWIG, J. A. & REYNOLDS, J. F., 1988 - *Statistical Ecology: A Primer on Methods and Computing*. John Wiley & Sons, Inc., U.S.A.
- MARQUES, L., 1991 - O Uso do Fogo Controlado nos Ecossistemas da Serra da Malcata. Relatório do Trabalho de Fim de Curso de Produção Florestal, E.S.A.C.B.
- MEIRELES, C., 1999 - Reserva Natural da Serra da Malcata: Contribuição para o Estudo da Regeneração Natural de *Quercus suber*, *Quercus rotundifolia* e *Quercus pyrenaica* nas Principais Comunidades Vegetais. Relatório de Estágio, Curso de Biologia, Universidade de Évora.

- PINTO GOMES, C., ALVAREZ, M. L., GONÇALVES, P., CALDEIRA R. & SILVEIRA, S., 1999 - As Séries de Vegetação da Reserva Natural da Serra da Malcata. 2º Encontro de Fitossociologia ALFA, Lisboa.
- REGO, F. 1986 - Effects of Prescribed Fire on Vegetation and Soil Properties in *Pinus pinaster* forests of Northern Portugal. Ph. D. Dissertation, Univ. of Idaho, Moscow.
- REGO, F., GONÇALVES, P. & SILVEIRA, S., 1994 - Estudo da Dinâmica da Vegetação Através de Transectos Permanentes. *Anais do Instituto Superior de Agronomia*, XLIV (2): 531-547.
- TÁRREGA, R. & MONTERO, G., 1990 - La Problemática de los Incendios Forestales y su Incidência sobre los Robledales de *Quercus pyrenaica* en la Provincia de León. *Ecologia*, 1: 223-237.
- TRABAUD, L. & LEPART, J., 1980 - Diversity and Stability in Garrigue Ecosystems after Fire. *Vegetatio* 43: 49-57.

## AN ECOHYDROLOGIC STUDY OF THE GUADIANA ESTUARY (SOUTH PORTUGAL)

M. A. Chícharo, L. M. Chícharo, H. Galvão, A. Barbosa, M. H. Marques,  
J. P. Andrade, E. Esteves, I. Gouveia & C. Miguel

Unidade de Ciências e Tecnologias dos Recursos Aquáticos, CCMAR, CIMA,  
Universidade do Algarve, Campus de Gambelas, 8000 Faro

Chícharo, M. A., Chícharo, L. M., Galvão, H., Barbosa, A., Marques, M. H., Andrade, J. P., Esteves, E., Gouveia, I. & Miguel, C. (2000). An ecohydrologic study of the Guadiana estuary (South Portugal). *Revista Biol. (Lisboa)* 18: 139-156.

Ecohydrology is considered a tool for sustainable management of aquatic resources. This is the basis of a study on the Guadiana Estuary carried out within the Fifth Phase of UNESCO's International Hydrological Programme. The construction of the Alqueva dam in the near future will pose problems for water quantity and quality in the Guadiana Estuary. The aims of this study were to monitor basic hydrological and ecological characteristics of the Guadiana Estuary before the construction of the Alqueva dam (1996-1998). This was carried out to determine how environmental factors affect the aquatic biota. The results of available information on the subcatchments of the estuary (including urban, agricultural, forested areas and pollution point sources, both domestic and industrial) were integrated into a geographic information system (GIS)-based software program. Mean monthly river flow varied markedly on a seasonal and yearly basis. The N/P ratios indicate some limitation by phosphorus, except for the end of summer, when nitrogen limitation appeared. During this period, cyanobacterial blooms usually occur in the upper/middle estuary. The fish larval life cycle phase, especially sensitive to environmental alterations, was in a good ecophysiological condition with high RNA/DNA ratios. It was concluded that the estuary subcatchment basin is under low anthropogenic pressure and the aquatic *biota* characteristics seem to indicate a general good water quality.

Key words: Ecohydrology, phytoplankton, zooplankton, larval condition, estuary.

Chícharo, M. A., Chícharo, L. M., Galvão, H., Barbosa, A., Marques, M. H., Andrade, J. P., Esteves, E., Gouveia, I. & Miguel, C. (2000). Um estudo ecohidrológico do estuário do Guadiana (Sul de Portugal). *Revista Biol. (Lisboa)* 18: 139-156.

A ecohidrologia é considerada um instrumento para a gestão sustentada dos recursos aquáticos. Este é o objectivo do projecto da UNESCO integrado na 5ª fase do Programa Hidrológico Internacional. A finalização da barragem de Alqueva colocará problemas de quantidade e qualidade de água no estuário. Neste sentido o presente trabalho pretende: monitorizar características hidrológicas e ecológicas básicas antes da construção da barragem (1996-1998) e analisar quais os factores ambientais que mais influenciam o *biota* aquático no Guadiana. Os resultados mostram a integração da informação disponível sobre o uso do solo nas zonas adjacentes ao estuário (áreas urbanas, vegetação natural, áreas agrícolas, fontes de poluição industrial e urbano). O caudal do Rio varia de forma acentuada quer sazonalmente quer anualmente. A razão N/P indicou alguma limitação por fósforo, excepto durante o fim do Verão, onde ocorre limitação por azoto. Neste período no estuário alto/médio ocorreram usualmente *blooms* de cianobactérias. A razão RNA/DNA revelou que as larvas de peixe, fase especialmente sensível a alterações ambientais, se encontravam com elevada condição fisiológica. As conclusões deste trabalho indicam uma baixa pressão o *biota* aquático do estuário do rio Guadiana, quando o fluxo de água doce para o estuário for reduzido.

Palavras chave: Ecohidrologia, fitoplâncton, zooplâncton, condição larvar, estuário.

Ecohydrology is defined as the science of relating hydrological processes to the biological dynamics of ecosystems over varied spatial and temporal scales. This is the subject of a UNESCO project within the framework of the Fifth Phase of its International Hydrological Programme. Support is organised through the UNESCO Venice Office – Regional Office for Science and Technology for Europe (UVO-ROSTE) and the United Nations Development Programme (UNDP). Ecohydrology is considered a useful tool for aiding sustainable management of freshwater resources (ZALEWSKI *et al.*, 1997). Evaluation of how and to what extent biological processes might modify the flow of water, nutrients, sediments, and pollutants in aquatic ecosystems and the surrounding landscape is a logical further step in the development of the sciences of hydrology and ecology (ZALEWSKI, 1995; SCHIEMER *et al.*, 1995). Integration of the dynamics of the three components, catchment, water and biota

into a (conceptual) "super-organism" determines the management target: the maintenance of the organism's homeostatic equilibrium, as measured by indices of biodiversity, water quality and quantity (ZALEWSKI *et al.*, 1997).

The construction of the Alqueva dam will pose problems for maintenance of water quantity and quality in the Guadiana Estuary. Extensive development of the Guadiana Estuary basin over the last century has already resulted in significant alteration of river flow regimes and increased discharges of inorganic and organic contaminants to it. Alterations to natural cycles have major implications for aquatic communities, including planktonic organisms. The retention of these organisms within estuaries is needed for the maintenance of such populations. Net seaward flow in estuaries often poses a retention problem for endemic zooplankton populations, although their continuous existence, albeit of limited spatial extent, provides evidence that they can successfully resist displacement forces. Particle trapping processes in estuaries at the estuarine turbidity maximum (ETM) may also significantly influence the retention of plankton. Furthermore, alterations to freshwater input will have consequences for the ETM position (REED & DONOVAN, 1994). Following dam construction, more intensive use of the catchment of the Guadiana Estuary is expected, with consequences for water quality. This may cause significant problems with respect to use of the estuary for fishing, mollusc harvesting and aquaculture, thereby affecting the economy of the region.

As a result of anthropogenic nutrient enrichment, estuarine waters worldwide are increasingly showing excessive algal development. Many of these proliferations cause negative impacts on their host ecosystems and are now collectively known as "harmful algal blooms" (RUIZ, 1999). These episodic events have also been reported for the Guadiana Estuary (CONSTANTINO *et al.*, 1998; MIGUEL *et al.*, 1998).

Sublethal concentrations of toxic substances are a frequent problem in aquatic ecosystems. These substances originate from mining, industrial processes, agricultural practices and domestic waste. Studies of organisms exposed to such pollutants have demonstrated that RNA/DNA ratios can be used as an efficient indicator of water quality (BARRON & ADELMAN, 1984; CHÍCHARO *et al.*, 1994). It has become increasingly important to develop rapid methods like this to confirm whether a negligent or accidental discharge may have occurred. Chemical analysis of water may not detect the pollutants as they may have already passed out of the catchment area or been lost to the atmosphere due to volatility (KIRK & LEWIS, 1993).

Condition indices have been widely used to assess how healthy individuals are under certain circumstances. It is very important to know whether an aquatic organism captured in the field is in some kind of stress, and therefore may be more susceptible to negative influences in the environment, e.g., low prey availability or pollution (CHÍCHARO, 1993; CHÍCHARO & CHÍCHARO, 1995; BERGERON, 1997). Determination of the physiological condition by

measurement of the RNA/DNA ratio has been used on a wide range of aquatic organisms such as crustaceans (ANGER & HIRCHE, 1990), and bivalves (CHÍCHARO & CHÍCHARO, 1995). However, it appears to give a more consistent index for fish larvae (BULLOW, 1970; BUCKLEY, 1984; ROBINSON & WARE, 1988; SUTHERS, 1992; CLEMMESSEN, 1994; CHÍCHARO, 1997; CHÍCHARO, 1998 a; CHÍCHARO *et al.*, 1998 b). Larvae in good condition tend to have a higher RNA/DNA ratio (e.g., ROBINSON & WARE, 1988) and larvae with an RNA/DNA ratio below 1 ("minimum ratio" or "critical ratio" *sensu* CLEMMESSEN, 1994) are considered to be in very poor condition, with survival threatened.

Until recently, river systems have often have been regulated by engineering works, without consideration of ecosystem processes. As there is little information about the biological dynamics of the Guadiana Estuary, the results of this study will provide an important tool to evaluate the ecosystem response to changes in river flow and increases in anthropogenic stressors. It should be kept in mind that the scales of investigations of an aquatic ecosystem to stress may range from study of organisms at the cellular level, up to full, sub or micro catchment-based experiments (ZALEWSKI *et al.*, 1998).

The general aim of this study was to monitor basic hydrological and ecological characteristics of the Guadiana Estuary before construction of the Alqueva dam. The specific goals of the study were:

1. to study the form of estuary subcatchment use and integrate that information in a geographic information system (GIS);
2. to study spatial, seasonal and diel variations of plankton and environmental parameters in the estuary;
3. to analyse the ecophysiological/biochemical indices (RNA/DNA ratios) of different fish larvae families in the estuary.

## METHODS

### Study area and sampling

For this study, the Guadiana Estuary was divided into three sub-areas: upper, middle and lower (Figure 1). This classification is consistent with the sedimentology of the area adopted by GONZALEZ (1995), and it is also that commonly used to subdivide estuaries (OLAUSSEN & CATO, 1980). The upper area is mainly the freshwater section, where the effect of tides still reaches, but the salinity is usually close to zero. This middle estuarine area is mainly brackish water. In the lower or marine part of the estuary, the salinity is very close to that of seawater, and this part is dominated by the influence of the sea. Ten stations were sampled seasonally during intermediate tides from October 1996 to March 1998 (Figure 1). Additional sampling took place over 12 hours near the ETM, between stations 6 and 7, and over 24 hours at the mouth of the estuary during the spring tide of 27 May 1997.

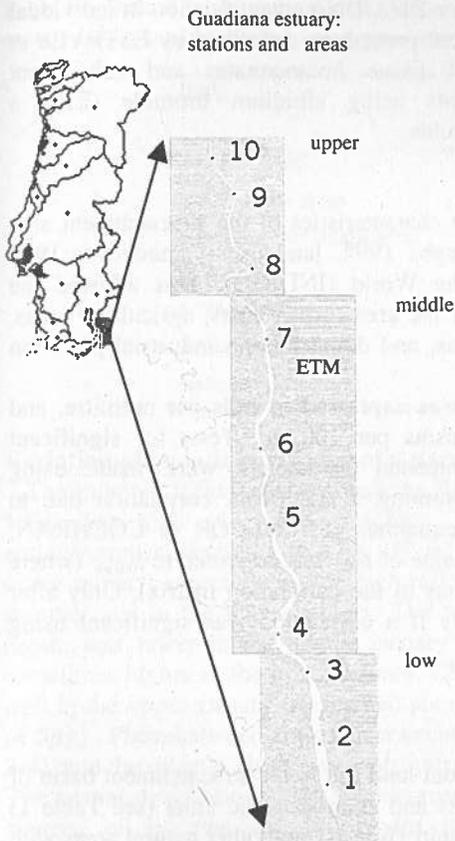


Figure 1 - Sampling stations and areas (upper, middle and lower) defined to the Guadiana estuary.

**Aquatic Environmental parameters**

River inflow was measured in the hydrometric station Pulo do Lobo (lat. 37° 48' N, long. 7° 38' W), located a few kilometres from the last point of tidal influence (Mértola) (RODRIGUES DA COSTA, 1980). Water temperature and salinity were measured with a conductivity-temperature-depth device (CTD). Turbidity was determined by Secchi disk depth and measured by collection of water samples and then filtered through pre-weighed cellulose acetate filters (seston). Nutrient analyses were carried out with an autoanalyser, according to the methods described in STRICKLAND & PARSONS (1972) and GRASSHOFF *et al.* (1983). Phytoplankton density index was measured via chlorophyll a, using fluorometric analysis (WELSCHMEYER, 1994). Lugol-fixed phytoplankton cells were counted and identified using a Zeiss IM35 inverted microscope. Horizontal, sub-superficial tows for mesozooplankton collection were made at a constant speed of 2 knots at 1 metre depth with a conical net

(0.37 m x 1.60 m, 0.5 mm mesh-size). Samples were preserved in 4% buffered formaldehyde solution for taxonomic counts using a binocular microscope.

**Nucleic acids assays- Fish larvae RNA/DNA ratios**

Fish larvae were collected monthly from the Guadiana River (n = 206) between May and September 1997 (the spawning season according to CHICHARO & TEODÓSIO, 1991a,b). Fish larvae from zooplankton tows were sorted in a black glass tray, immediately frozen in liquid nitrogen at -197 °C and later stored at -80 °C. The larvae were thawed and measured (to the nearest 0.1 mm) under a dissecting microscope equipped with an ocular micrometer. A

highly sensitive fluorometric method for RNA/DNA quantification in individual organisms was employed. The analytical procedure, described by ESTEVES *et al.* (2000), involves purification of tissue homogenates and subsequent fluorescence-photometric measurements using ethidium bromide (EB), a fluorochrome dye specific for nucleic acids.

### Data Analysis

The GIS system used to analyse the characteristics of the subcatchment area (e.g. charts 1:25 000, aerial photographs 1998, land use – Landcover 1995 Corine habitats) was Autodesk of the World (INDIGO). This allowed the integration of available information of the area (urban areas, agriculture areas, forestry areas, riparian vegetation areas, and domestic and industrial pollution sources).

Total abundance of phytoplankton was expressed in cells per millilitre, and zooplankton was expressed in organisms per 100 m<sup>3</sup>. Tests for significant relationships between some environmental parameters were made using Spearman's correlation. To avoid assuming a significant correlation due to random processes, the Bonferroni inequalities (SNEDECOR & COCHRAN, 1989) were used in the analysis. The value of  $t_{0.05}$  was corrected to  $t_{0.05/n'}$  (where  $n'$  is the number of pairs of correlations in the correlation matrix). Only after applying this correction did we verify if a correlation was significant using Spearman's test.

## RESULTS

### Land use

The classification of information about land use in the subcatchment basin of the Guadiana Estuary into natural units and anthropogenic units (see Table 1) indicated a high proportion of natural units (forestry and other natural areas with vegetation, wetlands and water bodies as natural units, and urban areas and agriculture areas as anthropogenic units). The lower estuary is where important urban areas, such as Vila Real de Santo António in the Portuguese margin and Ayamonte in the Spanish margin, are located. However, in general, the Portuguese border area, for the entire extent of the estuary is more urbanized than the Spanish border area (Table 1). In addition, more pollution sources are located in the Portuguese area. Nevertheless, along both estuary margins, areas occupied by vegetation constituted significant proportions of the total area. The middle area of the Estuary is the salinity transition zone, and here the Portuguese margin is surrounded by intensively farmed meadows (i.e., very intense agricultural land use).

Table 1 – Natural versus anthropogenic units in the subcatchment of the Guadiana estuary (anthropogenic units – 1-2; natural units-3-5)

Unity	Portuguese %	Spanish %
1-Urban areas	1.4	0.6
2-Agriculture areas	37.7	46.8
3-Floresty and similar areas	58	46.2
4- Wetlands	1.9	1.9
5- Waterbodies	0.8	1.6
<b>Anthropogenic</b>	39.1	47.2
<b>Natural</b>	60.9	52.8

**Variation of aquatic environmental parameters**

The monthly inflow of the Guadiana River during the analysed period 1996–1998 was high in winter, reaching  $3400 \times 10^6 \text{ m}^3$ , and was low in spring/summer, declining to  $42 \times 10^6 \text{ m}^3$  (Figure 2). Salinity was lower in the upper estuary, especially during high inflow periods. Temperature was higher in summer and in the upper estuary. The turbidity, measured by the secchi disk depth, was lower in the middle estuary (average 58 cm) but the seston was sometimes higher in the lower estuary. Chlorophyll a showed a high value ( $>25 \mu\text{g/l}$ ) in the upper estuary (spring and autumn), but was low in the lower estuary ( $<5 \mu\text{g}$ ). Phosphate and ammonia concentrations were higher in summer (Figure 2-4), and the other analysed nutrients, nitrate and silicates, were higher in winter. The spatial distributions indicated sources of nitrogen in the lower estuary and sources of silicates and phosphates in the upper estuary. Phytoplankton abundance exhibited maxima during summer, and was dominated in the upper/middle estuary by chlorophytes (mainly *Pediastrum*), by diatoms (eg. *Melosira granulata*) and cyanobacteria (mainly *Chroococcus* and *Microcystis*) (Figure 2-4), and in the lower estuary by dinoflagelates, plastidic nanoflagelates and diatoms (mainly *Chaetoceros*, *Leptocylindrus*, *Skeletonema costatum* and *Nitzschia*). Zooplankton population in the estuary was dominated by cladocerans (mainly *Bosmina longirostris* in the upper estuary, and *Evadne* and *Podon* in the lower), and copepods (mainly *Acartia clausii*) (Figure 2-4). These populations of cladocerans and copepods did not appear in consistent numbers in high river inflow periods (winter), although mysids (*Mesopodopsis slabberi*) were present throughout the year, with highest densities in autumn.

The analysed parameters showed high and significant relationships to salinity. A direct relationship was found between salinity and ammonia, and an inverse one with phosphate, nitrate and chlorophyll a. The inflow was also correlated positively and significantly with silicates (Table 2).

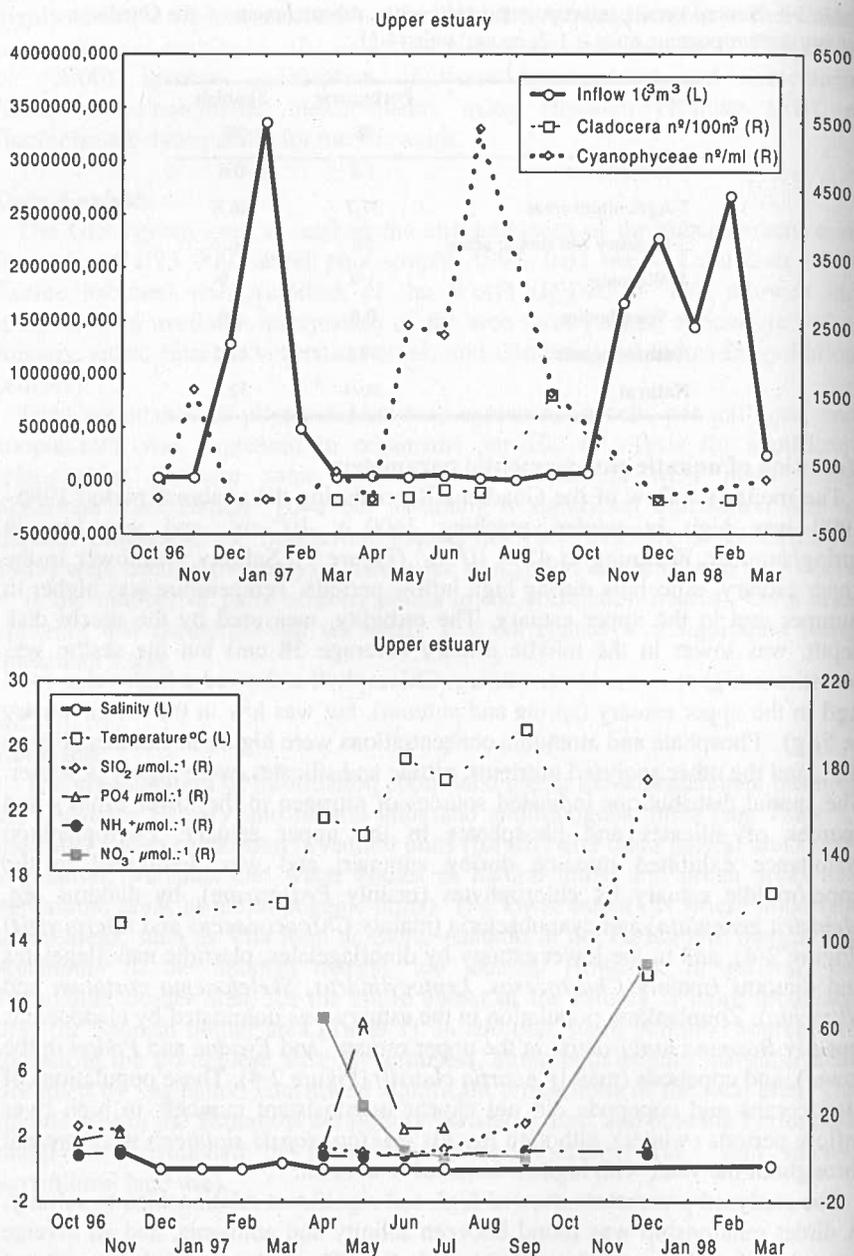


Figure 2 – Interactions between hydrology and chemical and biological parameters in the upper (freshwater) Guadiana estuary (L-Y left, R-Y right)

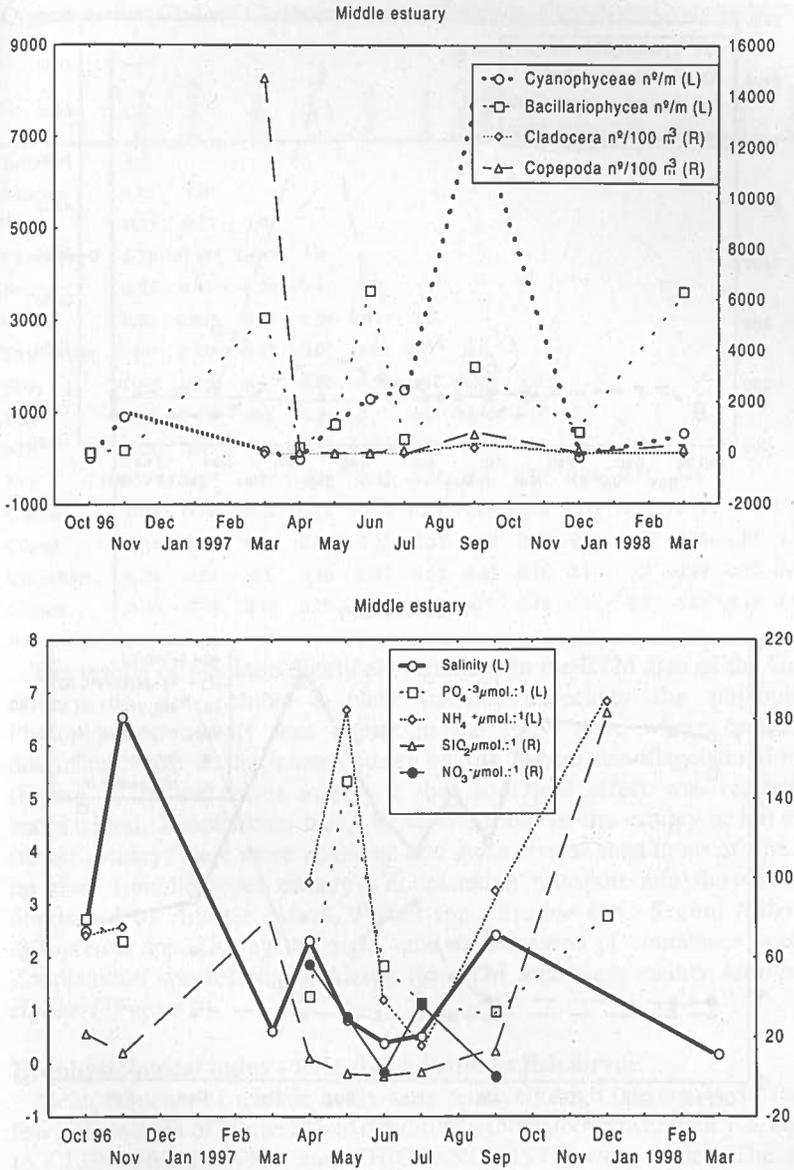


Figure 3 – Interactions between hydrology and chemical and biological parameters in the middle Guadiana estuary (L-Y left, R-Y right).

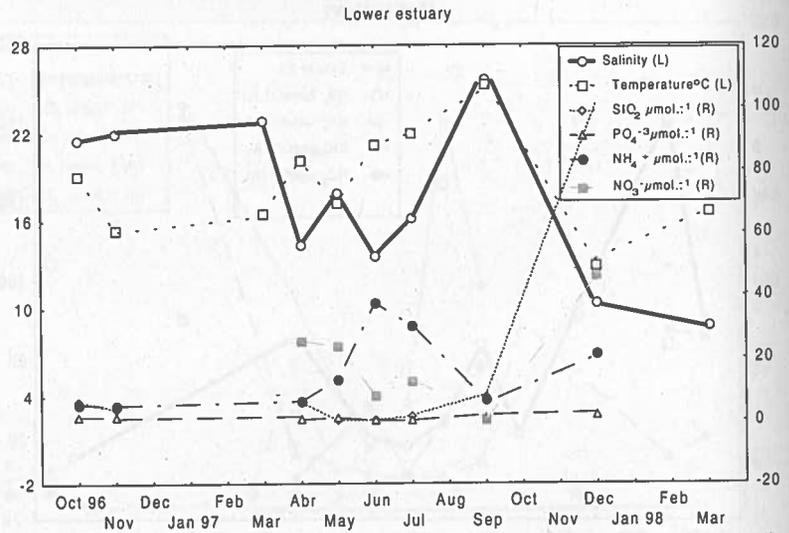
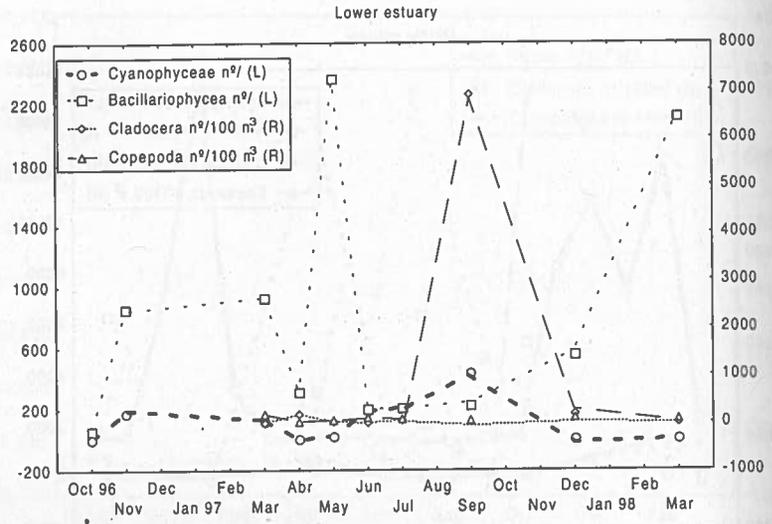


Figure 4 – Interactions between hydrology and chemical and biological parameters in the lower (seawater) Guadiana estuary (L-Y left, R-Y right).

Table 2 - Spearman correlations among the studied enviromental parameters (\*- p<0.05 with Bonferroni correction, Temp=temperature , Chlor a=Chlorophyll, Org. matter= Organic matter, Cladoc= Cladocera, Copep=Copepoda, Cyanobact=Cyanobacteria ).

	Inflow	Salinity	Temp	Chlor a	Secchi	Seston	Org. Matter	SiO <sub>2</sub>	PO <sub>4</sub> <sup>3-</sup>	NH <sub>4</sub> <sup>+</sup>	NO <sub>3</sub> <sup>-</sup>	Cladoc	Copep	Cyanobact	Diatom
Inflow	1.0														
Salinity	0.12	1.0													
Temp	-0.7*	-0.27	1.0												
Chlorophyll	-0.26	-0.38*	0.68*	1.0											
Secchi	-0.25	0.47	-0.28	-0.41	1.0										
Seston	0.09	0.86*	-0.42	-0.58	0.61*	1.0									
Org.Matter	0.59*	0.75*	-0.48	-0.41	0.19	0.71*	1.0								
SiO <sub>2</sub>	0.99*	0.10	-0.6*	-0.12	-0.32	0.02	0.58*	1.0							
PO <sub>4</sub> <sup>3-</sup>	-0.06	-0.46*	-0.2	-0.20	-0.31	-0.29	-0.42	-0.09	1.0						
NH <sub>4</sub> <sup>+</sup>	0.28	0.6*	-0.46	-0.45	0.69*	0.6*	0.55	0.22	-0.41	1.0					
NO <sub>3</sub> <sup>-</sup>	0.59*	0.16*	-0.8*	-0.38	-0.03	0.07	0.2	0.52	0.28	0.17	1.0				
Cladoc	-0.07	0.59	0.32	0.17	-0.27	0.40	0.37	-0.02	-0.17	-0.11	-0.33	1.0			
Copep	-0.16	-0.43	0.47	0.8*	-0.25	-0.51	-0.48	-0.05	-0.01	-0.36	-0.46	-0.01	1.0		
Cyanobact	-0.24	-0.51	0.5	0.46	-0.37	-0.53	-0.23	-0.16	0.11	-0.5	-0.44	-0.17	0.40	1.0	
Diatom	-0.20	-0.49	0.39	0.19	-0.21	-0.49	-0.5	-0.18	0.08	-0.5	-0.43	-0.18	0.45	0.23	1.0

The results of plankton diel/tidal variations in the ETM area of the Guadiana estuary do not exhibit a clear pattern, especially the phytoplankton. Phytoplankton density was higher in the ETM area, where cyanobacteria dominated, than at the lower estuary station, where nanoflagelates dominated (Figure 5). In the lower estuary a diel and tidal effect was registered for zooplankton. Zooplankton being transported into of the estuary at the entrance (lower estuary) were more abundant and more diverse than those of the estuary up river (middle/upper estuary). Zooplankton transport into the estuary was dominated by *Acartia clausii*, *Podon* spp., *Evadne* spp., *Sagitta friderici* and *Oikopleura* spp. During the night time an increased of abundance was noted. Zooplankton species characterizing the ETM area were mainly *Mesopodopsis slabberi* (Figure 6).

**Ecophysiological index - RNA/DNA ratios in fish larvae**

Mean contents of nucleic acids were relatively high (Figure 7). In fact, only low percentages of larvae in bad condition (RNA/DNA lower than 1.3, according to CLEMMESSEN, 1994 and CHICHARO, 1997) were found. The sampled larvae belonged mostly to the following taxonomic groups: Clupeidae (*Engraulis encrasicolus*, *Sardina pilchardus* and *Alosa* spp.), Blennidae (*Parablennius* spp.), Gobiidae (*Pomatochistus* spp.) and Atherinidae (*Atherina* spp.). The

RNA/DNA ratios showed some taxonomic differences. The fish larvae family with lower percentage was the Clupeidae, with no larvae below the critical level, and the maximum percentage was found in the Blennidae.

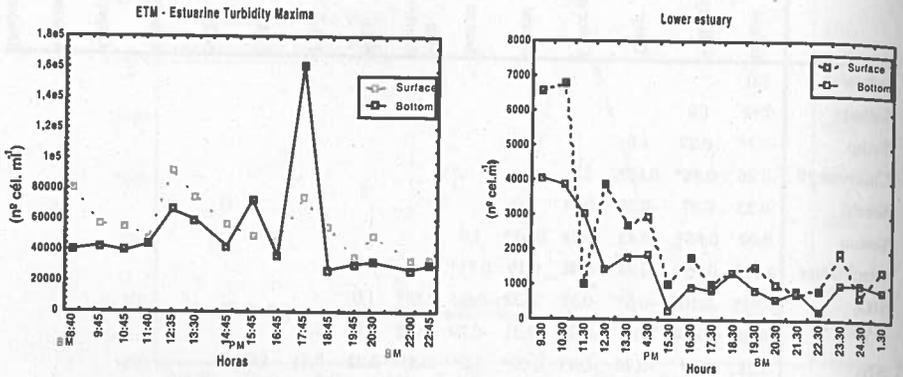


Figure 5 - Phytoplankton abundance diel variations in the Estuarine Turbidity Maxima (ETM) and at Lower estuary, BM- Low tide, PM-High tide.

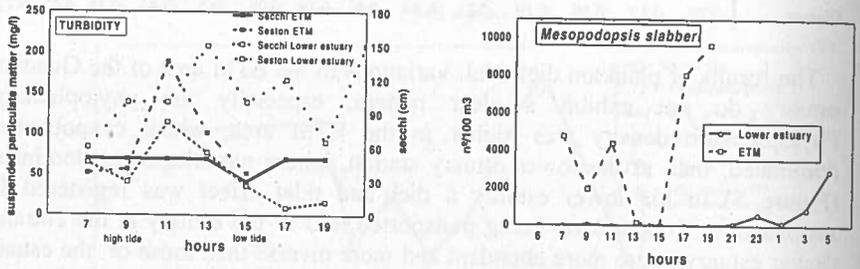


Figure 6 -Zooplankton diel variations and turbidity in the Estuarine Turbidity Maxima (ETM) and in the Lower Estuary.

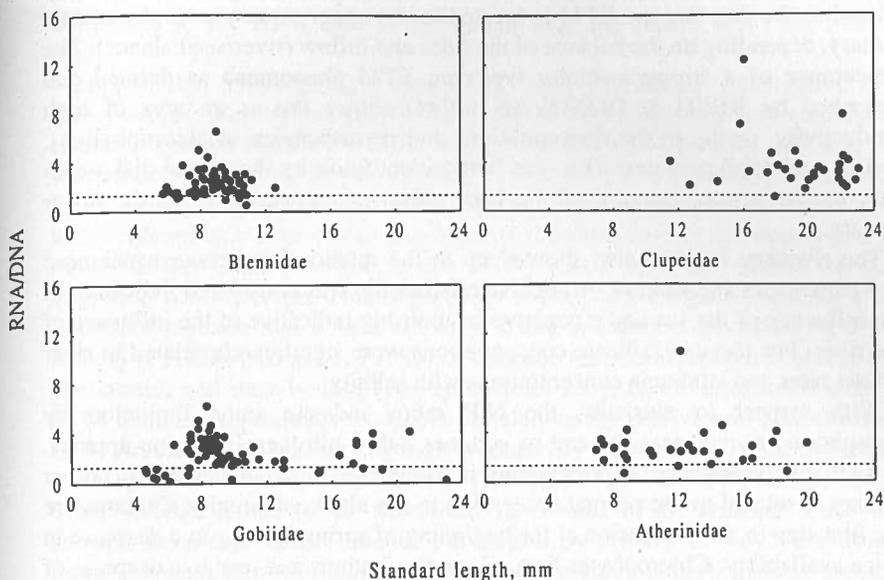


Figure 7 – RNA/DNA ratios in fish larvae sampled in the Guadiana estuary versus standard length

**DISCUSSION**

**Land use**

The river ecosystem quality is dependent to a great extent on catchment use, which directly influences water quality at any point in the river continuum (ZALEWSKI *et al.*, 1997). The importance of catchment to spatial and temporal variability in the Guadiana Estuary is reflected in the finding of high nutrient concentration, especially ammonia, near urban areas and during the summer. GIS-based classification of information about land uses in the subcatchment basin of the estuary into natural and anthropogenic units showed that the subcatchment presently has low anthropogenic pressures. The lower estuary is more susceptible to negative influences owing to the concentration of important urban areas there. In addition, more pollutant sources are localised in that area. However, both the Portuguese and Spanish margins of the estuary have a significant important percentage of occupation by natural habitats. Nevertheless the important percentages of agriculture (upper/middle) areas in both margins will have consequences to the eutrophication of the system

**Variation of aquatic environmental parameters**

Spatial division of the estuary into lower, middle and upper estuary zones was not a rigid classification, because of the dynamic of the estuarine system (tides

and inflow). High plankton densities found in the upper/middle estuary can be related to the fact that the ETM is located in the upper estuary or in the middle estuary, depending on the balance of the tides and inflow (river/sea balance). The appearance of a strong turbidity typifying ETM phenomena as defined and described by REED & DONOVAN (1994) shows this is an area of high productivity, owing to the concentrations and resuspension of chlorophyllous, detrital and food particles. This was better identifying by the secchi disk depth than by the seston, because of the high sediment resuspension in the lower estuary.

The river/sea balance also showed up in the relationship between measured key parameters and salinity. A positive relationship was considered indicative of the influence of the sea and a negative relationship indicative of the influence of the river. For instance, silicate concentrations were significantly related to river inflow rates and ammonia concentrations with salinity.

With respect to nutrients, the N/P ratios indicate some limitation by phosphorus, except near the end of summer, when nitrogen limitation appears. Growth of cyanobacterial populations in summer/autumn in the middle/upper estuary is related to the normal succession in the algal community. Diatoms are the first step in the succession at the beginning of spring leading to a decrease in silica availability. Chlorophytes then follow the diatoms and lead to a decrease of nitrogen availability. This factor controls the subsequent development of algal populations, namely the cyanobacteria, which are more competitive under conditions of low nutrient availability, owing to some species' ability to store phosphorus and fix nitrogen (ELWOOD *et al.*, 1983, ZALEWSKI & WAGNER, 1998). Moreover, a large amount of phosphorus is excreted by organisms, mostly in a form that can easily be assimilated for algal growth (EJSMOND-KARABIN, 1983). Another mechanism of phosphorus recycling is connected with the exoenzyme phosphatase, which allows some species of algae to obtain phosphorus directly from insoluble, dead organic matter in the absence of available dissolved phosphorus in the environment (ZALEWSKI & WAGNER, 1998). In parallel with this process, the activity of aquatic zooplankton (e.g., Cladocera or Copepoda) is also more vigorous in that period, eliminating the smaller phytoplankton competing with cyanobacteria and allowing them to successively dominate (HOLM *et al.*, 1983, KOSKI *et al.*, 1999).

In the results of diel variations the appearance of peak turbidities of  $100 \text{ mg l}^{-1}$  were representative of periods between 11 and 13 hours during the ebb tide, typical of ETM phenomena as defined and described by REED & DONOVAN (1994). However, low secchi disk depths in the ETM station were continuous registered (0,5 m).

Phytoplankton did not exhibit a typical diel pattern, but showed higher densities by one order of magnitude in ETM area. This may be related to some light attenuation in the light/dark regimen. According to CLOERN (1999), in a low light environment, algal growth efficiency is enhanced by nutrient

enrichment, which certainly seems to occur in the ETM area. Cyanobacteria also dominated in the ETM area in agreement with the results from the seasonal study.

Zooplankton characterising the ETM were dominated quantitatively by *Mesopodopsis slabberi*, an euryhaline mysid shrimp frequently very abundant in estuarine systems (GREENWOOD *et al.*, 1989, CHÍCHARO *et al.* 1998a.). This species occurs in more dense assemblages near the ETM than those found in the lower estuary. Our results also show that the mysid *M. slabberi* ascended in the water column only after sunset and descended before dawn at the station near the mouth of the estuary, while at the ETM station no clear pattern of daily migration was observed. This is probably related to the high attenuation of the light/dark regimen that is believed to be a cue to induce a circadian rhythm of activity (CHÍCHARO *et al.*, 1998b). It has been assumed that water column (i.e., planktonic) and near bottom (i.e., epibenthic) zooplankton associated with the ETM maintain reproductively viable populations by behavioural adaptations to ETM circulation, thus achieving high productivity owing to the concentrations of food particles within the ETM (KINGSFORD & SUTHERS, 1994; SIMENSTAD *et al.*, 1994). Moreover, the results of the seasonal study also showed some evidence of retention strategies by mysids, as they were usually more abundant during a high inflow period (autumn/winter). This is probably associated with the fact that under high inflow conditions, the estuary can be classified as a stratified estuary (MICHEL, 1980). This allows vertical migrations, and maintenance of organisms in seawater during ebb conditions.

#### **Ecophysiological index - RNA/DNA ratios in fish larvae**

Contaminants usually have subtle and long-term effects on biological systems, and especially affect the reproductive abilities of plants and animals as well the larval stages, which are more susceptible than adults (CHÍCHARO, 1998b). For this reason, the determination of the animal condition in an affected area has been developed as a diagnostic tool for water quality investigation (KIRK & LEWIS, 1993). Studies on the freshwater ecosystem of the Guadiana river show a degradation of water quality linked to an intense use of margins to agriculture practice (INAG, 1996). In fact the aquatic environmental parameters analysed already indicated some eutrophication problems, only in the freshwater -or upper estuary. In fact, the present study showed that most larval specimens, caught especially in the lower estuary, were in medium to good condition and the percentage of larvae with RNA/DNA ratios below the "minimum ratio" to survival (CLEMMESSEN, 1994; CHICHARO, 1997) was very low. The tidal effect in the estuary seemed to have an important role in the maintenance of water quality. Moreover the bivalve grounds and the ETM area may act as a trapping for particulate organic matter that reach the Guadiana estuary.

## CONCLUSIONS

The classification of information about land use in the subcatchment basin of the estuary into natural and anthropogenic units showed that the subcatchment basin is under low anthropogenic pressure. With respect to aquatic environmental parameters, the N/P ratio indicated some limitation by phosphorus, except during summer, when some limitation by nitrogen is indicated. Water quality was usually good, which is reflected in the physiological condition of fish larvae, with RNA/DNA ratios measured usually higher than required for the minimal level of survival. However, if a reduction of inflow and more intense uses of catchment were implemented, as is expected following construction of the Alqueva dam, then this will have consequences for the aquatic *biota* of the estuary. Attention should especially be given to the position of the ETM area, which will change. The estuary will probably become more vertically homogenous. These alterations will have consequences especially for the retention of zooplankton in the estuary and for cyanobacterial blooms in the upper estuary.

## ACKNOWLEDGEMENTS

This research has been partially funded by the INTERREG-FCT 15-16/6/REGII/96, FCT-PRAXIS 3/3.3/C.A./1981/95. Thanks are due to the UNESCO-Hydrologic Programme Ecohydrology project, especially to Prof. Zalewski for his encouragement. Thanks are also due to Indigo, Inovações Digitais, and to all people who provided their data or participated in the sampling cruises.

## REFERENCES

- ANGER, K., HIRCHE, H.-J. (1990)- Nucleic acids and growth of larvae and juvenile spidercrab, *Hyas araneus*. *Marine Biology*, 705: 403-411.
- BARRON, M. G., ADELMAN, I. (1984)- Nucleic acids, protein content, and growth of larval fish sublethally exposed to various toxicants. *Can. J. Fish. Aquat. Sci.*, 41: 141.-150.
- BERGERON, J.P. (1997). Nucleic acids in ichthyoplankton ecology: a review, with emphasis on recent advances for new perspectives. *J. Fish. Biol.*, 51 (Suppl.A): 284-302.
- BUCKLEY, L. (1984). RNA-DNA ratio: an index of larval fish growth in the sea. *Mar. Biol.*, 80: 291-298.
- BULLOW, J.F. (1970) RNA-DNA ratios as indicators of recent growth rates of fish. *J. Fish. Res. Board Can.*, 27: 2343-2349.
- CHÍCHARO, M. A., 1993. Estado nutricional em larvas de peixes: análise de ácidos nucleicos e proteínas. *Bol. Uca U. Algarve*, 1: 650-669.
- CHÍCHARO, M. A. (1997). Starvation percentages in field caught *Sardina pilchardus* larvae off southern Portugal. *Scientia Marina* 61 (4): 507-516.
- CHÍCHARO, M. A. (1998a). Nutritional condition and starvation in field caught *Sardina pilchardus* larvae from southern Portugal compared with some environmental factors. *J. Exp. Mar. Biol. Ecol.*, 225 (1): 123-137.
- CHÍCHARO, L. M. (1998b). Hydrological and ecological data collection for the Guadiana estuary management (Portugal). In: Ecohydrology: International Hydrological Programme. UNESCO/UNDP, *Technical Documents in Hydrology*, 21, 25 p.
- CHÍCHARO, L., TEODÓSIO, M.A., (1991a) Contribuição para o estudo do Ictioplâncton do estuário do Guadiana. *Rev. Biol. U. Aveiro*, 4: 277-286.

- CHÍCHARO, L., TEODÓSIO, M.A., (1991b) Utilização do estuário do Guadiana como local de postura para *Engraulis encrasicolus*. *Rev. Biol. U. Aveiro*, 4: 263-276.
- CHÍCHARO, M.A., LOPES, B.; BEBIANNO, M. (1994). Indicadores de poluição em *Mytilus galloprovincialis*: ácidos nucleicos e proteínas. In: *VIII Simpósio ibérico de estudos del bentos marino*. pp. 200-201 Blanes, Fevereiro de 1994.
- CHÍCHARO, L.; CHÍCHARO, M. A. (1995). The RNA/DNA ratio as useful indicator of the nutritional condition in juveniles of *Ruditapes decussatus*. *Scientia marina*. 59 (Supl. 1): 95-101.
- CHÍCHARO, M. A., CHÍCHARO, L. MARQUES, H. GOUVEIA, I. BARROS, P. ESTEVES, E., BARBOSA, A GALVÃO H. (1998a). Diel and tidal variation of mesozooplankton in the Guadiana estuary (South Portugal). In: *EOS Transaction American Geophysical Union* 79(1): 24. Ocean Science Meeting.
- CHÍCHARO, M. A., CHÍCHARO, L. LÓPEZ-JAMAR, E. VALDES, L. RÉ, P. (1998b). Estimation of starvation and diel variation of the RNA/DNA ratios of field caught *Sardina pilchardus* larvae off north of Spain. *Mar. Ecol. Prog. Ser.*, 164: 273-283.
- CLEMMENSEN, C. (1994). The effect of food availability, age or size on the RNA/DNA ratio of individually measured herring larvae: laboratory calibration. *Mar. Biol.*, 118: 377-382.
- CONSTANTINO, R., PEREIRA, A., MARQUES, H., CHÍCHARO, L., M. CHÍCHARO (1998). Variação tidal da comunidade planctónica associada ao máximo de turbidez estuariano do Rio Guadiana. In: *I Congresso Ibérico de Limnologia*. pp. 77. Évora, Junho de 1998.
- EJSMOND-KARABIN, J. (1983). Ecological characteristics of lakes in the north-eastern Poland versus their trophic gradient. *Ekol. Pol.*, 31(2): 411-427.
- ELWOOD, J.W., NEWBOLD, J.D., O'NEIL, R.V., STARK, R.W., SINGLEY, P.T. (1983). The role of microbes associated with organic and inorganic substrates in phosphorus spiralling in a woodland stream. *Limnologia*, 21:850-856.
- ESTEVES, E.; CHÍCHARO, M.A.; PINA, T.; COELHO, M.L., ANDRADE, J.P. (2000). Comparison of RNA/DNA ratios obtained with two methods for nucleic acid quantification in gobiid larvae. *J. Exp. Mar. Biol. Ecol.*, 245: 43-55.
- GONZALEZ, J. A. M. (1995). *Sedimentologia del estuário del Rio Guadiana (SO Portugal)*. CEP. Biblioteca Universitária. Universidade de Huelva.
- GRASSHOFF, K., EHRHARDT M., KREMLING, K. 1983. *Methods of sea water analysis*. Verlag Chemie, Weinheim.
- HOLM, N., GANF, G.G.; SHAPIRO, J. (1983). Feeding and assimilation rates of *Daphnia pulex* fed on *Aphanizomenon flos-aquea*. *Limnol. Oceanogr.* 28(4):677-687.
- INAG (1996). Programa de despoluição da Bacia do Guadiana. 1, Instituto da água, Lisboa, 164 p.
- KINGSFORD, M. J.; SUTHERS, I. M. (1994). Dynamic estuarine plumes and fronts: importance to small fish and plankton in coastal waters of NSW, Australia. *Continental Shelf Research*, 14 (6): 655-672.
- KIRK, R. S., LEWIS, J. W. (1993). An evaluation of pollutant induced changes in the gills of rainbow trout using scanning electron microscopy. *Environmental Technology*, 14: 577-585.
- KOSKI, M., ENGSTROM, J.; M. VIITASALO (1999). Reproduction and survival of the calanoid copepod *Eurytemora affinis* fed with toxic and non-toxic cyanobacteria. *Mar. Ecol. Prog. Ser.*, 186: 187-197.

- MICHEL, D. (1980). Synthèse des données physiques mesurées dans le Rio Guadiana. Evaluation de l'intrusion saline dans l'estuaire. Laboratoire d'océanographie. Université de Bruxelles.
- MIGUEL, C., GOUVEIA, I., MARQUES, H., CHÍCHARO, M. A., CHÍCHARO, L. (1998). Longitudinal distribution of plankton community in the Guadiana estuary during late-spring. In: *1º Simpósio Interdisciplinar sobre Processos Estuarinos*, Universidade do Algarve, Junho de 1998, pp. 26-29.
- REED, D.; DONOVAN, J. (1994). The character and composition of the Columbia River estuarine turbidity maximum. In: *Changes in fluxes in estuaries: Implications from science to management*. Dyer & Orth (Eds.). Univ. Plymouth. ECSA22/ERF Symposium. pp. 445-450
- ROBINSON, S. M. C., WARE, D. W., (1988). Ontogenetic development of growth rates in larval Pacific herring, *Clupea harengus pallasi*, measured with RNA/DNA ratios in the Strait of Georgia, British Columbia. *Can. J. Fish. Aquat. Sci.*, 45:1422-1429
- RODRIGUES da COSTA, J. (1980). A navegabilidade do rio guadiana. *Anais do clube militar naval*, 110: 661-682.
- RUIZ, J., 1999. Bivalves, tributyltin and green tides: ecosystem-level impact? *Marine Ecology*, 20(1):1-9
- SCHIEMER, F., ZALEWSKI, M., THORPE J.H (eds.) (1995). The Importance of Aquatic-Terrestrial ecotones for freshwater fish. "Developments in Hydrobiology" 105 *Hydrobiologia* 303: 1-3. 278
- SIMENSTAD, C. A., MORGAN, C. A.; CORDELL, J. R.; BAROSS, J. A. (1994). Flux, passive retention, and active residence of zooplankton in Columbia River estuarine turbidity maxima. In: *Changes in fluxes in estuaries: Implications from science to management*. Dyer & Orth (Eds.). Univ. Plymouth. ECSA22/ERF Symposium. pp. 473-482.
- SNEDECOR, G., COCHRAN W. (1989). *Statistical methods*. Iowa State University press, Ames, Iowa.
- STRICKLAND, J.H., PARSONS, T.R., 1972. *A practical handbook of seawater analysis*. Fisheries Research Board of Canada. 230 p.
- SUTHERS, I.M. (1992). The use of condition indices in larval fish. *Bureau of Rural Resources Proceedings*, 15:49-55.
- ZALEWSKI, M. (1995). Freshwater Habitat Management and Restoration in the Face of Global Changes. In: N.B. Armantrout, ed. Condition of the world's aquatic habitats. *Proceedings of the World Fisheries Congress, theme 1*. Oxford & IBH Publishing Co. Pvt. Ltd., New Delhi, 170-194.
- ZALEWSKI, M., JANAUER, G.A., JÓLANKAI, G. (ed.) (1997). Ecohydrology. A new paradigm for sustainable use of aquatic resources. UNESCO-International Hydrological Programme - V Technical Documents in Hydrology, 7, Paris, 58p.
- ZALEWSKI, M.; WAGNER, I. (1998). Temperature and nutrients dynamics in eutrophic freshwater ecosystems. *Geographia polonica*, 71, 79-92.
- ZALEWSKI, M., BIS B., LAPINSKA M., FRANKIEWICZ P. I W. PUCHALSKI. (1998). The importance of the riparian ecotone and river hydraulics for sustainable basin-scale restoration scenarios. *Aquatic Conservation: Marine and Freshwater Ecosystems*. 8: 287-307.
- WELSCHEMEYER, N. A. (1994). Fluorometric analysis of chlorophyll a in the presence of chlorophyll b and pheopigments. *Limnol. Oceanogr.*, 39(8): 1985-1992.

## AS DIATOMÁCEAS E A QUALIDADE DAS ÁGUAS NA BACIA DO VOUGA

Salomé Almeida & Cândida Gil

Departamento de Biologia, Universidade de Aveiro, 3800-193 Aveiro

Almeida, S. F. P. & Gil, M. C. P. (2000). As diatomáceas e a qualidade das águas na bacia do Vouga. *Revista Biol. (Lisboa)* **18**: 157-165.

O estudo das comunidades de diatomáceas, nas diferentes formações aquáticas é um importante elemento na avaliação do estado geral dessas massas de água porque estes organismos integram as variações ambientais ocupando nichos bem definidos.

Com o objectivo de avaliar a qualidade geral da água em 18 pontos de amostragem em diversos rios da bacia hidrográfica do rio Vouga, foram efectuadas colheitas mensais de água para análises físico-químicas e diatomológicas, durante cerca de um ano.

Os dados quantitativos das diatomáceas foram submetidos a uma análise canónica das correspondências (ACC). Os parâmetros ambientais que mais influenciaram a dispersão dos taxa de diatomáceas foram: o grau de mineralização, concentração de bicarbonatos ( $\text{HCO}_3^-$ ) e a carência química de oxigénio (CQO). Desta dispersão dos taxa resultaram 5 agrupamentos de locais consoante as suas características de mineralização e da maior ou menor concentração de matéria orgânica química. Desta forma os locais situados nos rios Águeda e Caima apresentaram, de uma forma geral, uma baixa mineralização total e níveis baixos de CQO; as estações do rio Vouga e valas adjacentes, revelaram níveis mais elevados de CQO embora tivessem mantido baixos níveis de mineralização; os rios Cértima e Levira embora com baixas concentrações de CQO apresentaram mineralizações muito elevadas; finalmente nos 2 locais situados no rio Largo, foram encontrados os valores mais elevados de CQO indicando má qualidade da água.

Palavras chave: Diatomáceas, água doce, ecologia, ACC.

Almeida, S. F. P. & Gil, M. C. P. (2000). Diatoms and water quality in the Vouga basin. *Revista Biol. (Lisboa)* **18**: 157-165.

The study of diatom communities in different waterbodies is an important evaluation criterion of the general water state because living organisms in general, and diatoms in particular, show environmental variations occupying well defined habitats.

With the aim of evaluating the general water quality of 18 sampling sites in several rivers of river Vouga basin, samples of water for physical and chemical analyses, and for diatom counting were taken monthly, during about one year.

The diatom quantitative data were submitted to canonical correspondence analysis (CCA). The most influential environmental variables for diatom dispersion were: level of mineralization,  $\text{HCO}_3^-$  and chemical oxygen demand (COD). From the dispersion of taxa, 5 groups of sites outstood according to their mineralization and COD characteristics. Rivers Águeda and Caima showed low mineralization and COD values, while river Vouga and smaller tributaries had higher values of COD but equally low mineralization; rivers Cértima and Levira, on the contrary, showed very high mineralization levels and, finally, on river Largo the highest COD values were measured, revealing bad water quality.

Key words: Diatoms, freshwater, ecology, CCA.

## INTRODUÇÃO

As diatomáceas (classe Bacillariophyceae), algas microscópicas com frústulas siliciosas, representam uma parte importante das comunidades de produtores primários da maior parte das formações aquáticas de água doce.

O estudo destas algas é um importante elemento na avaliação do estado ecológico das massas de água, porque estes organismos apresentam diversos graus de sensibilidade à poluição, sobretudo à eutrofização mas também às poluições orgânicas e minerais (McCORMICK & CAIRNS, 1994). Desta forma, é possível encontrar em meios aquáticos com características de qualidade de água semelhantes, comunidades de diatomáceas também semelhantes no que diz respeito à abundância e categoria taxonómica.

Estes organismos tem sido utilizados para avaliar a qualidade da água nesta zona centro de Portugal (RINO & GIL, 1987; GIL, 1988; GIL *et al.*, 1993).

Neste trabalho faz-se a avaliação da qualidade da água em 18 locais de amostragem em diversos rios da bacia hidrográfica do rio Vouga, com base nas comunidades de diatomáceas e nos valores determinados de vários parâmetros físicos e químicos da água.

## MATERIAL E MÉTODOS

Foram seleccionados 18 pontos de amostragem situados na bacia hidrográfica do rio Vouga com diferentes tipos e níveis de poluição (Fig. 1).

Efectuaram-se colheitas mensais durante um ano. Colheu-se água para determinação de alguns parâmetros físico-químicos segundo metodologias padronizadas (Tab. 1). Foram retiradas todos os meses as diatomáceas epilíticas de substratos artificiais (pedras polidas), após se ter permitido a sua colonização durante cerca de um mês. Prepararam-se as amostras por incineração tendo-se seguido a sua montagem em preparações definitivas usando a resina Naphrax. As amostras foram estudadas qualitativa e quantitativamente em microscópio óptico (Leitz - DIALUX 20 EB) equipado com objectiva de imersão com 1,32 de abertura numérica.

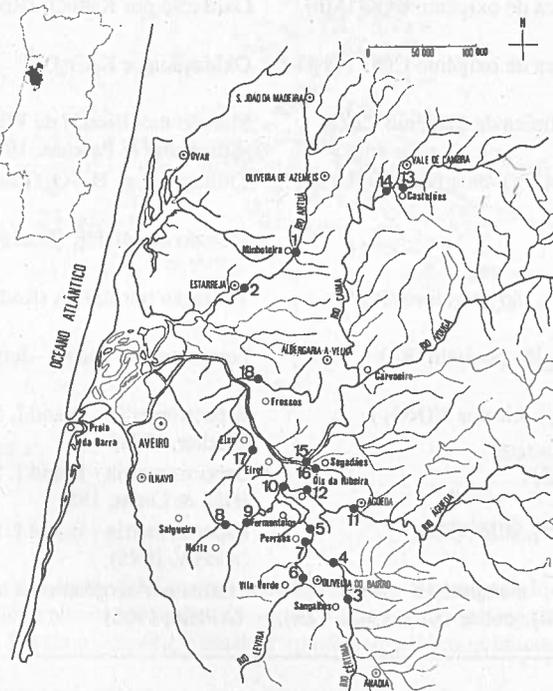


Fig. 1 – Localização dos 18 pontos de amostragem na bacia hidrográfica do rio Vouga. 1, rio Antuã – Minhoteira; 2, rio Antuã – Estarreja; 3, rio Cértima – Vale de Estervão; 4, rio Cértima – São João de Azenha; 5, rio Cértima – Perrães; 6, rio Levisa – Vila Verde; 7, rio Levisa – Perrães; 8, vala do Fontão – Vessada; 9, rio Largo – ponte do Pano; 10, rio Cértima – Requeixo; 11, rio Águeda – Águeda; 12, rio Águeda – Óis da Ribeira; 13, rio Caima – Vale de Cambra; 14, rio Caima – Barbeito; 15, rio Vouga – Aldeia, Segadães; 16, vala Mestra – Aldeia, Segadães; 17, ribeira da Horta – Eixo; 18, vala da Carreira – Frossos.

Tabela I. Parâmetros físico-químicos da água determinados em cada local de amostragem.

Parâmetros físico-químicos	Método ou aparelho e referência bibliográfica
Velocidade da corrente	" <i>in situ</i> " - medidor de corrente - 203DR
Temperatura da água	" <i>in situ</i> " - termômetro
pH, Condutividade	" <i>in situ</i> " - DSPH1
Mineralização total	equações C. Richard e Nguyen Van Cu (Rodier, 1971)
Oxigênio dissolvido	" <i>in situ</i> " - WTW OXI 196
Saturação de oxigênio (%)	Fórmula de Truesdale (Rodier, 1971)
Carência química de oxigênio CQO (Mn)	Oxidação por $\text{KMnO}_4$ (Rodier, 1971)
Carência química de oxigênio CQO ( $\text{Cr}_2\text{O}_7$ )	Oxidação por $\text{K}_2\text{Cr}_2\text{O}_7$
Carência bioquímica de oxigênio CBO <sub>5</sub>	Método modificado de Winkler (Strickland & Parsons, 1972)
Carbonatos ( $\text{CaCO}_3$ ), bicarbonatos ( $\text{HCO}_3^-$ )	Titulação com $\text{H}_2\text{SO}_4$ (Rodier, 1971)
Ião cloro ( $\text{Cl}^-$ )	Método de MOHR (Rodier, 1971)
Ião cálcio ( $\text{Ca}^{2+}$ ), ião magnésio ( $\text{Mg}^{2+}$ )	Titulação por EDTA (Rodier, 1971)
Ião sódio ( $\text{Na}^+$ ), ião potássio ( $\text{K}^+$ )	Fotometria de chama - Jenway PFP7
Nitratos $\text{N}(\text{NO}_3^-)$ , nitritos $\text{N}(\text{NO}_2^-)$	Espectrometria - B and L SPEC. 21 (Rodier, 1971)
Amônio $\text{N}(\text{NH}_4^+)$	Espectrometria - B and L SPEC. 21 (Hall & Lucas, 1981)
Fosfatos $\text{P}(\text{PO}_4^{3-})$ , sílica ( $\text{SiO}_2$ )	Espectrometria - B and L SPEC. 21 (APHA, 1995)
Alumínio (Al), manganésio (Mn), ferro (Fe), níquel (Ni), cobre (Cu), zinco (Zn), chumbo (Pb)	Plasma por acoplamento induzido (ICP) (APHA, 1995)

As contagens de diatomáceas e os valores dos parâmetros físicos e químicos foram submetidos a uma análise canônica das correspondências (ACC) mediante a utilização do programa para computador CANOCO (TER BRAAK, 1988, 1990).

## RESULTADOS

Dos parâmetros físico-químicos determinados, revelaram-se significantes para a distribuição dos taxa no diagrama de ordenação da ACC, a mineralização total,

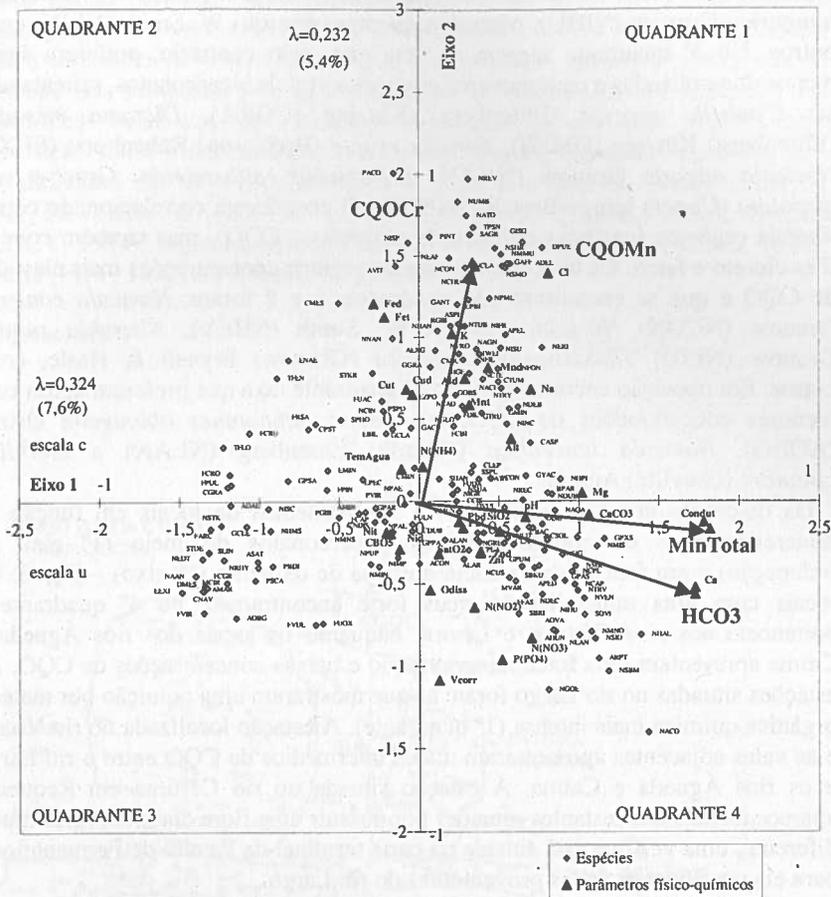


Fig. 2 - Análise Canônica das Correspondências (ACC). Representação dos 2 primeiros eixos das espécies epilíticas e parâm. fis.-quím. Cada taxon está representado por uma sigla de 4 letras. Escala u - espécies; escala c - parâmetros físico-químicos.

a concentração de bicarbonatos ( $\text{HCO}_3^-$ ) e a carência química de oxigênio (CQO) (Fig. 2). Esta distribuição das diatomáceas quantificadas nos 18 locais de amostragem aparece contínua e aproximadamente triangular no diagrama de ordenação da ACC. O eixo 1 está fortemente correlacionado com a mineralização total, e a concentração em bicarbonatos ( $\text{HCO}_3^-$ ). Os taxa que preferem águas com elevada mineralização e com elevada concentração de  $\text{HCO}_3^-$  estão no 4º quadrante, destacando-se *Achnanthes hungarica* Grunow (AHUN), *Amphora pediculus* (Kützing) Grunow (APED), *Navicula accomoda*

Hustedt (NACO), *Navicula subminuscula* Manguin (NSBM), *Nitzschia hungarica* Grunow (NIHU), *Nitzschia linearis* (Agardh) W. Smith (NLIN) entre outros. No 3º quadrante surgem os taxa que, pelo contrário, preferem águas menos mineralizadas e com menores concentrações de bicarbonatos, salientando-se: *Cymbella gracilis* (Ehrenberg) Kützing (CGRA), *Diatoma mesodon* (Ehrenberg) Kützing (DMES), *Eunotia exigua* (Brébisson) Rabenhorst (EEXI), *Navicula angusta* Grunow (NAAN) e *Nitzschia epithemioides* Grunow var. *disputata* (Carter) Lange-Bertalot (NEDT). O eixo 2 está correlacionado com a matéria orgânica (carência química de oxigênio - CQO), mas também com os íons cloreto e ferro. Os taxa que mostraram preferir concentrações mais elevadas de CQO e que se encontram nos quadrantes 1 e 2 foram: *Navicula contenta* Grunow (NCON) *Nitzschia reversa* W. Smith (NREV), *Nitzschia subtilis* Grunow (NISU) *Thalassiosira weisflogii* (Grunow) Fryxell & Hasle, entre outros. Em oposição encontram-se no 4º quadrante taxa que preferem águas com menores concentrações de CQO, tais como: *Achnanthes oblongella* Östrup (AOBG), *Navicula lanceolata* (Agardh) Ehrenberg (NLAN) e *Meridion circulare* (Greville) Agardh.

Da dispersão dos taxa resultaram 5 agrupamentos de locais em função da mineralização e da concentração em bicarbonatos do meio (1º eixo da ordenação) e em função da carência química de oxigênio (2º eixo) - Fig. 3. Os locais com uma mineralização mais forte encontram-se no 4º quadrante e pertencem aos rios Cértima e Levira, enquanto os locais dos rios Águeda e Caima apresentam uma fraca mineralização e baixas concentrações de CQO. As estações situadas no rio Largo foram as que mostraram uma poluição por matéria orgânica química mais intensa (1º quadrante). A estação localizada no rio Vouga e as valas adjacentes apresentaram níveis intermédios de CQO entre o rio Largo e os rios Águeda e Caima. A estação situada no rio Cértima em Requeixo aparece isolada das restantes estações por possuir uma flora diatomológica muito diferente, uma vez que está situada na parte terminal da Pateira de Fermentelos e para ela confluem as águas provenientes do rio Largo.

## DISCUSSÃO

As diatomáceas com as suas diferentes preferências por determinados parâmetros físico-químicos foram capazes de revelar diferenças de composição das águas dos 18 locais de amostragem, uma vez que um taxon existirá num determinado local se esse local apresentar as características físicas e químicas adequadas ao seu desenvolvimento e surgirá com maior abundância em águas cujas características estejam próximas das ótimas.

O método multivariado aplicado (análise canónica das correspondências - ACC) revelou-se uma boa técnica de ordenação para analisar a influência de inúmeras variáveis ambientais na distribuição das diatomáceas, aspecto também confirmado por outros autores (DIXIT *et al.*, 1991; AGBETI, 1992; DIXIT & SMOL, 1995; O'CONNELL *et al.*, 1997).



## AGRADECIMENTOS

Este trabalho foi financiado pela JNICT ao abrigo dos programas "CIÊNCIA" e "PRAXIS XXI".

## REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- AGBETI, M. D. (1992) - Relationship between Diatom Assemblages and Trophic Variables: A Comparison of Old and New Approaches. *Can. J. Fish. Aquat. Sci.* **49**: 1171 - 1175.
- AMERICAN PUBLIC HEALTH ASSOCIATION (APHA) (1995) - (19<sup>th</sup> ed.). *Standard Methods for the Examination of Water and Wastewater*. American Public Health Association, Washington. 1042 pp.
- CORING, E. (1996) - Use of diatoms for monitoring acidification in small mountain rivers in Germany with special emphasis on "Diatom Assemblage Type Analysis" (DATA). In: *Use of Algae for Monitoring Rivers II*. B. A. Whitton & E. Rott (eds), Innsbruck: 7 - 16.
- COSTE, M. (1978) - Sur l'utilisation des diatomées benthiques pour l'appréciation de la qualité biologique des eaux courantes. Méthodologie comparée et approche typologique. Thèse Fac. Sci. Techn. 143 pp.
- COSTE, M. (1986) - Les méthodes microfloristiques d'évaluation de la qualité des eaux. Cemagref, Bordeaux. 25 pp + annexe.
- DESCY, J. - P. (1984) - Écologie et distribution de diatomées benthiques dans le bassin belge de la Meuse. *Inst. Roy. Sci. Nat. Belg. Documents de Travail*: 24 pp + estampas.
- DIXIT, S. S. & SMOL, J. P. (1995) - Diatom evidence of past water quality changes in Adirondack Seepage Lakes (New York, U.S.A.). *Diatom Research* **10** (1): 113 - 129.
- DIXIT, S. S., DIXIT, A. S. & SMOL, J. P. (1991) - Multivariable environmental inferences based on diatom assemblages from Sudbury (Canada) lakes. *Freshwater Biology* **26**: 251 - 266.
- ELORANTA, P. (1995) - Type and quality of river waters in central Finland described using diatom indices. *Proceedings of the Thirteenth International Diatom Symposium, Maratea, Italy, 1<sup>st</sup> - 7<sup>th</sup> September 1994*. D. Marino & M. Montresor (eds.). Biopress Limited, Bristol: 271 - 280.
- GIL, M. C. (1988) - Estudo ecológico das Diatomáceas dos rios Águeda, Agadão e Alfusqueiro. Dissertação apresentada à Universidade de Aveiro para obtenção do grau de doutor em Biologia. Departamento de Biologia, Universidade de Aveiro. 389 pp + anexo + 14 estampas.
- GIL, M. C. P., RINO, J. A. & NICOLAU, F. C. (1993) - Diatomáceas da bacia do rio Vouga. Estudo autoecológico dos taxa mais frequentes - Parte I. Aceite para publicação na Revista Biologia da Universidade de Aveiro.
- HALL, A. & LUCAS, M. (1981) - Analysis of ammonia in brackish waters by the indophenol blue technique: comparison of two alternative methods. *Rev. Port. Quím.* **23**: 205 - 211.
- KELLY, M. G., WHITTON, B. A. & LEWIS, A. (1996) - Use of diatoms to monitor eutrophication in U.K. rivers. In: *Use of Algae for Monitoring Rivers II*. B. A. Whitton & E. Rott (eds), Innsbruck: 79 - 86.
- LENOIR, A. & COSTE, M. (1996) - Development of a practical diatom index of overall water quality applicable to the French National Water Board Network. In: *Use of algae for monitoring rivers II*. B. A. Whitton & E. Rott (eds.). Institut für Botanik, Universität Innsbruck: 29 - 43.

- MCCORMICK, P. V. & CAIRNS, Jr, J. (1994) - Algae as indicators of environmental change. *J. Appl. Phycol.* **28** (1): 117 - 133.
- O'CONNELL, J. M., REAVIE, E. D. & SMOL, J. P. (1997) - Assessment of water quality using epiphytic diatom assemblages on *Cladophora* from the St. Lawrence river (Canada). *Diatom Research* **12** (1): 55 - 70.
- PIPP, E. (1997) - Klassifikation oberösterreichischer Fließgewässer anhand der Kiesalgenzusammensetzung, AMT der Oberösterreichischen Landesregierung, uneterabteilung Gewässerschutz, Linz, Austria, 187 pp.
- PRYGIEL, J. & COSTE, M. (1993) - The assessment of water quality in the Artois - Picardie water basin (France) by the use of diatom indices. *Hydrobiologia* **269/270**: 343 - 349.
- RINO, J. M. A. & GIL, M. C. P. (1987) - Diatomáceas do rio Cértima - Estudo preliminar. *Rev. Biol. U. Aveiro* **1**:53 - 103.
- RODIER, J. 1971. L'analyse chimique et physico-chimique de l'eau. Dunod, Paris. 700 pp.
- STRICKLAND, J. & PARSONS, T. (1972) - (2<sup>nd</sup> ed.). *A Practical Handbook of Seawater Analysis*. Fisheries Research Board of Canada Bulletin n° 167. Ottawa.
- TER BRAAK, C. J. F. (1988) - A FORTRAN program for canonical community ordination by (partial) (detrended) (canonical) correspondence analysis (version 2.1.).report LWA - 88-02. Agricultural Mathematics Group, Wageningen, 95 pp.
- TER BRAAK, C. J. F. (1990) - Update notes: CANOCO version 3.1. Agricultural Mathematics Group, Wageningen, 35 pp.

## TÉCNICAS HISTOLÓGICAS E ULTRAESTRUTURAIS EM ESTUDOS DE ECOFISIOLOGIA PLANCTÓNICA

M. Pastorinho<sup>1</sup>, M. L. Pereira<sup>1</sup>, I. K. Pai<sup>3</sup>, U. Azeiteiro<sup>2</sup>, J. Fonseca<sup>2</sup>  
& F. M. Morgado<sup>1</sup>

1 - Departamento de Biologia, Universidade de Aveiro, 3800 Aveiro, Portugal  
2 - IMAR - Laboratório de Zoologia, Universidade de Coimbra, 3030 Coimbra, Portugal  
3 - Departamento de Zoologia, Universidade de Goa, Índia

Pastorinho, M., Pereira, M. L., Pai, I. K., Azeiteiro, U., Fonseca, J. & Morgado, F. M. (2000). Técnicas histológicas e ultraestruturais em estudos de ecofisiologia planctónica. *Revista Biol. (Lisboa)* **18**: 167-176.

Este trabalho é parte de um estudo multidisciplinar e integrado do Estuário do Mondego, por forma a estimar o impacto dos efeitos antrópicos e *forcings* naturais na circulação de matéria e energia. O principal objectivo é a caracterização dos diferentes grupos pelágicos nas vertentes taxonómica, trófica e ecológica. Pretende-se que desta forma sejam avaliados os impactos ambientais na estrutura e funcionamento do ecossistema pelágico, que levem ao desenvolvimento de ferramentas conceptuais e linhas de força para a gestão integrada e sustentada de ecossistemas estuarinos. A aplicação de técnicas histológicas e de microscopia electrónica a espécies chave do zooplâncton, para além do factor inovação que em si próprio encerra, é da maior importância se tivermos presente que a organização interna dos organismos constitui um indicador fiel da influência que o ambiente exerce sobre o comportamento e funcionamento dos ecossistemas. As metodologias descritas permitem a identificação de anomalias/patologias em diversos órgãos dos organismos zooplânctónicos e o eventual estabelecimento de correlações com as actividades antrópicas em presença no estuário. Estas técnicas actuam como complemento do conteúdo bioquímico das espécies chave permitindo a construção de representações esquemáticas e a modelização dos sistemas.

Palavras chave: Histologia, *Acartia clausi*, *Acartia tonsa*, *Mesopodopsis slabberi*, impacto humano, estuários.

Pastorinho, M., Pereira, M. L., Pai, I. K., Azeiteiro, U., Fonseca, J. & Morgado, F. M. (2000). Histological and

ultrastructural techniques in plankton ecophysiological studies. *Revista Biol. (Lisboa)* **18**: 167-176.

This study is part of a multidisciplinary and integrated project over the Mondego Estuary-Portugal, which aims to estimate the impact of the anthropic effects and natural forcing in the energy and matter circulation. The main objective is the characterisation of the different pelagic groups in its taxonomic, trophic and ecological components. Through this is meant to evaluate the environmental impacts in the structure and functioning of the pelagic ecosystem, leading to the development of conceptual tools and guiding lines for the integrated and sustainable management of the estuarine ecosystem. The application of histological and electron microscopic techniques to key species of the zooplankton, besides the innovation that represents in itself, is of the greatest importance, once we take in consideration that the internal organisation of the organisms constitutes a reliable indicator of the influences environment bestows upon the functioning and behaviour of ecosystems. The methods here described allow the identification of anomalies/pathologies in various organs of zooplanktonic organisms and their connection with anthropic activities present in the estuary. These techniques act as a complement to the information obtained by the biochemical composition analysis of these key species allowing the schematic representation and modelling of the systems.

Key words: Histology, *Acartia clausi*, *Acartia tonsa*, *Mesopodopsis slabberi*, human impact, estuary.

## INTRODUÇÃO

O presente trabalho é parte de um estudo multidisciplinar e integrado do estuário do Rio Mondego de modo a estimar o impacto humano na dinâmica de energia e matéria. Os objectivos primordiais são as caracterizações das componentes pelágicas do ecossistema, a sua taxonomia e biologia trófica, dinâmica e ecologia. Deste modo pretende-se avaliar o impacto ambiental de *forcings* naturais e actividades antrópicas na estrutura e funcionamento do ecossistema pelágico por forma a fornecer um contributo para o desenvolvimento de modelos conceptuais de gestão de ecossistemas estuarinos.

A compreensão, raras vezes tentada, da bioecologia de espécies planctónicas através do recurso à análise da sua estrutura histológica (especialmente não tocante às variações registadas com o evoluir do ciclo reprodutivo) (FREEMAN *et* BRACEGIRDLE, 1977) foi a via escolhida pelos autores para contribuir, ao nível deste compartimento, para a consecução dos objectivos acima formulados, estando presentes neste texto as etapas já realizadas e aquelas que se propõem ainda realizar.

Foram seleccionadas três espécies: *Acartia clausi* Giesbrecht (Arthropoda; Crustacea; Copepoda; Calanoida), *Acartia tonsa* Dana (Arthropoda; Crustacea; Copepoda; Calanoida) e *Mesopodopsis slabberi* Van Beneden (Arthropoda; Crustacea; Malacostraca; Misidacea).

Esta selecção deveu-se, no caso dos dois copépodes, ao facto de serem organismos de marcada representatividade em praticamente todas as cadeias tróficas do meio aquático, quer pela posição ocupada nestas cadeias, fazendo a transferência entre os produtores primários do pelagos - os elementos de fitoplâncton - e os níveis superiores -peixes e larvas de peixes planctívoros, para citar somente os mais importantes, quer, facto intimamente relacionado com o anterior, pela sua enorme abundância, geradora de dominância nas comunidades zooplantónicas onde se inserem, dominância esta que é flutuante consoante as estações do ano (DEEVEY, 1971; TODD *et* LAVERACK, 1991). Para além da sua importância na biomassa planctónica, assumem também uma importância funcional da maior relevância relacionadas com os diferentes regimes alimentares, podendo ser herbívoros ou carnívoros, tendo igualmente sido registada a omnivoria (DEEVEY, 1960) e sofrem predação de peixes planctívoros e predadores invertebrados. A estes aspectos é comumente atribuída a estruturação das populações (BINET, 1977; KLEIN-BRETELIER, 1982) e a alternância dos seus padrões típicos de dominância/ausência (que oscila de acordo com gradientes latitudinais) (GAUDY, 1971).

A escolha do misidáceo prendeu-se com o local em estudo -Estuário do Mondego- pois apesar de não ser, de forma alguma de ocorrência tão generalizada como os copépodes é ainda assim a mais abundante das 14 espécies de misidáceos em presença, antevendo-se assim um papel de grande relevância em termos do estabelecimento de interacções tróficas (SILVEIRA *et al*, 1993; AZEITEIRO *et al*, 1999).

Os misidáceos retiveram de forma notória um *facies* primitivo característico dos elementos de maiores dimensões da sua Classe (como, por exemplo, *Palaemon serratus* Pennant), sendo por isso mais facilmente identificáveis que os restantes peracarida (JORGENSEN *et* MATTHEWS, 1970). Podem ser encontrados com frequência em lagunas entre a vegetação subaquática, preferindo, no entanto, canais de água livre em estuários ou o mar aberto. Durante o dia nadam perto do fundo, fixando-se a vegetais aquáticos ou rochas ou constróem túneis nos substratos moles (WEBB *et* WOOLRIDGE, 1990). Durante a noite verifica-se migração em direcção à superfície, fazendo-se que a sua distribuição sob forma de aglomerados ("nuvens"). Em termos alimentares actuam como filtradores ou necrófagos. Sofrem predação principalmente de espécies planctívoras da ictiofauna. Os padrões de reprodução registam ampla variação com a latitude (FOSSA *et al*, 1990; VISCIDO *et al*, 1997) sendo, no entanto, aparentemente contínua na área em estudo (AZEITEIRO, 1999).

## MATERIAL E MÉTODOS

**Local do estudo** - O estuário do Mondego, na costa Oeste de Portugal (40°08'N, 8°50'W), possui uma bacia hidrográfica que drena 6 670 Km<sup>2</sup>, tem uma área de 3.3 Km<sup>2</sup> e um volume de 0.0075 Km<sup>3</sup> (GONÇALVES, 1991). A amostragem decorreu no Braço Sul, que possui condições de menor hidrodinamismo, dependendo a circulação da água do ciclo mareal (com uma variação de maré compreendida entre 0.35 e 3.3 m) e do aporte de água doce, cuja principal fonte se situa num afluente do Mondego - o Rio Pranto. As profundidades atingidas variam entre os 2 e os 4 metros. Estas condições levam a um tempo de residência de 9 dias (contra apenas 2 do Braço Norte) (AZEITEIRO *et al*, 1999). O Rio Pranto cujo fluxo foi regulado até há 2 anos por uma comporta, estando agora permanentemente encerrada, é caracterizado por águas baixas e sedimento fino, com grandes fracções de vasa arenosa e elevados teores de matéria orgânica e carbonatos (AZEITEIRO *et al*, 1999).

A captura dos organismos foi realizada com o recurso a uma rede de plâncton com malha de 335 µm e uma rede de epibentos de malha 500 µm, ambas operadas a partir de uma embarcação (com arrastos de, respectivamente, 3 e 5 minutos). O conteúdo dos copos de captura foi depois colocado (com o auxílio de um esguicho com água do local) em contentores de 100 l de capacidade por forma a manter os organismos vivos no decurso do transporte para o laboratório.

Uma vez filtrado em crivos de malha correspondente às redes, o material biológico em estudo foi separado do restante por triagem à lupa. Seleccionam-se organismos para fotografias *in vivo*, lotes de *Acartia tonsa* e *Acartia clausi* e lotes de fêmeas, machos e juvenis de *Mesopodopsis slabberi*. Estes lotes (aproximadamente 50 indivíduos) foram objecto de procedimentos "standard" em termos de técnica histológica sendo, no entanto, de relevar a introdução de modificações pontuais, tornadas necessárias pela especificidade dos organismos em causa, especificidade essa que emerge sobretudo de três factores: reduzidas dimensões, sensibilidade e fragilidade das estruturas e o revestimento por cutícula quitinosa.

A fixação foi realizada em "Solução Bouin" e a desidratação por via de álcoois de crescente graduação, sendo estes líquidos renovados com o auxílio de uma seringa, por forma a causar o mínimo de danos nos organismos.

Na fase de impregnação a principal modificação surge no prolongamento da estadia em estufa da mistura de Benzol e parafina de ponto de fusão 42-44°C, já que passa a 12 horas (na técnica "standard" o período previsto é de 1 hora, tendo este prolongamento a virtude de evitar a desquitinização normalmente necessária a estes organismos quando sujeitos a processos histológicos). De registar que durante toda esta fase há necessidade de colocar o material em caixas de Petri, uma vez que as parafinas sucessivamente utilizadas são de crescente grau de fusão, o que leva à sua pronta solidificação e consequente coalescência e a aderência dos organismos às paredes do frasco (se se mantivesse a sua utilização), obrigando ao manuseio directo, causando-lhes dano, e tornando-os, assim, imprestáveis para a aplicação da técnica.

Os blocos obtidos, contendo entre 4 e 6 organismos consoante as suas dimensões, foram seccionados por meio de um micrótopo LEITZ 1512 (espessura de corte entre 8 e 10  $\mu\text{m}$ ).

A coloração foi efectuada com Hematoxilina e Eosina-Phloxina e a subsequente montagem com Eukitt<sup>TM</sup>.

As observações e fotografias foram efectuadas por meio de microscópio NIKON e de máquina NIKON FX-35 DX controlada por módulo NIKON AFX - DX.

As técnicas de Microscopia Electrónica (aqui com modificações decorrentes só das dimensões e sensibilidade dos organismos) foram aplicadas somente a estruturas que, pelas características particulares das suas células constituintes, pudessem fornecer dados (alguns certamente inusitados) acerca da ecofisiologia destas espécies planctónicas. Assim, foram seleccionadas as gónadas de *Acartia tonsa* e *Acartia clausi* e os olhos e gónadas de *Mesopodopsis slabberi*. Neste contexto procedeu-se à recolha dos olhos do misidáceo e ao corte e rejeição de uma porção do cefalotórax, permitindo um acesso facilitado às gónadas (já que a sua grande dimensão, obviamente no contexto e escala presentes, colocaria dificuldades aos cortes em ultramicrótopo).

## RESULTADOS

Seguidamente se apresentam resultados concretos da aplicação das técnicas anteriormente descritas, por meio de registos fotográficos obtidos ao Microscópio Óptico (figuras 1 a 6) e ao Microscópio Electrónico de Transmissão (figuras 6 e 7).

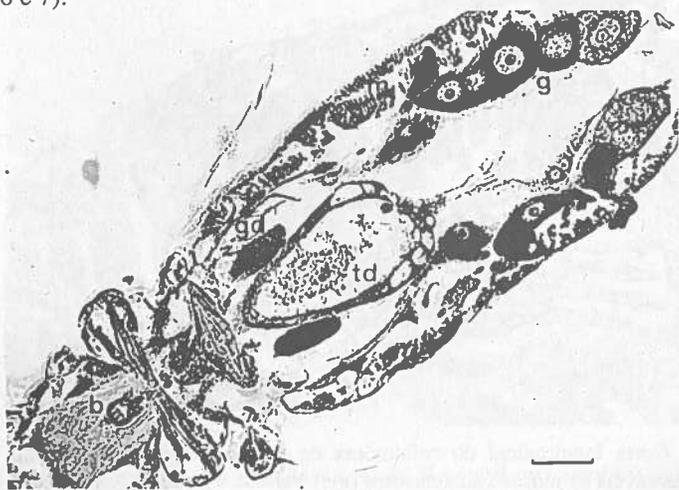


Figura 1. Corte longitudinal de uma fêmea de *Acartia tonsa* Dana, sendo observáveis as massas gonadais (g) com oócitos em diferentes estados de desenvolvimento., tecido muscular (m), glândulas digestivas (gd), tracto digestivo (td) e a boca (b) (HE, x250, escala: 50  $\mu\text{m}$ ).

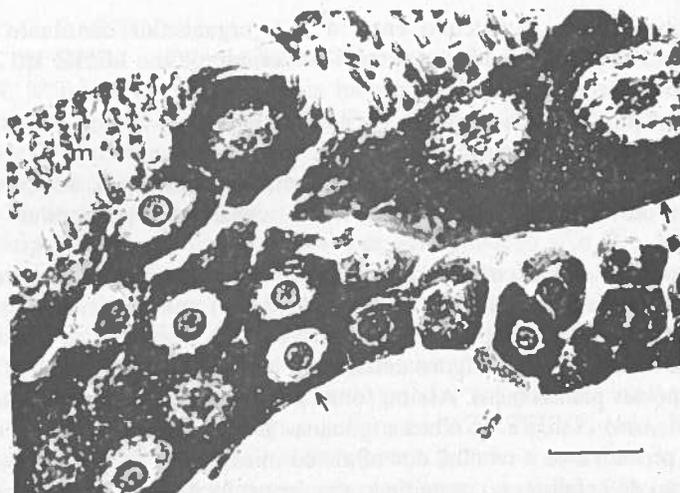


Figura 2. Corte longitudinal das gónadas de *Acartia tonsa* Dana, patenteando oócitos em diferentes fases de desenvolvimento (→) e tecido muscular (m) (HE, x 1000, escala: 20  $\mu$ m).

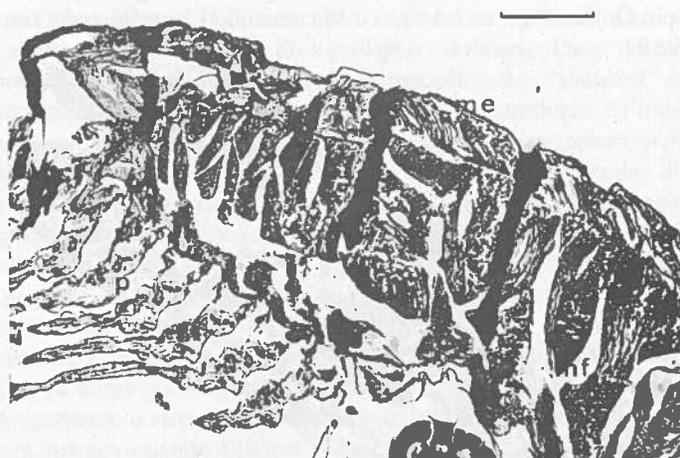


Figura 3. Corte longitudinal do cefalotórax de *Mesopodopsis slabberi* Van Beneden, sendo observáveis os músculos extensores (me) músculos flexores (mf) e maxilípedes (p) (HE, x100, escala: 200  $\mu$ m)

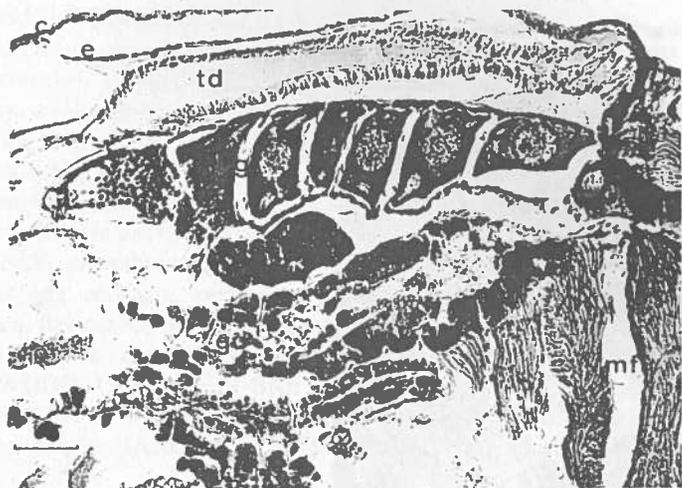


Figura 4. Corte longitudinal de uma fêmea de *Mesopodopsis slabberi* Van Beneden, sendo observáveis a cutícula (c), epiderme (e) (descolada da cutícula devido à fixação), tracto digestivo (td), massa gonadal (g), glândulas digestivas (d) e músculos flexores (mf) (HE, x250, escala: 50  $\mu$ m).

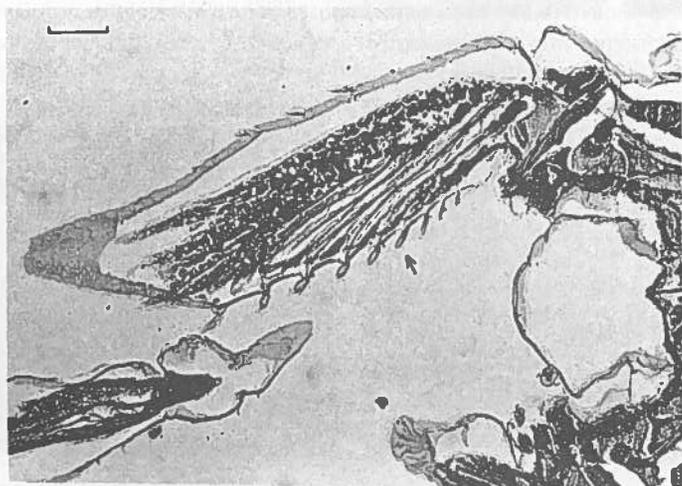


Figura 5. Corte longitudinal das brânquias (→) de *Mesopodopsis slabberi* Van Beneden (HE, x250, escala: 50  $\mu$ m).

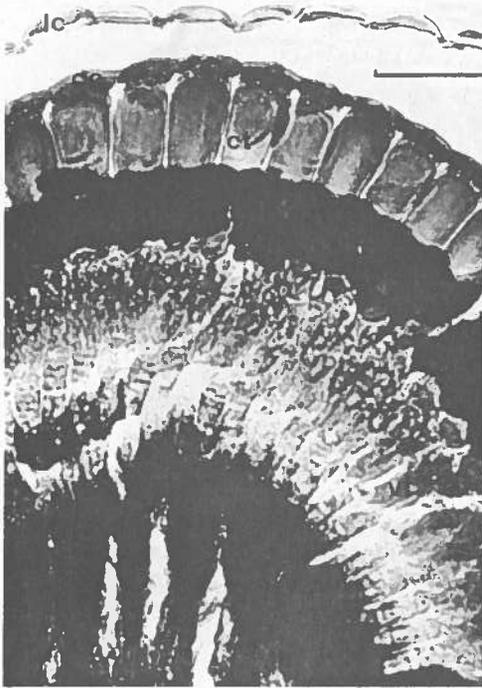


Figura 6. Corte longitudinal do olho composto de *Mesopodopsis slabberi* Van Beneden. São observáveis: lente cuticular (lc), células da cornea (cc), cone cristalino (ct), vitrellae (vt) (HE, x2500, escala: 10  $\mu$ m).

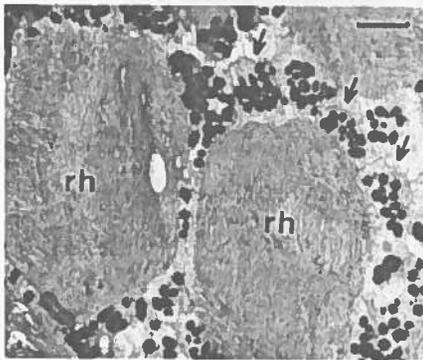


Figura 7. Corte transversal do olho composto do misidáceo *Mesopodopsis slabberi* Van Beneden, sendo observável a ultraestrutura das células do cone cristalino ( $\rightarrow$ ) (TEM, x7510, escala: 1  $\mu$ m).

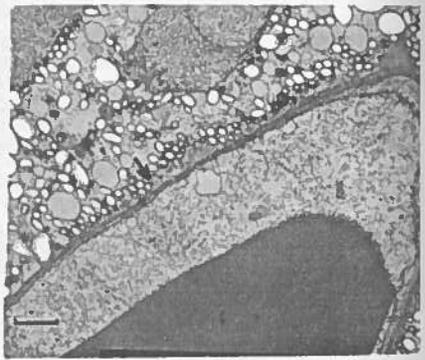


Figura 8. Corte transversal do olho composto do misidáceo *Mesopodopsis slabberi* Van Beneden, sendo observável a ultraestrutura do rhabdoma (rh) e células retinulares ( $\rightarrow$ ) (TEM, x4550, escala: 2  $\mu$ m).

## DISCUSSÃO E CONCLUSÃO

A insuficiência do número de amostragens até agora realizadas não permite, neste momento, a apresentação de elevado número de resultados o que condiciona o alcance de qualquer conclusão.

A técnica utilizada foi afinada a partir da metodologia "standard" pré-existente de modo a adequá-la aos organismos estudados.

A obtenção de lâminas e a aplicação da técnica fotográfica, permitindo o estabelecimento de um registo da evolução das gónadas dos organismos ao longo do seu ciclo reprodutivo conjuntamente com o cruzamento com os dados "clássicos" da ecologia, permitirão fazer uma avaliação sob a perspectiva histológica, das razões mais comumente apontadas para as variações nos ciclos reprodutivos dos organismos, sejam elas de predação (GAUDY, 1972; GREENWOOD, 1981; KLEIN-BRETELER, 1982; FOSSA *et* BRATERGARD, 1990; IANORA *et* BUTINO, 1990; IANORA, 1990; WEBB *et* WOOLRIDGE, 1990), dormência (IANORA *et* BUTINO, 1990) ou outras (VISCIDO *et al*, 1997).

A determinação morfométrica das dimensões gonadais, em correlação com as dimensões somáticas médias das coortes de proveniência, permitirá o estabelecimento de relações estatísticas com a criação de índices relevantes para a identificação de estágios sexuais dos organismos em estudo.

O escrutínio de modificações e/ou patologias (por microscopia óptica e eventual pormenorização por microscopia electrónica) na organização interna dos organismos e o estabelecimento de relações causa/efeito com actividades antrópicas e/ou pressões ambientais, fornecem-nos um instrumento de monitorização/avaliação ao nível celular de eventuais perturbações nos ecossistemas. Deste modo esta abordagem pode funcionar como detector precoce ou indicador da extensão dos impactos à escala celular.

A integração destes estudos com a química e bioquímica das espécies chave poderá contribuir para o melhor conhecimento da estrutura e funcionamento dos sistemas em análise.

## AGRADECIMENTOS

Aos revisores pelas sugestões apresentadas. Á Bióloga Carla Quintaneiro pela revisão do texto final.

## REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- AZEITEIRO, U. M. M., JESUS, L. & MARQUES, J.C. (1999). Distribution, population dynamics, and production of the suprabenthic mysid *Mesopodopsis slabberi* in the Mondego Estuary, Portugal. *Jour. of Crust. Biology*, 19(3): 498-509.
- BINET, D. (1977). Cycles biologiques et migrations ontogeniques chez quelques copépodes pelagiques des Eaux Ivoiriennes. *Cah. O.R.S.T.O.M., ser. Oceanogr.*, vol. XV, nº 2:111-138.

- DEEVEY, G. B. (1960). Relative effects of temperature and food on seasonal variations in length of marine copepods in some Eastern American and Western European waters. *Bull. Bingham Oceanogr. Coll.* XVII: 54-86.
- DEEVEY, G. B. (1971). The annual cycle in quantity and composition of the zooplankton of the Sargasso Sea off Bermuda. I. The upper 500 m. *Limnology and Oceanography*. Vol.16 (2): 219-240.
- FREEMAN, W.H. & BRACEGIRDLE, B. (1971). *An atlas of invertebrate structure*. Heinemann Educational Books, London.
- FOSSA, J. H, BRATTEGARD (1990). Bathymetric distribution of mysidacea in fjords of western Norway. *Mar. Ecol. Prog. Ser.* Vol 67: 7-18.
- GAUDY, R. (1971). Contribution a l'estude du cycle biologique des copepodes pelagiques du golfe de Marseille. 1- L'environnement physique et biotique et la composicion de la population de copepodes. *TETHYS* 3 (4): 921-942.
- GREENWOOD, J. G. (1981). Occurences of congeneric pairs of *Acartia* and *Pseudodiaptomus* species (Copepoda, Calanoida) in Moreton Bay, Queensland. *Estuarine Coastal and shelf Science*. VI: 591-596.
- GONÇALVES, F. J. (1991). *Zooplâncton e ecologia larvar de crustáceos decápodes no Estuário do Rio Mondego*. – Tese de Doutoramento, FCT, Universidade de Coimbra, Portugal.
- IANORA, A. & BUTINO, I. (1990). Seasonal cycles in population abundances and egg production rates in the planktonic copepods *Centropages typicus* and *Acartia clausi*. *Journal of Plankton Research* Vol 12 no.3: 473-481.
- JORGENSEN, G. & MATTHEWS, J. B. L. (1970). Ecological studies on the deep-water pelagic community of Korsfjorden, Western Norway. *SARSIA* 59: 67-84.
- KLEIN-BRETELER, W. C. M. (1982). The life stages of four pelagic copepods (Copepoda: Calanoida), illustrated by a series of photographs. *Neth. Inst. Sea Res., ser.6*: 1-32.
- ROSE, M. (1933). *Faune de France. Copepodes pelagiques*. Fédération Française des Sciences Naturelles, Paris.
- SILVEIRA, S. M. M.; NOGUEIRA, A.; RIBEIRO, R.; GONÇALVES, F.; MARQUES, J.C.; & SOARES, A.M.V.M. (1993). Crescimento e reprodução de *Mesopodopsis slabberi* Van Beneden (Crustacea: Mysidacea) no estuário do Rio Mondego. *Bol. UCA. U. Algarve, UCTRA*, vol.1:444-452.
- TODD, C.D. & LOVERACK, M. S. (1991). *Coastal Marine Zooplankton: a practical manual for students*. Cambridge University Press, Cambridge.
- VISCIDO, S. V., STEARNS, D. E. & ABLE, K. W. (1997). Seasonal and spatial patterns of an epibenthic decapod crustacean assemblage in NorthWest Atlantic continental shelf waters. *Estuarine Coastal and Shelf Science* 45:377-392.
- WEBB, P. & WOOLDRIDGE, T. H. (1990). Diel horizontal migration of *Mesopodopsis slabberi* (Crustacea: mysidacea) in Algoa Bay, Southern Africa. *Mar. Ecol. Prog. Ser.* Vol 62: 73-77.

## AQUACULTURA EM ZONAS COSTEIRAS. QUE IMPACTES? A SITUAÇÃO ACTUAL EM PORTUGAL.

**M. J. Amaral, S. Fernandes & M. H. Costa**

IMAR- Instituto do Mar; Departamento de Ciências e Engenharia do Ambiente  
Faculdade de Ciências e Tecnologia, Universidade Nova de Lisboa  
Quinta da Torre, 2825-114 - Monte de Caparica, Portugal  
mja@mail.fct.unl.pt; fernandes\_s@hotmail.com; mhcosta@mail.fct.unl.pt

Amaral, M. J., Fernandes, S. & Costa, M. H. (2000). Aquaculture on coastal zones. Which impacts? *Revista Biol. (Lisboa)* **18**: 177-192.

The increasing development of coastal zone aquaculture can generate coastal land-use conflicts. Economic development and conservation of the coastal zone appear rarely as completely compatible activities. Environmental impacts, either real or potential, of different aquaculture practices have been reviewed by several authors, most of them focusing on the negative ones. The existing opposite opinions can lead, by value judgement, to decision making that is not the most appropriate to a given social economic context. In Portugal, during the last decade, the scientific research aimed to evaluate the potential for developing this economic activity. Nevertheless, the practical experience and scientific research on environmental impact, during the same period, was less considered. The development of aquaculture compatible with the environment should be part of coastal zone management plan. A significant part of coastal zones potentially devoted to aquaculture are included in protected areas, a condition that should give rise to scientific research, within a management framework aiming the sustainable development of this activity.

**Key words:** Aquaculture, coastal zone, environmental impact.

Amaral, M. J., Fernandes, S. & Costa, M. H. (2000). Aquacultura em zonas costeiras. Que impactes? *Revista Biol. (Lisboa)* **18**: 177-192.

O crescente desenvolvimento da aquacultura em zonas costeiras gera conflitos com outros utilizadores. O desenvolvimento económico e a conservação da zona costeira raramente aparecem com sendo completamente compatíveis. Os impactes ambientais, potenciais ou reais, de diferentes práticas de aquacultura têm sido objecto de revisão por vários

autores, a maioria deles sublinhando os negativos. A existência de opiniões opostas sobre a mesma questão pode conduzir à tomada de decisões que, pela sua dependência de juízos de valor, pode não ser a mais acertada para um determinado local ou para um dado contexto sócio-económico. Em Portugal, na última década, têm-se desenvolvido alguns trabalhos de investigação científica para avaliar as potencialidades deste tipo de actividade económica. Porém, a experiência prática e a investigação sobre as perturbações ambientais que podem resultar deste tipo de actividade foram, no mesmo período, menos consideradas. O desenvolvimento de uma actividade de aquacultura compatível com o ambiente deveria ser parte integrante do plano de gestão da zona costeira como um todo. Uma parte significativa de áreas costeiras com potencialidade para a aquacultura está, em Portugal, incluída em áreas protegidas, condição que deveria privilegiar a pesquisa científica, como componente inseparável de qualquer programa de gestão ambiental, visando a integração desta actividade no desenvolvimento, que se pretende, sustentável.

Palavras chave: Aquacultura, zona costeira, impacte ambiental.

## INTRODUÇÃO

O contributo global da aquacultura para a produção aquática do mundo foi, em média, de 23% em 1995, com variações de 7 a 60%. Razões de natureza histórica, cultural e regional têm um papel preponderante na produção e na taxa de expansão desta indústria. A Europa é, em termos globais, a segunda área de produção mundial - 7,3% (SHANG & TISDELL, 1997) registando um crescimento muito lento a partir de 1994 a par da quase estagnação da captura total da pesca no mesmo período. A contribuição dos principais países com produção de aquacultura, na região, está representada na figura 1.

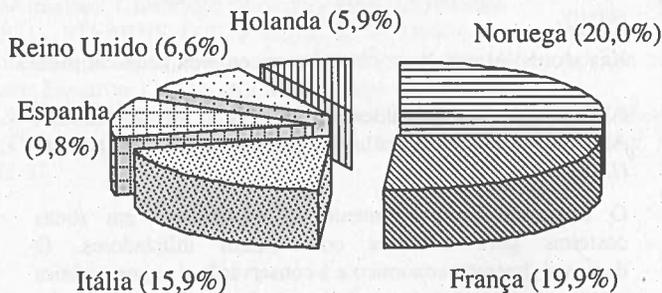


Figura 1 - Principais países da Europa produtores de aquacultura em 1995 (adaptado de TACON, 1997)

Com exceção de Espanha, devido a marés vermelhas e saturação do mercado e de Portugal devido a doença, em que se registou um decréscimo da produção de moluscos, os níveis de produção não ultrapassaram, em toda a Europa, os de 1984 (TACON, 1997). O relatório da FAO de 1997, relativo ao estado da aquacultura mundial, não discrimina a informação sobre o que é produto da pesca e produto da aquacultura, tornando-se difícil saber qual o significado da aquacultura em termos de suprimento de proteínas, nos países da Europa. No relatório da FAO de 1999, sobre o estado das pescas e da aquacultura mundial, é feita a distinção entre o tipo da produção. Apesar de se verificar um tendência crescente da produção aquícola na Comunidade Europeia (sem discriminar entre países) quer em águas interiores quer em águas marinhas, o contributo de ambas para a produção mundial revela uma tendência decrescente (de 23% a 8,4% entre 1984 e 1996), ou seja, uma redução de 63,5%. Relativamente ao consumo de produtos da pesca verifica-se que os países do Norte e Oeste da Europa são os maiores "fornecedores" de produtos da pesca (Tabela 1).

Tabela 1 - Consumo *per capita* de produtos da pesca e sua contribuição para o consumo de proteínas de origem animal em alguns países Europeus ( adaptado de TACON, 1997)

País	Consumo <i>per capita</i> (Kg)	Peixe/ Proteínas animais (%)
Islândia	92,7	30,4
Ilhas Faeroe	88,1	52,6
Portugal	57,3	24,3
Noruega	46,5	25,3
Espanha	39,1	17,9
Finlândia	32,8	15,5
França	27,7	8,2
EUROPA (média)	<b>18,1</b>	<b>9,0</b>

Portugal é referido como o 3º país consumidor de produtos da pesca na Europa (FAO, 1997; WWF, 1999) sendo o abastecimento do mercado consumidor feito com pescado fresco de excelente qualidade, na sua maioria, de origem marinha.

A produção aquícola em Portugal é inexpressiva, contribuindo apenas com cerca de 5% para o total de produtos do sector das pescas. Com efeito, em 1989 foi considerada, pela OCDE, como uma actividade incipiente em Portugal, apesar das potencialidades locais para o seu desenvolvimento dada a extensão da zona costeira e as excelentes condições hidroclimáticas. Com a adesão de Portugal à Comunidade Europeia e a possibilidade de recurso a financiamentos comunitários, a fundo perdido, seria de esperar um crescimento no sector. Este parece ter ocorrido (observação pessoal) mas os resultados são incipientes e/ou ainda não constam dos relatórios publicados.

### AQUACULTURA E AMBIENTE

As interacções ambiente/aquacultura podem ser consideradas como impactes produzidos pelo ambiente na aquacultura, impactes da aquacultura no ambiente, podendo em qualquer dos casos considerar-se negativos e positivos e ainda os impactes da aquacultura na própria aquacultura.

Entre os impactes da prática de aquacultura (Tabela 2) podem ser enumerados a alteração ou perda do biótopo, a introdução no ambiente de compostos químicos componentes da alimentação, a acumulação de matéria orgânica e enriquecimento em nutrientes com conseqüente perda da diversidade biológica nomeadamente alterações da estrutura das comunidades bênticas, a possibilidade de fuga das espécies introduzidas ou geneticamente alteradas, a propagação de doenças ou de agentes de terapia e até a limitação do uso público da água (BARG & PHILLIPS, 1997). Este impactes considerados em regra como negativos podem não o ser: o enriquecimento orgânico pode ser promotor de crescimento em sistemas de produção extensivos.

O ambiente pode, por sua vez, expôr os organismos à contaminação por xenobióticos, nomeadamente metais pesados e pesticidas sendo a sua influência na bioacumulação desses contaminantes dependente do tipo de aquacultura (HOWGATE *et al.*, 1997).

Associado com regime de produção intensiva, onde o confinamento dos organismos pode favorecer a propagação de doenças ou conduzir a situações de auto-poliuição, podem ser registados impactes negativos da aquacultura no próprio sistema.

Os níveis e tipos de produção de aquacultura nas zonas costeiras variam significativamente com a espécie cultivada, com os locais e com os métodos praticados (Tabela 3) estando implicitamente associadas com o desenvolvimento socio-económico.

Os impactes ambientais da aquacultura chamaram a atenção dos proponentes do desenvolvimento sustentável. Um sistema de aquacultura sustentável tem que ser exequível em termos biotecnológicos, ambientalmente seguro e viável do ponto de vista sócio-económico (SHANG & TISDELL, 1997).

### AQUACULTURA, AMBIENTE E DESENVOLVIMENTO SOCIO-ECONÓMICO

O significante contributo da aquacultura em zonas costeiras para o desenvolvimento sócio-económico inclui a produção de proteínas, a criação de oportunidades de emprego e a aquisição de divisas, em muitos países em desenvolvimento (CHUA, 1992). A obtenção de produtos de melhor qualidade nutricional, conseguida através do desenvolvimento da investigação que vise a melhoria da qualidade dos produtos e a rentabilização da aquacultura, conduz a uma melhoria das condições económicas (aumento do rendimento económico) e sociais (aumento de postos de trabalho) no sector rural ligado às pescas.

Tabela 2 –Impacte ambiental potencial resultante de Aquacultura em Zonas Costeiras (adaptado de CHUA, 1992)

Impacte ambiental	“Inputs” da aquacultura / actividades									
	Tipo de organismo em cultura	Alimento	Produtos farmacêuticos	Pesticidas/metais pesados	Hormonas/promotores de crescimento	Material detritico e fezes	Estruturas físicas	Espécies exóticas	Extracção de águas subterrâneas	Agentes anti-fouling ou aditivos plásticos
Coluna de água	-	●	-	-	-	●	-	-	-	-
Cadeia trófica	●	●	⊕	⊕	-	●	-	⊕	-	⊕
Consumo de oxigénio	●	●	-	-	-	●	-	⊕	-	-
Destruição de habitats	? ⊕	-	-	-	-	-	●	-	-	-
Biodiversidade	-	●	●	●	⊕	⊕	-	●	-	⊕
Biofouling (biodeposição)	? ⊕	-	-	-	-	-	●	-	-	●
Alteração das comunidades bênticas	-	⊕	●	⊕	-	⊕	-	⊕	-	⊕
Vida selvagem	-	-	-	-	-	-	⊕	-	-	-
Toxicidade para os organismos	-	⊕	-	⊕	-	-	-	-	-	●
Resistência a antibióticos	-	-	●	-	-	-	-	-	-	-
Crescimento de espécies indesejadas	-	●	-	-	-	●	-	-	-	⊕
Modificação do substracto	-	●	-	-	-	●	-	-	-	-
Eutrofização	-	●	-	-	-	●	-	-	-	-
Acidificação do solo	-	⊕	-	-	-	●	⊕	-	-	-
Subsidência de terras	-	-	-	-	-	-	⊕	-	●	-
Salinização de terrenos agrícolas	-	-	-	-	-	-	⊕	-	⊕	-
Salinização de aquíferos	-	-	-	-	-	-	⊕	-	●	-

● Impacte significativo ; ⊕ Impacte provável; - Não existe relação

Tabela 3 – Impactes ambientais de aquacultura em zonas costeiras tendo em consideração o tipo de sistema de cultura (Adaptado de CHUA, 1992)

Sistemas de aquacultura	Actividades e descargas de sistemas de aquacultura								
	Conversão de zonas húmidas	Introdução de espécies	Restos e materiais fecais	Alimento excedente	Fertilizantes	Produtos farmacêuticos	Desinfectantes	Pesticidas	Anti-fouling
Represas	●	●	●	●	●	●	-	●	-
Reservatórios de salinas	-	-	●	●	-	-	-	-	-
Tanques	-	●	●	●	-	●	●	-	-
Canais	-	●	●	●	-	●	●	-	-
Caixas	-	●	●	●	-	●	-	-	●
Jaulas suspensas	-	●	●	●	-	-	-	-	●
Jangadas	-	●	●	●	-	-	-	-	-
Linha	-	●	●	●	-	-	-	-	-
Estacas	-	●	●	●	-	-	-	-	-
Fundo	-	-	●	●	-	-	-	-	-
Maternidades	-	●	●	●	●	●	●	-	-

● Impacte significativo; - Não existe relação

Os impactes da aquacultura devem, pois, ser considerados na sua vertente ambiental e socio-económica. O desenvolvimento da aquacultura compatível com o ambiente deveria ser parte integrante do plano de gestão da zona costeira como um todo. A aquacultura pode contribuir para melhorar e conservar habitats e a biodiversidade, tanto como pode ter impactes negativos.

Existem muitos factores biotecnológicos que afectam a compatibilidade ambiental e a viabilidade sócio-económica da aquacultura (Figura 2).

As espécies seleccionadas e o sistema são os factores mais importantes. As espécies, sempre que possível indígenas, devem ter interesse comercial, valor nutricional, serem compatíveis com o habitat a utilizar e serem socialmente aceitáveis nos circuitos comerciais locais.

Está comprovado que a grande maioria das práticas de aquacultura em todo o mundo se processaram com significativos benefícios em termos nutricionais e sociais, geralmente com poucos ou nenhuns "custos" ambientais (FAO, 1997).

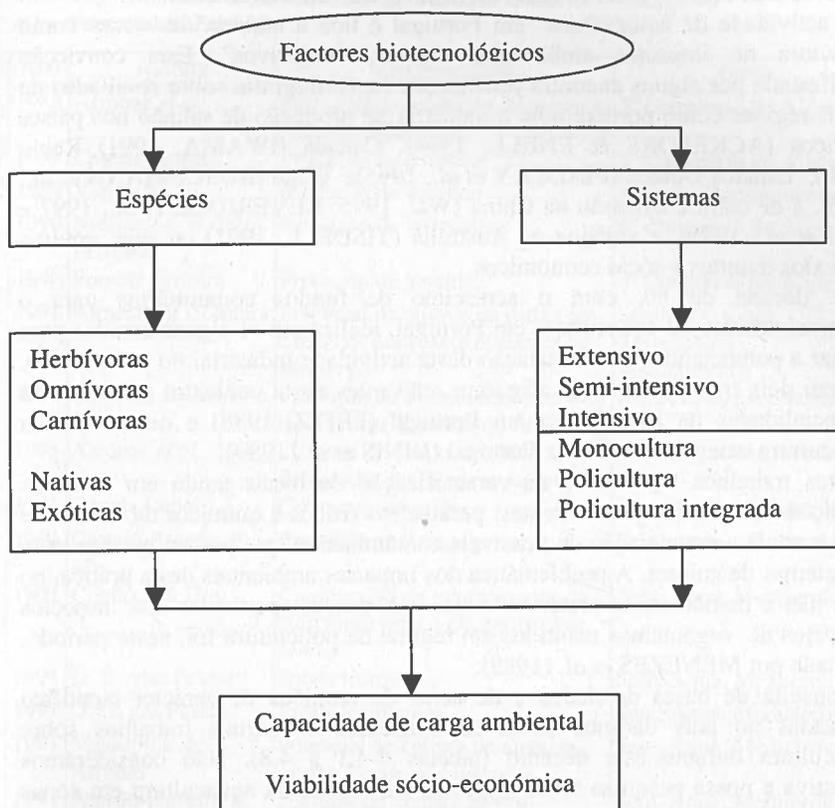


Figura 2 – Factores biotecnológicos que afectam a capacidade de carga ambiental e a viabilidade sócio-económica em aquacultura (adaptado de SHANG & TISDELL, 1997)

A aquacultura pode ser considerada com base, no nível de desenvolvimento, em culturas de pequena escala - a nível familiar ou de subsistência, produção para mercados de pequena escala ou dirigidas para a produção em que as diferentes etapas de desenvolvimento são realizadas por diferentes parceiros integrados num sistema de produção faseado ou, finalmente, produção industrial que pode envolver todas as etapas de desenvolvimento da produção (da reprodução até ao mercado).

Os aquacultores, tal como os agricultores, podem constituir-se em força política que influencie as autoridades governamentais a implementar planos e políticas que acentuem os impactes positivos da aquacultura sustentável. Neste aspecto é importante a integração do conhecimento empírico dos actuais e dos potenciais produtores ( PULLIN, 1993).

### AQUACULTURA E IMPACTES AMBIENTAIS EM PORTUGAL

A actividade de aquacultura em Portugal é tida a maioria das vezes como produtora de impactes ambientais, diga-se, "negativos". Esta convicção manifestada por alguns encontra justificação na bibliografia sobre resultados de outras regiões como por exemplo a indústria de produção de salmão nos países nórdicos (ACKEFORS & ENELL, 1994), Canadá (IWAMA, 1991) Reino Unido, Estados Unidos (FINDLAY *et al.*, 1995) e Chile (BUSCHMANN *et al.*, 1986), a de ostra e camarão na China (WU, 1995; BEVERIDGE *et al.*, 1997 e ZHU *et al.*, 1999), e amêijoia na Austrália (TISDELL, 1991) ou seja, noutros contextos naturais e sócio económicos.

Na década de 80, com o acréscimo de fundos comunitários para o desenvolvimento da aquacultura em Portugal, realizaram-se alguns estudos para avaliar a potencialidade da instalação desta actividade industrial no país. Assim, surgem dois trabalhos que se afiguram relevantes neste contexto: um sobre as potencialidades da aquacultura em Portugal (FRITZ, 1988) e outro sobre a aquacultura extensiva no Sul de Portugal (DINIS *et al.*, 1989).

Estes trabalhos baseiam-se na caracterização de locais tendo em conta as condições ambientais prevaletentes: parâmetros físicos e químicos da coluna de água e ainda a enumeração de possíveis contaminantes que podem por em risco os sistemas de cultura. A problemática dos impactes ambientais desta prática, no país, não é demonstrada nestes trabalhos. A questão particular dos aspectos sanitários de organismos mantidos em regime de policultura foi, neste período, estudada por MENEZES *et al.* (1989).

A consulta de bases de dados e de actas de reuniões de carácter científico realizadas no país dão-nos conta da existência de alguns trabalhos sobre aquacultura durante este decénio (tabelas 4-4.1 a 4.8). Não consideramos exaustiva a nossa pesquisa sobre impactes ambientais da aquacultura em zonas costeiras, em Portugal, apenas porque sabemos ser prática corrente a realização de reuniões de carácter científico de que se elabora um livro de resumos, em regra distribuído aos participantes, sem depósito em bibliotecas, não chegando a ser publicado um livro de actas ou outra forma de publicação, nomeadamente em revistas científicas nacionais ou estrangeiras, perdendo-se assim informação relevante sobre a investigação científica realizada no país, e o desejável intercâmbio e complementaridade entre grupos de investigação.

Genericamente os trabalhos reflectem vertentes de investigação que se prendem com o conhecimento sobre potencial de produção (33%), desenvolvimento da aquacultura (13%), situação e perspectivas (14%) e estudos ecológicos (11%) destacam-se em relação aos que se referem a estudos sobre qualidade alimentar para o consumo humano (5%), de patologias (3%) e de viabilidade económica (3%).

A vertente dos impactes ambientais (14%) começa a ser analisada na óptica do efeito do ambiente sobre a aquacultura. Os aspectos sócio-económicos desta actividade não foram objecto de estudo.

Tabela 4 – Resultado da Revisão bibliográfica, por temas de Investigação  
4.1 - Potencial de Produção

Ano	Autores	Especificidade	Fonte
1988	Arrobas <i>et al.</i>	Potencial de produção do camarão <i>Penaeus japonicus</i>	5º Congresso do Algarve
1988	Castelo Branco	Produção de <i>Artemia</i>	5º Congresso do Algarve
1989	Vieira, N.	Produção de <i>Artemia</i>	Tese de Doutoramento
1990	Noronha & Pousão-Ferreira	Produção de microalgas	6º Congresso do Algarve
1990	Pousão-Ferreira	Produção de juvenis	6º Congresso do Algarve
1991	Almeida & Coimbra	Potencial do cultivo de ostras em canais de adução e efluentes no Mondego	Seminário sobre Aquacultura Mediterrânica
1991	Almeida & Coimbra	Produção de ostreiculturas na Ria de Aveiro e Estuário do Lima	Sem. Aqua. Mediterrânica
1991	Arrobas <i>et al.</i>	Culturas de stocks de altas densidades de <i>Penaeus japonicus</i>	Sem. Aqua. Mediterrânica
1991	Capela Lopes	Cultura do esturjão	Sem. Aqua. Mediterrânica
1991	Castelo Branco <i>et al.</i>	Produção de <i>Artemia</i>	Sem. Aqua. Mediterrânica
1991	Condeça & Diniz	Comparação de dois métodos de cultivo do robalo <i>Dicentrarchus labrax</i>	Sem. Aqua. Mediterrânica
1991	D. G. das Pescas	Estabelecimentos	Sem. Aqua. Mediterrânica
1991	D. G. das Pescas	Estabelecimentos	Sem. Aqua. Mediterrânica
1991	Massapina & Arrobas	Potencial de cultura de ameijoia macha <i>Venerupis pullastra</i>	Sem. Aqua. Mediterrânica
1991	Pousão-Ferreira & Nery	Posturas de <i>Sparus aurata</i>	Sem. Aqua. Mediterrânica
1991	Vilela	Produção de zooplankton como alimento em maricultura	Sem. Aqua. Mediterrânica
1994	Castelo Branco <i>et al.</i>	Crescimento de linguado <i>Solea senegalensis</i> em tanques no Estuário do Sado	Sem. Rec. Hali. Amb. Aq. e Qual. do Pesc. da P. Setúbal
1994	Ruano & Dias	Contribuição para o apoio à moluscicultura	Sem. Rec. Hali. Amb. Aq. e Qual. do Pesc. da P. Setúbal
1994	Vilela & Menezes	Produção de <i>Artemia</i> em salinas	Sem. Rec. Hali. Amb. Aq. e Qual. do Pesc. da P. Setúbal
1997	Diniz <i>et al.</i>	Potencial de cultivo de linguado ( <i>Solea senegalensis</i> )	9º Congresso do Algarve
1998	Castelo Branco	Crescimento de post larves de linguado <i>Solea senegalensis</i> em tanques de terra	X SIEBM
1998	Tavares <i>et al.</i>	Estruturação de comunidades macrozoobentónicas em regime semi-intensivo	X SIEBM

## 4.2 - Desenvolvimento da aquacultura

ANO	Autores	Especificidade	Fonte
1989	OCDE	Organização, cooperação e desenvolvimento económico	
1991	Bandarra <i>et al.</i>	Valor nutricional de componentes de rações	Seminário sobre Aquacultura Mediterrânica
1991	Navalho & Diniz	Construção de tanques de terra	Seminário sobre Aquacultura Mediterrânica
1991	Palma Brito	Melhoramento genético	Seminário sobre Aquacultura Mediterrânica
1991	Pousão-Ferreira & Sá e Silva	Modelo de um circuito para cultivo de larvas de dourada	Seminário sobre Aquacultura Mediterrânica
1994	Pereira <i>et al.</i>	Utilização de farinha de soja na dieta de <i>Sparus aurata</i>	Sem. Rec. Hali. Amb. Aq. e Qual. do Pesc. da P. Setúbal
1995	Pousão-Ferreira	Aspectos técnicos de sistemas semi-intensivos	8º Congresso do Algarve
1998	Henriques (ed.)	Manual de Aquacultura	
1999	Diniz	Papel da Aquacultura no repovoamento	Colóquio Pescas e Ambiente

## 4.3 - Impactes ambientais

Ano	Autores	Especificidade	Fonte
1983	Menezes	Introdução e transferência de animais aquáticos	Seminário sobre Aquacultura
1990	Marques <i>et al.</i>	Indicadores de poluição numa piscicultura extensiva	6º Congresso do Algarve
1991	Vale <i>et al.</i>	Variações químicas de interface coluna de água - sedimento num banco de crescimento de ameijoas	Seminário sobre Aquacultura Mediterrânica
1993	Brogueira & Cabeçadas	Variação da qualidade de efluentes	Relat. Téc. Cient. INIP
1994	Brogueira <i>et al.</i>	Interações aquacultura-ambiente no Estuário do Sado	Sem. Rec. Hali. Amb. Aq. e Qual. do Pesc. da P. Setúbal
1994	Monteiro & Oliveira	Resposta da produção planctónica á utilização de alimento artificial	Sem. Rec. Hali. Amb. Aq. e Qual. do Pesc. da P. Setúbal
1996	Santinha <i>et al.</i>	Qualidade de água	5ª Conferência Nac. sobre a Qualid. Do Amb.
1998	Amaral & Costa	Comunidades de macrozoobentos das salinas do Sado	3º Encontro Nacional de Ecologia SPECO
1999	Cancela da Fonseca	Aquacultura <i>versus</i> Áreas protegidas	Colóquio Pescas e Ambiente FCUL.

## 4.4 - Situação e perspectivas

Ano	Autores	Especificidade	Fonte
1988	Cachola	Moluscicultura no Algarve	5º Congresso do Algarve
1988	Fritz (coord.)	Potencialidades da Aquacultura em Portugal	FLAD
1989	Diniz <i>et al.</i>	Aquacultura extensiva no Sul de Portugal	Relatórios da NATO
1994	Dias	Aquacultura no Estuário do Sado	Sem. Rec. Hali. Amb. Aq. e Qual. do Pesc. da P. Setúbal
1994	Dias <i>et al.</i>	Importância económica de Moluscos bivalves no Estuário do Sado e do Tejo	Sem. Rec. Hali. Amb. Aq. e Qual. do Pesc. da P. Setúbal
1994	Martins <i>et al.</i>	Avaliação de recursos e interesse económico no Estuário do Tejo	Sem. Rec. Hali. Amb. Aq. e Qual. do Pesc. da P. Setúbal
1994	Palma Brito	Aquacultura no Estuário do Tejo	Sem. Rec. Hali. Amb. Aq. e Qual. do Pesc. da P. Setúbal
1995	Associação dos Piscicultores do Algarve	Algarve	8º Congresso do Algarve
1999	Amaral <i>et al.</i>	Aquacultura em zonas costeiras. Que impactes?	4º Encontro Nacional de Ecologia SPECO

## 4.5 - Estudos Ecológicos

Ano	Autores	Especificidade	Fonte
1988	Gamito, S.	Parâmetros físico-químicos em tejos de salinas	5º Congresso do Algarve
1996	Rocha <i>et al.</i>	Produção de <i>Ruditapes decussatus</i> (com problemas de auto-poliuição)	5ª Conf. Nac. sobre a Qual. do Ambiente
1997	Machado & Cancela da Fonseca	Macrozoobentos em pisciculturas semi-intensivas	9º Congresso do Algarve
1998	Amaral & Costa	Comunidades bênticas em sistemas de salinas	X SIEBM
1998	Cancela da Fonseca <i>et al.</i>	Estrutura trófica de povoamentos macrozoobentónicos	X SIEBM
1998	Fernandes <i>et al.</i>	Relações tróficas da epifauna de um reservatório	X SIEBM
1999	Cancela da Fonseca	Gestão e conservação do Parque Natural da Ria Formosa	Int. Conf. on Sust. Manag. of Coast. Ecos.

## 4.6 - Qualidade alimentar para consumo humano

Ano	Autores	Especificidade	Fonte
1994	Caetano <i>et al.</i>	Variações de metais e organoclorados em sedimentos e organismos	4ª Conf. Nac. sobre a Qual. do Ambiente
1994	Ferreira <i>et al.</i>	Compostos organoclorados e metais em peixes do Estuário do Sado	Sem. Rec. Hali. Amb. Aq. e Qual. do Pesc. da P. Setúbal
1999	Amaral <i>et al.</i>	Metalotioninas e metais pesados em <i>Sparus aurata</i>	6ª Conf. Nac. sobre a Qual. do Ambiente

## 4.7 - Patologias

Ano	Autores	Especificidade	Fonte
1989	Menezes <i>et al.</i>	Aspectos sanitários da policultura marinha e medidas de profilaxia	Relat. Téc. Cient. INIP
1994	Menezes	Doenças de peixes	Sem. Rec. Hali. Amb. Aq. e Qual. do Pesc. da P. Setúbal
1995	Menezes	Controle de doenças em peixes	Bol. Inst. Port. Invest. Marit.

## 4.8 - Viabilidade económica

Ano	Autores	Especificidade	Fonte
1991	Sobral <i>et al.</i>	Produção aquícola e salineira	Relat. Téc. Cient. INIP
1995	Palma Brito	Eficiência bio-económica da piscicultura costeira	8º Congresso do Algarve
1999	Amaral <i>et al.</i>	Gestão sustentada de um ecossistema de salinas	Int. Conf. Sust. Manag. of Coast. Ecos.

Os primeiros resultados sobre a avaliação da exequibilidade prática da produção aquícola conjuntamente com a produção salineira, numa salina activa do estuário do Sado devem-se a SOBRAL *et al.* (1991), enquanto o primeiro trabalho dedicado à avaliação do impacte ambiental da aquacultura é realizado por MARQUES *et al.* (1990), através da comparação de índices de poluição.

BROGUEIRA & CABEÇADAS (1993), avaliam os impactes ambientais de efluentes de aquacultura no meio receptor, FERREIRA *et al.*, (1994) analisam a acumulação de compostos organoclorados e metais em peixes de "viveiros" do estuário do Sado e CAETANO *et al.* (1994) determinam os níveis de metais e de organoclorados em sedimentos e organismos mantidos em policulturas, em regime extensivo no estuário do Sado, um contributo para o conhecimento da qualidade de produtos para consumo humano, MENEZES (1994) investiga os aspectos sanitários de policultura marinha, BROGUEIRA *et al.*, (1994) e

MONTEIRO & OLIVEIRA (1994) procuram a resposta ambiental para os empreendimentos de aquacultura no estuário do Sado.

Em 1995, MENEZES reporta-se ao controlo das doenças em peixes de aquaculturas.

SANTINHA *et al.* (1996) avaliaram a evolução da qualidade da água de um sistema de monocultura semi-intensivo e ROCHA *et al.* (1996) relativamente a um ensaio de produção de *Ruditapes decussatus* na Ria de Aveiro sugere que os seus resultados se devem a auto-poluição da espécie cultivada.

AMARAL & COSTA (1998) apresentam os resultados de um estudo sobre os efeitos da aquacultura nas comunidades bênticas do reservatório de uma salina. No mesmo ano é editado um manual de aquacultura (HENRIQUES, 1998) para apoio a quem trabalha ou pretenda trabalhar em aquacultura.

Em 1999, AMARAL *et al.* apresentam o resultado de um estudo sobre a qualidade de produtos provenientes de aquacultura tendo em vista o consumo humano. Importa referir que em duas reuniões de carácter científico realizadas em 1999, o tema da aquacultura é encarado na óptica dos impactes que produz e ainda na do desenvolvimento sustentável:

Colóquio Pescas e Ambiente – Uma Aliança para o Próximo Milénio, (FCUL, Lisboa, 17-18 Jun. 1999) em que CANCELA DA FONSECA apresenta reflexões sobre o desenvolvimento da aquacultura em áreas protegidas e DINIS considera o papel da aquacultura no repovoamento. Nas conclusões deste colóquio afirma-se que “acima de tudo importa assegurar a sustentabilidade dos sistemas a desenvolver” e considera-se “urgente o enquadramento do desenvolvimento da aquacultura nacional numa política de ordenamento quer das águas litorais quer das continentais .no sentido de se definirem zonas de aptidão para esta actividade e os respectivos padrões de utilização, reduzindo o conflito com outras actividades”.

International Conference on Sustainable Management of Coastal Ecosystems, (UFP, Porto, 3-5 Nov. 1999) onde 22 % dos trabalhos apresentados se reportam à análise dos impactes ambientais da aquacultura, incluindo medidas de mitigação e modelação visando o desenvolvimento sustentável.

Os resultados dos trabalhos efectuados sobre impacte ambiental de empreendimentos de aquacultura em zonas costeiras de Portugal referem-se sobretudo ao aproveitamento de reservatórios de salinas ou à conversão de salinas em empreendimentos aquícolas onde o regime de produção não é intensivo. As conclusões dos diferentes autores estão de acordo, com outros referentes à zona sul da Europa - Espanha (DRAKE & ARIAS, 1997) e Grécia (KARAKASSIS *et al.*, 1998) onde as condições ambientais são distintas das do norte da Europa.

A utilização de reservatórios de salinas, mesmo em regime de produção semi-intensivo, acauteladas que sejam as condições de renovação da água, parece cumprir duas funções importantes. Por um lado a manutenção de um ecossistema de existência secular, de indubitável valor paisagístico, que serve de zonas de

refúgio, nidificação e permanência de aves nas suas rotas migratórias. Por outro, a possibilidade de inclusão desta actividade no plano de ordenamento e gestão da zona costeira, integrando o saber empírico das populações rurais, permitindo a melhoria das condições sociais e económicas de produtores em pequena escala.

Em Portugal parte das zonas costeiras com potencialidades para a aquacultura estão incluídas em Áreas Protegidas o que constitui uma situação de excelência para a prática de investigação científica. O estabelecimento de programas de investigação científica que visem o desenvolvimento sustentável da aquacultura possibilitará a definição de padrões de exploração e de limites para indicadores de qualidade dos efluentes de empreendimentos de aquacultura.

### CONCLUSÕES

Em Portugal, a investigação científica, não demonstrou que à produção de aquacultura está sempre associado um impacte "negativo". Pelo contrário, os estudos realizados referem não haver efeitos negativos nem para o sistema nem para o meio receptor, dos efluentes de empreendimentos de aquacultura em regime extensivo e semi-intensivo.

Nas áreas protegidas com potencialidades para o desenvolvimento da aquacultura, sem alteração do habitat dever-se-ia privilegiar a pesquisa científica, como componente inseparável de qualquer programa de gestão ambiental, visando a integração desta actividade no desenvolvimento sustentável.

### AGRADECIMENTOS

Este trabalho realizou-se no âmbito das Bolsas Praxis XXI- M.J.A. BD/5034/95 e S. F. BTI/17285/98

### REFERÊNCIAS

- ACKEFORS, H. & ENELL M. 1994. The release of nutrients and organic matter from aquaculture systems in Nordic countries. *J. Appl. Ichthyol.* **10**: 225-241.
- AMARAL, M. J. & COSTA M.H. 1998. Efeitos da Aquacultura nas comunidades de macrozoobentos de salinas do Sado – 3º Encontro Nacional de Ecologia – Resumos, 3-5 de Dez. de 1998, Faro.
- AMARAL, M. J., DINIZ M. & COSTA M.H. 1999. Metalotioninas e metais pesados em *Sparus aurata* (L.) cultivada no reservatório de uma salina de Estuário do Sado, in Santana, F. et al., (Eds.) 6ª Conferência Nacional Sobre a Qualidade do Ambiente, 20-22, Out., Lisboa, 2: 387-393.
- BARG, U. & PHILLIPS M. J. 1997. Environment and Sustainability, in Review of the State of Aquaculture, *FAO Fisheries Circular* Ver.1, **886**:55-66.
- BEVERIDGE, M. C. M., PHILIPS M. J. & MACINTOSH D. J. 1997. Aquaculture and the environment: the supply of and demand for environmental goods and services by Asian aquaculture and the implications for sustainability. *Aquaculture Research*, **28**: 797-807.
- BROGUEIRA, M. J. & CABEÇADAS G. 1993. Aspectos ambientais do desenvolvimento da aquacultura em zonas costeiras. *Rel. Téc. Cient. INIP*, Lisboa (66).10 pp.

- BROGUEIRA, M. J, CABEÇADAS G. & ROCHA C. 1994. Interações 'aquacultura ambiente no Estuário do Sado Seminário sobre recursos haliêuticos, ambiente, aquacultura e qualidade do pescado da Península de Setúbal. 26-27 Abr., Setúbal, *Publicações Avulsas do IPIMAR*, 1: 207- 216.
- BUSCHMANN, A., LÓPEZ D. A. & MEDINA A. 1996. A Review of the Environmental Effects and Alternative Production Strategies of Marine Aquaculture in Chile. *Aquacultural Engineering*, 15 (6): 397-421.
- CAETANO, CASTRO M. O. & VALE C. 1994. Níveis de compostos organoclorados e metais pesados nos compartimentos abiótico e biótico de um sistema de aquacultura – 4ª Conferência Nacional Sobre a Qualidade do Ambiente, 6-8 Abr. Lisboa, 1:191-199.
- CHUA, T. E. 1992. Coastal Aquaculture Development and the Environment – The role of coastal area management, *Marine Pollution Bulletin*, 25, (1-4):98-103.
- DINIS, M. T., NADKARINI J. A. & CASTILHO R. 1989. Piloting Brackishwater Opportunities – Extensive aquaculture in the South of Portugal. NATO. 20pp + Anexo 23 fig.
- DRAKE, P. & ARIAS A. M. 1997. The effect of Aquaculture Practices on the Benthic Macroinvertebrate Community of a Lagoon System in the Bay of Cadiz (Southwestern Spain), *Estuaries*, 20 (4):677-688.
- FAO 1997. Aquaculture development – *Fao-Tech. Guidel.-Responsib.-Fish.n 5.*, Roma.
- FAO 1999. The State of World Fisheries and Aquaculture (SOFIA 1998), Roma.
- FERREIRA, A. M., COSTA P., CAETANO M. & VALE C.1994. Acumulação de compostos organoclorados e metais em peixes provenientes de viveiros do estuário do Sado, Seminário sobre recursos haliêuticos, ambiente, aquacultura e qualidade do pescado da Península de Setúbal. 26-27 Abr., Setúbal, *Publicações Avulsas do IPIMAR*, 1:121-130.
- FINDLAY, R. H., WATLING L. & MAYER L. M. 1995. Environmental Impact of Salmon Net-Pen Culture on Marine Benthic Communities in Maine: A case study. *Estuaries* 18 (1A): 145-179.
- FRITZ, E. S. (Coord.) 1988. Potencialidades da aquacultura em Portugal – Análise e proposta de intervenção, FLAD, Lisboa.
- HOWGATE, P. C., LIMA DOS SANTOS C. & SHEDADEH Z. H. 1997. Safety of Food Products from Aquaculture, in Review of the State of Aquaculture, *FAO Fisheries Circular Ver.1*, 886:67-74.
- IWAMA, G. K. 1991. Interactions between aquaculture and the Environment. *Critical Reviews in Environmental Control*, 21 (2) : 177-216.
- KARAKASSIS, I., TSAPAKIS M. & HATZIYANNI E. 1998. Seasonal variability in sediment profiles beneath fish farm cages in the Mediterranean , *Mar Ecol Prog Ser*, 162:243-252.
- MARQUES, D., PALARÉ T., CONDEÇA J. & SANTOS OLIVEIRA J. 1990. Comparação de indicadores de poluição em aquacultura na Ria Formosa. 6º Congresso do Algarve, 395-400.
- MENEZES, J., DINIS. M. T., NUNES M. C., MOLEDO M. A & CONCEIÇÃO P. 1989. Aspectos sanitários da policultura marinha e Medidas de profilaxia. Relat. Téc. Cient. INIP, Lisboa (15).17 pp.
- MENEZES, J. 1994. Doenças em peixes cultivados no Estuário do Sado e seu controlo Seminário sobre recursos haliêuticos, ambiente, aquacultura e qualidade do pescado da Península de Setúbal. 26-27 Abr., Setúbal, *Publicações Avulsas do IPIMAR*, 1: 175-186.

- MENEZES, J. 1995. Methods for diseases control in fish culture. Bol. Inst. Port. Invest. Marít., Lisboa, 1 : 95-100.
- MONTEIRO, M. T. & OLIVEIRA M. R. L. 1994. Respostas da produção planctónica à utilização de alimento artificial em pisciculturas do Estuário do Sado. Seminário sobre recursos haliêuticos, ambiente, aquacultura e qualidade do pescado da Península de Setúbal. 26-27 Abr., Setúbal, *Publicações Avulsas do IPIMAR*, 1:217-226.
- OCDE 1989. Aquaculture. L'émergence d'une industrie nouvelle. Organização de Cooperação e Desenvolvimento Económico. 134 pp.
- PULLIN, R. S. V. 1993. Discussion and Recommendations on Aquaculture and the Environment in Developing Countries, in Pullin, R.S.V., H. Rosenthal & J. L. Maclean (Eds.) Environment and aquaculture in developing countries. ICLARM Conf. Proc., 31:313-338.
- ROCHA, A. C., MOREIRA M. H. & CUNHA M. R. 1996. Ensaio de produção em aquacultura de amêijoia-boa, *Ruditapes decussatus* (L.) na Ria de Aveiro: sistemas de produção e impacto ambiental 5ª Conferência Nacional Sobre a Qualidade do Ambiente, 10-12 Abr. Aveiro, 2: 1329-1341.
- SANTINHA, M. M., NORONHA P. M. & VIEIRA M. N. 1996. Caracterização da qualidade da água num sistema semi intensivo de produção de dourada (*Sparus aurata*, LINEU, 1758) 5ª Conferência Nacional Sobre a Qualidade do Ambiente, 10-12 Abr. Aveiro, 2:1361-1370.
- SHANG, Y. C. & TISDELL C. A. 1997. Economic Decision Making in Sustainable Aquaculture Development in Bardach, J. E. (Edi.) *Sustainable Aquaculture*, Jonh Willey & Sons,128:148.
- SOBRAL, A. M, RUANO F., ARROBAS I. & DIAS M. D. S. 1991. Experiência de produção conjunta de peixe, camarão e sal no estuário do Sado *Relat. Téc. Cient. INIP*, Liboa, 36.
- TACON, A. G. J. 1997. Regional Reviews - Europe, in Review of the State of Aquaculture, *FAO Fisheries Circular* Ver.1, 886:120-125.
- TISDELL, C. 1991. Development of Aquaculture and the environment: coastal conflicts, and giant clam farming as a case. *Intern. J. Environmental Studies* 39: 35-44.
- WU, R.S.S., 1995. The environmental impact of marine fish culture: Towards a sustainable future. *Mar. Pollut. Bull.* 31 (4-12): 159-166.
- WWF 1999. Fish consumption in Jonathan Loh (Ed) *Living Planet Report 1999*. <http://www.panda.org>.
- ZHU, M., CHEN, S., LI R. & ZHANG X. 1999. Aquaculture in North China and its impacts on the Coastal Ecosystem. In: *International Conference on Sustainable Management of Coastal Ecosystems* (Abstracts) (3 a 5 Novembro de 1999, UFP, Porto) pp. 39.

## INSTRUMENTOS JURÍDICO-ADMINISTRATIVOS DE TUTELA DO AMBIENTE

José Eduardo Figueiredo Dias

Faculdade de Direito da Universidade de Coimbra, 3000 Coimbra

### INTRODUÇÃO

Na comunicação apresentada no 4º *Encontro Nacional de Ecologia* pretendeu-se fazer uma abordagem genérica dos “Instrumentos jurídico-administrativos de tutela do ambiente”, pondo-se em destaque o papel de protagonismo que o direito administrativo assume na tutela jurídica do ambiente.

Para destacar esse papel, procurámos salientar a horizontalidade ou transversalidade do Direito do Ambiente, ainda em larga medida tributário dos institutos, meios e instrumentos dos ramos do Direito tradicionais, para em seguida analisar a importância da Constituição da República Portuguesa na protecção jurídica do ambiente. Em face das relações particularmente próximas entre a Constituição e o Direito Administrativo, é essa uma das razões que justifica a posição de protagonismo deste último.

O relevo do Direito Administrativo resulta também da sua particular aptidão para regular questões de índole técnica e da sua ligação às políticas estaduais (particularmente das levadas a cabo pelo Governo).

Foi também nosso objectivo realçar as fortes relações existentes entre a protecção do ambiente e a Administração Pública, uma vez que o maior ou menor relevo daquela protecção depende em larguíssima medida da importância que ela assuma no seio das políticas e das práticas da Administração Pública.

Em seguida debruçamo-nos, neste brevíssimo estudo, sobre os meios ou instrumentos jurídico-administrativos de protecção do ambiente, analisando os mecanismos relacionados com o *acesso à informação administrativa* em matéria de ambiente e com o *direito à participação*, principalmente em procedimentos administrativos, direito esse que configura simultaneamente um princípio fundamental do Direito do Ambiente.

Toda a matéria respeitante à actuação da Administração Pública (seja por intermédio de actos administrativos, seja através da elaboração de regulamentos), bem como à planificação por ela realizada foi abordada de forma muito sumária.

Também a matéria a julgar pelos tribunais administrativos no momento de fiscalizarem a legalidade da actuação administrativa (aquilo que normalmente se designa por contencioso administrativo) está ligada de forma muito particular à

tutela do ambiente, representando a possibilidade de acesso ao contencioso administrativo outro instrumento de defesa do ambiente.

A palestra que proferimos ocupou-se, por fim, do principal instrumento específico desenvolvido pelo Direito do Ambiente: a Avaliação de Impacte Ambiental (AIA), que é claramente um instrumento jurídico-administrativo de tutela do ambiente.

### 1.- O DIREITO DO AMBIENTE – APROXIMAÇÃO GERAL

À medida que a protecção do ambiente se tornou numa preocupação central dos indivíduos e da sociedade, os juristas tiveram de abandonar uma atitude de indiferença em relação aos problemas respectivos, passando a surgir normas, meios, instrumentos e institutos jurídicos destinados à regulamentação dos comportamentos humanos susceptíveis de degradar as condições ambientais. Numa primeira fase ao nível internacional, com a celebração de pactos, acordos e convenções internacionais em matéria de ambiente e, posteriormente, nas ordens jurídicas internas, o Direito passou a ocupar-se deste novo interesse individual e social, que passou a constituir um bem jurídico.

No que respeita às “pré-compreensões” do Direito do Ambiente pode discutir-se se essa pré-compreensão será essencialmente *antropocêntrica* ou *ecocêntrica*: de acordo com a primeira, a protecção do ambiente visa ainda prioritariamente assegurar a sobrevivência do Homem em condições de vida dignas e sãs; para a segunda, o Direito do Ambiente visa directamente a protecção do ambiente como um valor em si mesmo.

De qualquer forma, parece inegável que a regulamentação das questões ambientais pelo Direito trouxe uma grande novidade ao sentido e à forma de os juristas encararem a realidade: ao contrário de todos os ramos do Direito tradicionais, no Direito do Ambiente não é o Homem que aparece *sempre* no centro das preocupações dos juristas, sendo tal lugar em muitos casos ocupados pela natureza (concretamente pelos componentes ambientais como o ar, a água ou o solo cuja tutela se pretende, ou pela própria fauna ou flora que se procura defender).

O Direito do Ambiente, apesar deste novo espírito ou filosofia pelos quais é animado, é ainda em larga medida tributário dos meios, instrumentos, institutos e técnicas tradicionais do Direito: ele resulta ainda, em grande parte, da adaptação das técnicas clássicas dos ramos do Direito tradicionais. O que se relaciona igualmente com a *horizontalidade* ou *transversalidade* desta nova disciplina jurídica: o ambiente “corta” transversalmente toda a ordem jurídica, uma vez que levanta problemas nas relações entre os diversos sujeitos que compõem a comunidade internacional (Direito Internacional Público), é um dos sectores onde mais se tem feito sentir a regulamentação da União Europeia (Direito Comunitário), suscita algumas das opções fundamentais da comunidade politicamente organizada (Direito Constitucional), é um sector fundamental da

intervenção do Estado e das relações entre a Administração Pública e os cidadãos (Direito Administrativo), suscita conflitos ao nível das relações entre sujeitos particulares (Direito Civil) e merece já a qualificação dos principais atentados ao ambiente como crimes (Direito Penal).

## 2.- A IMPORTÂNCIA DO DIREITO PÚBLICO

Apesar da referida horizontalidade do Direito do Ambiente, em nossa opinião são os ramos de Direito Público, particularmente o Direito Administrativo, que ocupam a posição de maior protagonismo na regulamentação jurídica dos comportamentos susceptíveis de produzirem efeitos ao nível do ambiente.

Apesar da existência de um *direito subjectivo ao ambiente* (indiscutível em Portugal, onde o artigo 66º, nº 1, da Constituição da República estabelece que “Todos têm direito a um ambiente de vida humano, sadio e ecologicamente equilibrado e o dever de o defender”), a verdade é que o ambiente é, antes de mais, um interesse colectivo, um bem jurídico que respeita a toda a comunidade, sendo o seu valor comunitário absolutamente decisivo.

Como tal, apesar de ser um direito dos cidadãos, que se poderão fazer valer dos meios disponibilizados pelo Direito Civil quando tal direito seja posto em causa por outros sujeitos privados, o ambiente é também (e, provavelmente, antes de mais) um bem público, que tem de ser tutelado pelos órgãos públicos e pelas normas e institutos do Direito Público.

As ligações entre a tutela do ambiente e as políticas públicas de protecção do ambiente são também inegáveis, o que vem enfatizar as fortes relações existentes entre o ambiente e o Direito Público. Relações ainda destacadas pela importância que a Constituição da República confere à tutela ambiental.

Como é sabido, a Constituição ocupa a posição de topo na hierarquia das fontes do Direito, sendo muitas vezes a justo título apelada de “Lei Fundamental”. Não obstante, no âmbito do Direito Público (dentro do qual merecem referência destacada o Direito Constitucional e o Direito Administrativo, que são inegavelmente ramos do Direito Público, quer se atenda ao critério dos sujeitos, ao critério dos fins ou interesses em causa ou ainda ao critério dos poderes de autoridade) a Constituição assume ainda maior importância.

Ora, desde a sua versão originária (de 1976) que a nossa Constituição acolhe o ambiente no seu texto, falando hoje diversos autores na existência de uma “Constituição Ambiental” em virtude do número, da diversidade e da “força” normativa dos diversos preceitos constitucionais sobre o ambiente [de entre os quais podemos destacar a al. e) do artigo 9º, a al. a) do nº 3 do artigo 52º e todo o artigo 66º]. Em face destas normas, o ambiente surge na Constituição como fim ou tarefa do Estado, como atribuição da Administração Pública e como direito fundamental de todos os cidadãos.

Como tal, da importância que o ambiente assume na Constituição resulta mais uma razão para se enfatizar o papel do Direito Público na tutela do ambiente.

### 3.- O PAPEL DO DIREITO ADMINISTRATIVO

O Direito Administrativo ocupa a posição de maior protagonismo na regulamentação jurídica do ambiente. Tal posição resulta logo das referidas normas que formam a "Constituição Ambiental": as ligações entre o Direito Administrativo e a Constituição são fortíssimas, sendo este ramo do Direito qualificado por diversos autores como direito constitucional concretizado.

O Direito Civil é claramente insuficiente na regulamentação jurídica do ambiente: apesar de não haver dúvidas de que o ambiente configura um direito subjectivo de todos os cidadãos e de que, muitas vezes, aparecem conflitos e controvérsias entre sujeitos particulares no domínio do ambiente, a verdade é que o ambiente é bem mais do que um direito subjectivo: a sua configuração como interesse colectivo, como bem jurídico que respeita a toda a comunidade e que, como tal, tem de ser protegido e promovido pelos órgãos administrativos da comunidade, vem reforçar em muito o papel do Direito Administrativo, atribuindo-lhe uma posição de protagonismo.

Ao que se soma a ligação do ambiente às políticas estaduais, sendo o Direito Administrativo aquele ramo do Direito com ligações mais próximas a essas políticas. Devendo também mencionar-se a sua maior aptidão para regular questões de índole técnica, como muitas vezes acontece com as questões ambientais.

O ambiente é também uma atribuição fundamental da moderna Administração Pública, no que constitui mesmo, como já foi referido, uma imposição jurídico-constitucional. Toda a estrutura organizatória da Administração Pública foi "invadida" pelas preocupações de defesa e promoção do ambiente: ao nível governamental, já vem de longe a criação do Ministério do Ambiente, cuja importância tem vindo a ser crescente (sendo ainda de mencionar, no âmbito da *administração estadual directa central*, a Direcção-Geral do Ambiente e a Inspecção Geral do Ambiente, entre outros órgãos); também no que respeita à *administração estadual directa periférica* existem as direcções regionais do ambiente (do Norte, do Centro, de Lisboa e Vale do Tejo, do Alentejo e do Algarve), como serviços desconcentrados do ministério do ambiente; na *administração estadual indirecta* existem diversos institutos públicos com atribuições na área do ambiente, entre os quais podemos referir, apenas a título de exemplo, o Instituto de Promoção Ambiental (IPAMB), o Instituto de Conservação da Natureza (ICN) ou o Instituto da Água; finalmente, no que se refere à *administração autónoma*, são destacadas as atribuições das autarquias locais (administração autónoma local) em sede de tutela do ambiente, bem como das regiões autónomas dos Açores e da Madeira (administração autónoma regional).

Sendo o Direito Administrativo o ramo do Direito que regula a Administração Pública (e as suas relações com os particulares) sempre que actua no uso dos seus poderes de supremacia ou de autoridade, também da relação entre a tutela

ambiental e a Administração Pública resulta mais uma nota para sublinhar o papel de protagonismo daquele Direito na ordenação jurídica do ambiente.

#### 4.- INSTRUMENTOS JURÍDICO-ADMINISTRATIVOS DE TUTELA DO AMBIENTE

Conforme já referimos, o Direito do Ambiente é ainda, em larga medida, tributário dos meios, instrumentos e institutos clássicos do ramo do Direito tradicionais. Compreende-se então facilmente que os instrumentos, meios, técnicas e institutos do Direito Administrativo desempenhem aqui um papel fundamental: daí o interesse em estudar os *actos administrativos* com efeitos ao nível ambiental, os *procedimentos administrativos* que conduzam a tomadas de decisão com repercussões no ambiente, os *contratos administrativos* celebrados com vista à protecção do ambiente, o *ilícito de mera ordenação social* (que material e processualmente é ilícito administrativo, e que é o ilícito-regra em sede ambiental) e ainda os meios de controlo e fiscalização da actividade administrativa (particularmente o *contencioso administrativo*), imprescindíveis para reagir contra comportamentos da Administração susceptíveis de porem em causa as condições ambientais.

Em todo o caso, vamo-nos centrar, de seguida, em alguns instrumentos jurídico-administrativos susceptíveis de ser usados com vista à protecção do ambiente, fazendo uma rápida análise do seu sentido e da sua importância.

##### 4.1.- Informação e participação

Os mecanismos de informação e de participação administrativa, em geral, têm vindo a ganhar importância nas últimas décadas, configurando hoje direitos dos administrados e princípios gerais da actividade administrativa. Têm mesmo estatuto jurídico-constitucional, como resulta da mera leitura dos artigos 268º, nºs 1 e 2 e 267º, nº 5.

No entanto, na área do ambiente a informação e a participação ocupam um lugar ainda de maior destaque: em face da al. c) do artigo 3º da Lei de Bases do Ambiente (LBA) o *princípio da participação* é um dos princípios fundamentais do direito do ambiente. Estabelece esta norma: “os diferentes grupos sociais devem intervir na formulação e execução da política de ambiente (...) através dos órgãos competentes de administração central, regional e local (...)”. Naturalmente que o que está aqui em causa é, antes de mais, a participação em procedimentos administrativos, sendo o papel da informação igualmente decisivo, uma vez que uma participação adequada, consciente e verdadeiramente interessada pressupõe a informação: só pode haver participação se a informação dos cidadãos e dos seus grupos ou associações estiver garantida.

Ainda no que se refere à LBA, deve mencionar-se a al. i) do seu artigo 4º, em face da qual “A existência de um ambiente propício à saúde e bem-estar das pessoas e ao desenvolvimento social e cultural das comunidades, bem como à melhoria da qualidade de vida, pressupõe a adopção de medidas que visem (...) a

promoção da participação das populações na formulação e execução da política de ambiente e qualidade de vida, bem como o estabelecimento de fluxos contínuos de informação entre os órgãos da Administração por ela responsáveis e os cidadãos a quem se dirige”.

Especificamente quanto à *informação ambiental* pode também mencionar-se a existência, na Lei de Acesso aos Documentos da Administração (Lei nº 65/93, de 26 de Agosto, alterada pelas Leis nºs 8/95, de 29 de Março e 94/99, de 16 de Julho) de uma referência expressa ao ambiente, estipulando-se no nº 2 do seu artigo 3º que “A presente lei é ainda aplicável aos documentos em poder de organismos que exerçam responsabilidades públicas em matéria ambiental sob o controlo da Administração Pública”.

Não se pode ainda esquecer a Lei nº 35/98, de 18 de Julho, que define o estatuto das organizações não governamentais de ambiente (ONGAs), e que atribui o direito à informação a estas organizações no seu artigo 5º.

Quanto à *participação pública em matéria de ambiente*, deve desde logo articular-se a sua importância com aquele que é porventura o mais destacado princípio fundamental do Direito do Ambiente: o *princípio da prevenção*. Este princípio aponta para a necessidade de prevenir os atentados ao ambiente, em vez de procurar a sua recuperação ou o seu restabelecimento, tantas vezes impossível. Em matéria de ambiente é absolutamente claro que “mais vale prevenir do que remediar”, sendo a participação pública em matéria ambiental uma das formas de evitar que tais atentados aconteçam.

Daí a importância da participação no Direito do Ambiente, participação que é garantida não só pelos diplomas que a prevêm *em geral* (destacando-se o Código do Procedimento Administrativo, nomeadamente por intermédio das normas contidas nos seus artigos 7º, 8º e 10º e segs. e a Lei de Acesso aos Documentos da Administração) mas também por diplomas especificamente “ambientais”.

É isso que acontece com a citada Lei nº 35/98 (lei das ONGAs), concretamente nos seus artigos 6º (“Direito de participação”), 7º (“Direito de representação”) e 9º (“Meios e procedimentos administrativos”). E igualmente com a Lei nº 83/95, de 31 de Agosto (que garante o “Direito de participação procedimental e de acção popular) que consagra, nos seus artigos 4º e seguintes, a realização de um inquérito público aquando da “adopção de planos de desenvolvimento das actividades da Administração Pública, de planos de urbanismo, de planos directores e de ordenamento do território” e da “decisão sobre a localização e a realização de obras públicas ou de outros investimentos públicos com impacte relevante no ambiente ou nas condições económicas e sociais e da vida em geral das populações ou agregados populacionais de certa área do território nacional” (artigo 4º, nº 1).

Para permitir a audição dos interessados estabelece-se a obrigatoriedade de afixar editais nos lugares de estilo e de publicar anúncios em jornais do início do procedimento para elaboração dos planos ou decisões de realizar as obras ou

investimentos (artigo 5º), permitindo posteriormente a consulta dos estudos e de outros elementos preparatórios dos projectos (artigo 6º), estando prevista essa audição em audiência pública (artigo 8º), com o respectivo dever de ponderação e de resposta (artigo 9º).

#### 4.2.- A planificação administrativa

Também os mecanismos de planificação administrativa desempenham um papel decisivo na ordenação jurídica das condutas com incidência no ambiente.

A ligação entre o direito e a política é aqui evidente, bem como a integração dos componentes ambientais nas políticas de desenvolvimento económico regulamentadas pela Administração Pública: em face da reclamada exigência de um *desenvolvimento sustentável, sustentado* ou *auto-sustentado*, o ambiente é cada vez mais um valor a tomar em conta no seio das políticas e práticas de desenvolvimento económico, sendo necessário garantir a integração dos objectivos ambientais nas diversas políticas de âmbito sectorial.

Quando se fala em planificação ambiental é imprescindível relacionar tal planificação com os instrumentos do Direito do Urbanismo e do Ordenamento do Território: as relações entre estes ramos do Direito são muito próximas, qualificando a LBA expressamente como instrumentos de política do ambiente os “planos regionais de ordenamento do território, os planos directores municipais e outros instrumentos de intervenção urbanística” [al. e) do artigo 27º, nº 1, da LBA].

Para além dos planos urbanísticos e de ordenamento do território, merecem igualmente referência, em termos de planificação, a *reserva ecológica nacional* (REN) e a *reserva agrícola nacional* (RAN), bem como a estratégia nacional de conservação da natureza concretizada, nomeadamente, através da criação de Parques e Reservas Naturais, bem como pela fixação de áreas de paisagem protegida e outros instrumentos planificatórios.

A finalizar, não se pode esquecer a existência, no nosso país, de um Plano Nacional da Política de Ambiente (o PNPA): após a apresentação, no ano de 1994, de uma versão preliminar para discussão pública, veio a ser aprovado tal Plano por intermédio da Resolução do Conselho de Ministros nº 38/95, de 9 de Março de 1995 (publicada no *Diário da República*, I-Série B, nº 94, de 21 de Abril do mesmo ano). Este Plano não é um simples plano de actividades do (então) Ministério do Ambiente e Recursos Naturais, procurando a consideração do ambiente como uma vertente essencial da formulação de todas as políticas sectoriais.

Dá que no seu articulado se definam não só as orientações estratégicas da política de ambiente, como os objectivos e as acções programáticas específicas do Ministério do Ambiente, incluindo ainda a definição de objectivos e de acções programáticas intersectoriais, bem como dos instrumentos para a implementação da política de ambiente e, finalmente, regras tendentes à avaliação e controlo de execução de tais políticas.

#### 4.3.- Importância do acto administrativo

O acto administrativo foi, é e continuará a ser, previsivelmente, a principal forma jurídica de a Administração Pública actuar. Sendo esta última, sem dúvida, o principal agente na protecção do ambiente (se bem que também, infelizmente, um dos principais responsáveis pela sua degradação) é inegável o grande relevo que a figura do acto administrativo desempenha enquanto instrumento de protecção do ambiente.

Sem oportunidade de nos alongarmos sobre o tema, mencionaremos apenas o grande protagonismo que um tipo de actos administrativos assume no Direito do Ambiente: referimo-nos às *autorizações*, actos pelos quais a Administração retira determinados condicionamentos legais ao desenvolvimento de certas actividades pelos particulares. Em tudo o que se refere à iniciativa económica dos particulares, bem como ao desenvolvimento de actividades que se concretizam por exemplo no loteamento de terrenos ou na construção de obras particulares, os cidadãos só podem desenvolver tais actividades se para o efeito forem autorizados pela Administração, o que demonstra bem a importância destes actos ao nível do ambiente.

É também interessante notar como o ambiente tem suscitado dúvidas, problemas e reformulações no que toca à configuração clássica dos actos administrativos autorizativos, que se traduzem na necessidade de efectuar controlos periódicos às actividades autorizadas e em recorrer a *autorizações provisórias e parciais*, bem como às dúvidas colocadas à tradicional eficácia constitutiva de direitos dos actos autorizativos.

#### 4.4.-Em especial, a avaliação de impacte ambiental (AIA)

Apesar de o Direito do Ambiente ser ainda, em larga medida, tributário dos conceitos, meios e institutos dos ramos do Direito clássicos, a verdade é que ele já criou novos institutos jurídicos, de entre os quais se destaca o instituto da avaliação de impacte ambiental (AIA).

Este instituto traduz-se num procedimento (ou, talvez mais correctamente, num sub-procedimento, “enxertado” num procedimento tendente, por exemplo, ao licenciamento de uma actividade industrial) que se pode qualificar, sem qualquer dúvida, como *administrativo*: a AIA, apesar de ter por base um Estudo de Impacte Ambiental (EIA) apresentado pelo promotor da obra ou actividade, é realizada por órgãos administrativos; tanto a Comissão de Avaliação como a autoridade competente para a decisão final da AIA são autoridades administrativas ou formadas no seio da Administração Pública, decorrendo também a importantíssima fase da participação pública perante autoridades administrativas. Estamos assim perante um procedimento conducente a uma decisão *administrativa*, no âmbito de um procedimento mais geral também ele administrativo.

A AIA tem um enorme interesse prático enquanto *instrumento jurídico-administrativo de protecção do ambiente*. Para além disso ela revela-se como um exemplo paradigmático da conjugação das “novidades” trazidas pelo Direito do Ambiente com o recurso aos meios e institutos clássicos dos outros ramos do Direito, particularmente do Direito Administrativo o qual, como vimos, pode ser legitimamente considerado como o ramo clássico com uma posição de maior protagonismo em sede da tutela jurídico-ambiental.

## ATITUDES DAS POPULAÇÕES FACE ÀS ÁREAS PROTEGIDAS. O CASO PARTICULAR DA ÁREA DE PAISAGEM PROTEGIDA DE CORNO DE BICO

H. Rebelo<sup>1</sup> & M. Freitas<sup>2</sup>

<sup>1</sup>Conselho Regional do Norte da Ordem dos Biólogos,  
Ordem dos Biólogos, Ap. 1148, 4710 Braga Codex.

<sup>2</sup>IEP, Universidade do Minho, Campus de Gualtar, 4700 Braga.

Rebelo, H. & Freitas, M. (2000). Atitudes das Populações face às Áreas Protegidas. O caso particular da Área de Paisagem Protegida de Corno de Bico. *Revista Biol. (Lisboa)* 18: 203-212.

A participação das populações no planeamento e gestão das áreas protegidas afirma-se cada vez mais determinante. Neste artigo apresentam-se os resultados de um estudo piloto (em que se validaram um questionário e uma entrevista) inserido num estudo mais amplo, levado a cabo junto das população do concelho de Paredes de Coura, a propósito da criação e gestão da Área Protegida de interesse Regional/local de Corno de Bico. São analisadas algumas concepções detectadas a propósito das áreas protegidas, em geral, suas vantagens e desvantagens e algumas convicções mais específicas sobre a área de Corno de Bico, nomeadamente, a propósito da pertinência da sua criação e da participação da população na sua gestão. São retiradas algumas conclusões sobre a participação dos cidadãos na conservação da natureza.

Palavras chave: Atitudes, conservação da natureza, áreas protegidas, participação das populações, educação ambiental.

Rebelo, H. & Freitas, M. (2000). Population attitudes towards protected areas. The case of the Área de Paisagem Protegida de Corno de Bico. *Revista Biol. (Lisboa)* 18: 203-212.

The participation of local communities is vital to protected area planning and management task. In this article we present the results of a pilot study (designed to validate an questionnaire and an interview of a larger study) with Paredes de Coura population, about the creation of Corno de Bico Protected Area. We analyse

some popular conceptions about what is a protected area, its advantages and disadvantages and also about some specific aspects about Corno de Bico Protected Area, such as convictions about its relevance and by which forms can population participate in protected area management.

Key words: Attitudes, nature conservation, protected areas, public participation, environmental education.

## INTRODUÇÃO

É comum situar o início da história das áreas protegidas na criação do Parque Nacional de Yellowstone, nos EUA, em 1872 (PHILLIPS, 1999). E como o mesmo autor assinala, a tendência inicial foi a de, de alguma forma, copiar o modelo de Yellowstone, ou seja pensar em grandes áreas selvagens, sem intervenção humana, adquiridas e geridas por grandes agências nacionais, que podem ser visitadas de forma controlada. Hoje, foi-se afirmando a necessidade de adoptar novos modelos, sendo mais ou menos consensual que os valores a defender nas áreas protegidas abrangem um leque bem mais amplo do que, somente, a conservação da natureza, a defesa da biodiversidade e a visita controlada, incluindo aspectos como valores espirituais e estéticos, tradições e costumes, serviços ambientais, suporte em termos de recursos, oportunidades de desenvolvimento da investigação científica, fonte de Educação Ambiental (PHILLIPS, 1999).

É neste contexto que muitos autores (UNESCO, 1993; PHILLIPS, 1999; SHIPP, 1999; CANÁRIO, 1999; BAPTISTA, 1999) têm realçado o importante papel da participação das populações no planeamento e gestão das áreas protegidas. Sem isso, torna-se mais difícil, não só o cumprimento das determinações e normas da conservação da natureza, mas também uma equilibrada interligação entre o "selvagem" e o "humanizado", a defesa da natureza e a melhoria das condições de vida das populações, numa perspectiva de desenvolvimento sustentável.

Para que tal participação tome forma e se perpetue há que conferir grande importância à Educação Ambiental, entendendo-a cada vez mais como uma educação para a sustentabilidade, conceito que inevitavelmente inclui a compatibilização entre conservação da natureza e desenvolvimento das comunidades humanas.

O presente estudo, centrado na participação/educação para a participação das populações de Paredes de Coura no planeamento e gestão da Área Protegida de Corno de Bico, resulta da interligação de duas dinâmicas que, embora independentes, se assumem como solidárias e complementares: concretização de um protocolo de colaboração (consultadoria e assessoria ambiental) entre a Câmara Municipal de Paredes de Coura e a Ordem dos Biólogos, a propósito da Área Protegida de Corno de Bico; consecução de um projecto de Educação Ambiental – "Educação Ambiental

na Área Protegida de Corno de Bico” – coordenado por um dos autores e apoiado pelo Instituto de Promoção Ambiental (IPAMB), no âmbito do protocolo entre o Ministério do Ambiente e o Ministério da Educação.

Os resultados apresentados correspondem somente aos dados recolhidos no âmbito de um estudo piloto para validação de instrumentos (questionário e entrevista) que, agora, estão a ser utilizados no estudo definitivo.

### 1. CARACTERIZAÇÃO DA ÁREA PROTEGIDA DE CORNO DE BICO

**Breve historial.** A mata de Corno de Bico (Paredes de Coura) mereceu, desde há longa data, uma atenção particular enquanto exemplar de excelência dos carvalhais galaico-portugueses, infelizmente hoje já algo raros, no nosso país.

Na sequência do empenho demonstrado pela Câmara Municipal de Paredes de Coura em Maio de 1995, o Corno de Bico foi visitado por técnicos do Instituto de Conservação da Natureza e da Direcção Regional de Ambiente do Norte, os quais manifestaram uma opinião altamente favorável quanto à riqueza e importância do património natural em questão e à necessidade da sua conservação. Em reunião ordinária de 29/05/95, a Câmara Municipal de Paredes de Coura deliberou, por unanimidade, solicitar ao ICN a classificação do bosque de Corno de Bico como Área Protegida de Interesse Local/Regional. Na mesma reunião estabeleceu a sua localização e extensão.

Mais tarde, em conformidade com tal decisão e com base num relatório técnico preliminar (ROCHA, A. & CARVALHO, M., 1996), procedeu-se à inclusão no PDM da área a classificar. Já em 1998, a Câmara Municipal de Paredes de Coura e a Associação Portuguesa de Biólogos (agora Ordem dos Biólogos) assinaram um protocolo de colaboração em que um dos objectivos principais foi a classificação e gestão da Área Protegida de Corno de Bico e o prosseguimento de estudos de caracterização e inventariação. Após novos contactos estabelecidos com o ICN e com a Secretaria de Estado do Ambiente é estabelecida a criação da Paisagem Protegida de Corno de Bico pelo decreto regulamentar n.º 21/99 publicado em Diário da República de Segunda-feira, 20 de Setembro de 1999.

**Caracterização geral.** A Área Protegida de Corno de Bico encontra-se na parte Sudoeste do concelho de Paredes de Coura, onde confronta com os concelhos de Arcos de Valdevez, a Este é de Ponte de Lima, a Sul. Ocupa uma área aproximada de 2262,5 ha, abrangendo as freguesias de Bico, S. Martinho de Vascões, Parada, Castanheira e Cristelo.

Apesar de apresentar uma grande diversidade habitats, o carvalhal é sem dúvida aquele que mais se destaca. A espécie dominante é o *Quercus robur*, quase sempre, associada a outras folhosas. No estrato arbustivo é de salientar a existência de

espécies raras e/ou com estatuto de protecção, como o azevinho (*Ilex aquifolium*). Existem, também, alguns povoamentos de resinosas introduzidas como é o caso do pinheiro bravo (*Pinus pinaster*) e autóctones como o pinheiro silvestre (*Pinus silvestris*) e manchas bem conservadas de matas ripícolas onde, entre outras espécies, se encontram salgueiros (*Salix atrocinera* e *babylonica*) e amieiros (*Alnus glutinosa*).

A diversidade de habitats de Corno de Bico, favorece a existência de valiosa fauna mamalógica, de que se pode destacar o javali (*Sus scrofa*), o corço (*Capreolus capreolos*), o esquilo (*Sciurus vulgaris*), a lontra (*Lutra lutra*) e tantos outros (com realce para os micromamíferos e, particularmente os mustelídeos). A diversidade de aves é elevada, particularmente no que se refere a aves de rapina, facto este que se deve à diminuta intervenção humana na zona. Nos répteis é possível identificar diversos endemismos ibéricos como o tritão de ventre laranja (*Triturus boscai*) e a rã ibérica (*Rana ibérica*).

No que se refere ao património cultural verifica-se a existência de monumentos do Neolítico, como sendo as Mamoas.

## 2. METODOLOGIA

População e amostra. A população total considerada para o estudo definitivo corresponde ao total da população do concelho de Paredes de Coura que, segundo estimativas do INE rondará, em 1996, os cerca de 10 000 habitantes (N= 10 000).

Nesta população poderão vir a ser considerados vários grupos (comunidade escolar e população, em geral; populações incluídas na Área Protegida e populações vivendo fora da área, etc.).

Instrumentos. Os instrumentos a utilizar numa primeira fase do estudo definitivo são o questionário, a entrevista e a observação. O estudo piloto serviu para validar o questionário e a entrevista.

O questionário (que visava recolher convicções e crenças sobre o que é, em geral, uma Área Protegida e sobre a Área Protegida de Corno de Bico, em particular) foi aplicado a 220 indivíduos do concelho de Paredes de Coura, tendo respondido 89 (n=89), o que constitui aproximadamente 40,4% da amostra convidada.

Os inquiridos eram 33 do sexo feminino e 53 do sexo masculino, tinham idades que oscilavam entre os 14 e 75 anos; exerciam diversas profissões (comerciantes, técnicos da função pública, professores, domésticas, reformados, estudantes, empresários, etc.).

Recolha e tratamento de dados. A recolha de dados foi feita mediante envio (com pedido de distribuição e devolução) de 20 a 30 questionários a: Câmara Municipal, Juntas de Freguesia, Assembleia de Compartes de Vascões, Associações de Caça, Associações de Agricultura, EcoCoura, etc. Para cada questão de resposta aberta foi

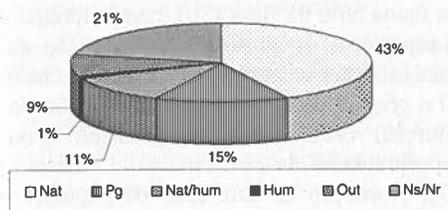
feita uma categorização emergente que, será explicitada a propósito da análise de resultados relativos a cada questão. O tratamento quantitativo e qualitativo dos dados recolhidos permitiu extrair os resultados que agora se apresentam.

### 3. ANÁLISE DOS RESULTADOS

#### 3.1. Aspectos relativos às áreas protegidas, em geral

A análise dos resultados consistirá na apresentação da distribuição de frequências, por categorias de resposta a cada questão e sua interpretação sumária. Em cada caso, ir-se-á dando conta de como se procedeu à categorização das respostas.

Concepções sobre o que é uma Área Protegida. Os resultados obtidos na resposta a esta questão encontram-se evidenciados na figura 1.



**Pg** - a definição assenta na ideia geral e vaga de protecção; **Nat** - a definição assenta somente na ideia de protecção do meio "natural" (selvagem) e, muito especificamente, flora e/ou fauna. **Hum** - a definição assenta somente na ideia de defesa de valores humanos; **Nat/Hum** - a definição balança, em maior ou menor grau, aspectos de defesa do ambiente "natural" (selvagem) e do património humano; **Ns/Nr** - não sabe ou não responde. **Out** - outras respostas.

Figura 1. Distribuição de frequências das respostas à questão "O que é, para si, uma Área Protegida?"

Como se pode verificar pela análise da figura, a noção dominante (43% inquiridos assim responderam) de área protegida partilhada pelos inquiridos, assenta na ideia de protecção do património "natural", quase sempre (37 dos 38 inquiridos que assim responderam) com referência explícita à flora e/ou fauna. Alguns fazem, de certa forma, equivaler uma área protegida a uma reserva integral. Por vezes, as respostas incluem referência explícita às restrições e limitações que tal protecção, na opinião dos inquiridos, implica. Somente 11% dos inquiridos parecem conceptualizar as áreas protegidas como espaços em que, de alguma forma, visam compatibilizar a defesa de certos valores naturais e humanos, com o desenvolvimento e bem estar das populações. Por vezes, contudo, fazem considerações comparativas, estabelecendo distinções que, não correspondendo à realidade, podem ter a ver com descontentamentos, bastante divulgados, sobre o Parque da Peneda-Gerês.

É ainda de assinalar o facto de 19 indivíduos não terem respondido à questão e 13 apresentarem definições que só assentam na ideia muito geral e vaga de protecção.

Uma pequena percentagem dos inquiridos forneceu outras respostas, centradas em aspectos parcelares ou muito gerais.

Vantagens e desvantagens da criação de uma área protegida. Da resposta às questões "*Acha que a criação de uma área protegida tem vantagens?*" foi possível concluir que 79% dos inquiridos são de opinião que a criação de uma área protegida tem vantagens, 17% consideram não existir qualquer tipo de vantagens na criação de uma área protegida e 4% não responderam a esta questão ou não sabem se existem vantagens. No que se refere à pergunta "*Acha que a criação de uma área protegida tem desvantagens?*", 55% dos inquiridos acha que a criação de uma área protegida não apresenta desvantagens, 34% acha que sim e 11% não sabe ou não responde.

As vantagens indicadas por 68 do total de 70 inquiridos que consideraram vantajosa a criação de uma área protegida podem ser agrupadas nas seguintes categorias gerais: protecção de habitats, da fauna e/ou da flora (30), com referência explícita a possibilidades de extinção de espécies (14); protecção/conservação da natureza em geral (21); promoção do desenvolvimento local (18), com referência explícita a captação de financiamentos (5) e criação de emprego (2); promoção do turismo (nomeadamente, turismo da natureza) (12); defesa da paisagem e/ou promoção da sua beleza (11); criação de oportunidades de contacto com a natureza, de usufruto de espaços de lazer/recreio (7); promoção do bem estar da população e/ou melhoria das condições de vida (6); protecção do património cultural, nomeadamente, arqueológico (6); prevenção de incêndios (5); criação de hábitos de respeito pela natureza e de conhecimentos sobre o meio natural (educação ambiental) (5); protecção da parte abiótica (solos, água, etc.) (5); criação de condições de ordenamento e planeamento (1); outros aspectos (5).

Nem todos os 34% de inquiridos que afirmaram que a criação de uma Área Protegida tem desvantagens indicaram uma ou mais dessas desvantagens limitando-se, nalguns casos (...) a escrever "não estou esclarecido". As desvantagens indicadas por alguns dos que responderam afirmativamente (9); constrangimentos à construção de habitações (7); limitações ao abate de árvores (6); limitações ao exercício da caça (2); impedimento do desenvolvimento (1); outros aspectos (burocracia, aumento da poluição) (3). Em algumas das respostas é, ainda, possível identificar uma certa influência "endoutrinante" de outros ("dizem à gente que não dá nada") e de experiências mal sucedidas (ou como tal descritas) noutros locais.

### 3.2. Aspectos relacionados com a área protegida de Corno de Bico

Os resultados das respostas dos inquiridos a algumas questões relacionadas especificamente, com a área protegida de Corno de Bico estão indicados na tabela 1.

Tabela 1. Distribuição de frequências das respostas a questões directamente relacionadas com a área protegida de Corno de Bico.

Questão	Sim (%)	Não (%)	Não sabe ou não responde (%)
<i>Tem conhecimento da criação de uma área protegida em Corno de Bico?</i>	85	13	2
<i>Conhece a região em que vai ser criada a área protegida?</i>	72	28	0
<i>Acha que existe alguma coisa na área do Corno de Bico que seja importante proteger?</i>	80	12	8
<i>Concorda com a criação da área do Corno de Bico?</i>	83	15	12
<i>Tem receio de que a criação da área protegida do Corno de Bico o possa prejudicar a si ou a sua comunidade?</i>	27	70	3
<i>Acha que as populações devem ser chamadas a participar na criação e funcionamento da área do Corno de Bico?</i>	86	12	2

Conhecimento da Área Protegida de Corno de Bico. Da análise da tabela 1 pode concluir-se que: uma larga percentagem (85%) dos inquiridos tem conhecimento da criação da área protegida, somente 12% afirma não ter conhecimento e 2% não responde; a maioria dos inquiridos (72%) conhece a região, mas 28% das pessoas afirmam não conhecer a zona (a maioria reside fora da área protegida).

Quanto à forma como tomaram conhecimento, foi possível identificar as seguintes fontes: rádio, jornais e/ou TV (33); conversas com amigos/conhecidos (27); órgãos autárquicos (Câmara, Juntas, Assembleia Municipal) e/ou Boletim Municipal (18); reunião promovida no âmbito do projecto de EA que promove este estudo (4); Diário da República (3); associações (nomeadamente, associação de caça) (2).

O que é importante proteger na área de Corno de Bico. Como se pode igualmente verificar pela consulta da tabela 1, 80% dos inquiridos considera existir algo de importante a proteger em Corno de Bico, somente 12% acha que não e 8% não sabe/não responde. Muitos inquiridos responderam, repetindo o que já haviam referido, aquando da indicação das vantagens de uma área protegida. Assim, alguns limitam-se a indicar que se deve proteger "tudo" ou, então, falam da protecção do ambiente, em geral. Outros, a larga maioria, refere somente à fauna e flora em geral (48) ou alude a espécies relevantes na região (12). Outros aspectos referidos foram: o património cultural (tradições, costumes, monumentos, etc.) (12); a paisagem (7); a água (3); outros aspectos (desenvolvimento local, propriedades particulares, etc.) (5).

Alguns inquiridos indicaram valores faunísticos, florísticos e humanos especificamente relacionáveis com a área.

Concordância/discordância com a criação da Área Protegida do Corno do Bico e receios manifestados. Verifica-se (ver tabela 1) que 83% dos inquiridos concorda com a criação da Área Protegida, 15% discorda e 3% não sabe ou não responde. As razões indicadas pela grande maioria que concorda com a criação da área protegida são de alguma forma similares aos aspectos referidos aquando da indicação das vantagens de uma área protegida: protecção da fauna e da flora (19) e, em especial, "espécies em vias de extinção" (3); conservação da natureza e protecção do ambiente em geral (18); desenvolvimento local e/ou melhoria da qualidade de vida (10), havendo quem especificamente se refira ao turismo ambiental e rural (3) e ao recreio e lazer (2); defesa da paisagem e/ou da sua beleza (8); outros (aprender a apreciar o património natural, perigo de abandono, possibilidades de ordenamento, etc.) (11); sem sentido (3).

Os que responderam não concordar com a criação da área protegida avançaram com as seguintes justificações: restrições á propriedade privada (3) e à construção de habitações (1); falta de esclarecimento (3); não ter interesse (2).

Em termos de receio de ser prejudicado com a criação da área protegida, verifica-se que 70% afirma não ter receio, 27% reconhece tê-lo e 3% não sabe ou não responde.

Participação das populações na gestão da área de Corno de Bico. Como se pode, igualmente verificar pela consulta da tabela 1, 86% dos inquiridos considera que sim, 12% acha que não e 2% não sabe ou não responde.

Quanto ás formas de participação das populações que foram sugeridas, elas podem ser agrupadas nas seguintes categorias: audição contínua através da realização de reuniões, preenchimento de questionários, etc., que também sirvam para esclarecimento (26); referendos e outras votações vinculativas (10); participando em tarefas de preservação da natureza (8); outros (intercâmbio de saberes, auscultação quanto ao plano de ordenamento, participação em actividades diversas, etc.) (8); não discriminando a forma de participação (7); oferecendo serviços remunerados (turismo, empregos diversos, etc.) (7); respostas sem sentido (6); participando na vigilância e limpeza (4); participando nas estruturas de gestão (com sugestão, por vezes, de constituição de comissões consultivas) (4).

#### 4. CONCLUSÕES, SUGESTÕES E IMPLICAÇÕES

O carácter ainda pouco representativo do grupo considerado limita, de alguma forma, a natureza das conclusões que podem ser formuladas. Contudo, torna-se desde já possível, identificar algumas interessantes tendências que, estamos em crer, o estudo definitivo poderá confirmar.

1. A concepção mais partilhada de área protegida é de tipo “naturalista”/“ecologista”, ou seja, incide essencialmente, na protecção/conservação da natureza “selvagem” (principalmente, da flora e/ou da fauna) e sobre os aspectos restritivos (limitativos) que, sendo aceites por muitos dos inquiridos, assume uma forma algo fundamentalista.

2. No que respeita às vantagens/desvantagens da criação de áreas protegidas, uma larguíssima maioria dos inquiridos parece, claramente, considerar que há mais vantagens que desvantagens. À cabeça das vantagens surge a protecção/conservação da natureza, especialmente, da flora e da fauna. Contudo, logo em seguida, já aparecem citadas vantagens ligadas aos aspectos humanos e sociais, tais como o desenvolvimento local e a promoção do turismo.

3. Um outro aspecto que importa realçar é a da ainda relativa falta de esclarecimento de alguns dos inquiridos acerca do que é uma área protegida e, nomeadamente, uma área protegida de interesse local/regional, das suas vantagens e, eventualmente, desvantagens, do que é ou não é possível fazer após a sua criação. Tal falta de esclarecimento facilita o endoutrinamento por parte de certos opositores da conservação da natureza e/ou adeptos de um tipo de desenvolvimento não sustentável.

4. Na base de certas oposições à criação de áreas protegidas está uma complexa malha de motivos que vai desde uma elevada consideração e vontade de defesa da propriedade privada (que alguns julgam poder ser posta directa ou indirectamente em causa) até ao possível impedimento do abate de árvores (nomeadamente, no que se refere aos baldios) e às limitações à caça.

5. Em termos de participação das populações no planeamento e gestão das áreas protegidas verifica-se que há quem a veja numa lógica mais “desinteressada” e quem a veja mais numa lógica de obtenção de benefícios directos. A maioria dos inquiridos, salienta a importância do contacto, esclarecimento e auscultação constante (reuniões, questionários, auscultação directa, etc.) e/ou a participação nas estruturas de gestão (nomeadamente, através da formação de comissões consultivas locais). Há também quem insista na necessidade de realização de referendos e/ou qualquer outro tipo de auscultações através do voto; outros referem, ainda, a participação nas tarefas de conservação, em si, vigilância e limpeza.

#### REFERÊNCIAS

- ANÓNIMO (1998). *Comunicação da Comissão ao Conselho e ao Parlamento Europeu relativa a uma estratégia da comunidade europeia em matéria de diversidade biológica*. Ministério do Ambiente – Instituto da Conservação da Natureza. pp. 8-10; 40-48.
- BAPTISTA, C. (1999). A Educação é um suporte vital para as áreas protegidas. *Cadernos de Educação Ambiental*, nº 24, pp. 10-11.

- BRAVO, R. & CARBALLO, F. (1999). *Desarrollo humano y Local Sostenible en la Gestión de Áreas de Conservación de la Naturaleza*. Comunicação ao 4º Congresso Nacional de Áreas Protegidas "A Conservação da Natureza para o século XXI (Lisboa, Fundação Calouste Gulbenkian, 25-27 de Maio de 1999).
- CANÁRIO, J. (1999). A Economia e financiamento das áreas protegidas: um contributo para o desenvolvimento local. *Livro de Comunicações do 4º Congresso Nacional de Áreas Protegidas "A Conservação da Natureza para o século XXI (Lisboa, Fundação Calouste Gulbenkian, 25-27 de Maio de 1999)*, pp. 47-50.
- COMISSÃO EUROPEIA, (1998). *Integração da Biodiversidade – Estratégia de Acção da Comunidade Europeia*. Lisboa: Instituto Nacional do Ambiente. pp 10-25
- MARIO ROJAS, R. (1999). Gestión del ecoturismo en las areas silvestres protegidas de Costa Rica. *Livro de Comunicações do 4º Congresso Nacional de Áreas Protegidas "A Conservação da Natureza para o século XXI (Lisboa, Fundação Calouste Gulbenkian, 25-27 de Maio de 1999)*, pp. 67-78.
- NAÇÕES UNIDAS, (1993). *Agenda 21. Documentos da Conferência das Nações Unidas sobre Ambiente e Desenvolvimento*. Lisboa: Instituto de Promoção Ambiental pp 103-383.
- PHILIPS, A. (1999). Protected Areas. A global and regional Perspective. *Livro de Comunicações do 4º Congresso Nacional de Áreas Protegidas "A Conservação da Natureza para o século XXI (Lisboa, Fundação Calouste Gulbenkian, 25-27 de Maio de 1999)*, pp. 21-29.
- RODRIGUES, A. & PAULO, O. (1999). Selecção de áreas prioritárias para a conservação. *O Biólogo*, nº 39, pp. 14-17.
- SHIPP, D. (1999). Planning and management of protected areas. A Global and regional Perspective. *Livro de Comunicações do 4º Congresso Nacional de Áreas Protegidas "A Conservação da Natureza para o século XXI (Lisboa, Fundação Calouste Gulbenkian, 25-27 de Maio de 1999)*, pp. 41-45.
- SOUSA, M. (1998). *Caracterização e valorização da Área de Corno de Bico*. Provas de Aptidão Profissional do Curso Técnico de Gestão de Ambiente, da Escola Profissional do Alto Minho Interior.
- UNESCO, (1999). Sustainable development. Education, the force of change. Caracas: UNESCO pp 11-15; 57-126.

## A PROBLEMÁTICA DE LOCALIZAÇÃO DE INFRA-ESTRUTURAS DE RESÍDUOS

**M. G. Martinho, L. T. Vasconcelos & C. Fulgêncio**

Departamento de Ciências e Engenharia do Ambiente /FCT/UNL  
Campus da FCT, 2825-114 MONTE DE CAPARICA; mgm@mail.fct.unl.pt

Martinho, M. G., Vasconcelos, L. T. & Fulgêncio, C. (2000).  
A problemática de localização de infra-estruturas de resíduos.  
*Revista Biol. (Lisboa)* **18**: 213-226.

Nesta comunicação apresenta-se uma análise sobre a actual situação em matéria de gestão de resíduos sólidos urbanos, comparando-a com objectivos estratégicos e as metas previstas no Plano Estratégico dos Resíduos Sólidos Urbanos, e sobre os casos de conflito relativos à localização de infraestruturas de tratamento e deposição de resíduos. Faz-se um retrato nacional do síndrome NIMBY, com base numa pesquisa efectuada às notícias publicadas em periódicos nacionais, no período de 1.3.99 a 16.11.99, relacionadas com este dilema social. Questiona-se a forma como o planeamento dos sistemas de gestão de resíduos e as decisões de localização de aterros, e de outras infraestruturas de resíduos, estão a ser conduzidos e apresentam-se os processos alternativos que podem ser implementados por forma a minimizar os problemas de conflitos de localização.

Palavras chave: NIMBY, dilema social, conflitos de localização, processos interactivos de localização, resíduos urbanos.

Martinho, M. G., Vasconcelos, L. T. & Fulgêncio, C. (2000).  
The issue of the location of waste management  
infrastructures. *Revista Biol. (Lisboa)* **18**: 213-226.

In the present paper we conduct an analysis of the present situation of urban waste management in Portugal and compare it with the strategic objectives and expected targets of the Strategic Plan of Urban Solid Waste. It is also analysed the conflicts on the location of infrastructures for treatment and deposition of waste. We identify the national profile of the NIMBY syndrome based on a research conducted through news in the media between March 99 and November 99, on

issues related with this topic. We question the processes concerning the planning of waste management systems and the decision on the location for landfills. As a result we offer suggestions for alternative approaches aiming to minimize the problems of conflict generated by locational decisions.

Key words: NIMBY, social dilemma, locational conflicts, locational interactive processes, urban waste.

## 1. INTRODUÇÃO

O modelo de gestão de resíduos que prevaleceu no País até há bem pouco tempo, assentava na gestão directa municipal, o que se traduzia em 275 entidades gestoras no Continente. Este modelo funcionou de forma mais ou menos eficaz em termos de recolha e, conseqüentemente, de saúde pública nos aglomerados urbanos, mas foi bastante desastroso em termos ambientais porque originou a proliferação de lixeiras por todo o País, causando impactes negativos graves, de recuperação demorada e requerendo pesados investimentos. Esta situação resultou, em grande parte, da generalizada falta de técnicos qualificados, da total dependência financeira do município para este sector, da ausência de pagamento por parte dos produtores de resíduos de tarifários e da falta de políticas estratégicas para o sector dos resíduos sólidos urbanos (RSU).

Em resultado do esforço de elaboração da situação de referência efectuada para o Plano Estratégico dos Resíduos Urbanos (PERSU) era revelado que, em 1996, existiam 311 lixeiras em Portugal, 13 aterros sanitários (que num outro país mais desenvolvido não seriam considerados como tal) e 5 unidades de compostagem. Como se pode observar na figura 1, praticamente todos os Concelhos tinham pelo menos uma lixeira. As tabelas 1 e 2 ilustram a situação nacional em 1995 e 1996.

Perante este cenário, foi assumido no PERSU como prioridade política estratégica a "limpeza do país", como meta a atingir até 2000. Isto significava encerrar, num espaço de 4 anos, as 311 lixeiras existentes e construir infraestruturas alternativas (aterros sanitários) para o encaminhamento dos RSU, ao mesmo tempo que se apostaria nas estratégias de redução, reutilização e reciclagem.

A vontade política de assegurar a melhoria da qualidade e da eficiência dos serviços prestados, veio exigir uma reformulação da lei de delimitação de sectores. Com a introdução dos DL n°372/93, de 29 de Outubro, e n° 379/93, de 5 de Novembro, estruturou-se as actividades de recolha e tratamento de RSU base na distinção entre sistemas multimunicipais e sistemas municipais, e permitiu-se a empresarialização destes sistemas e a abertura da sua gestão ao sector privado.

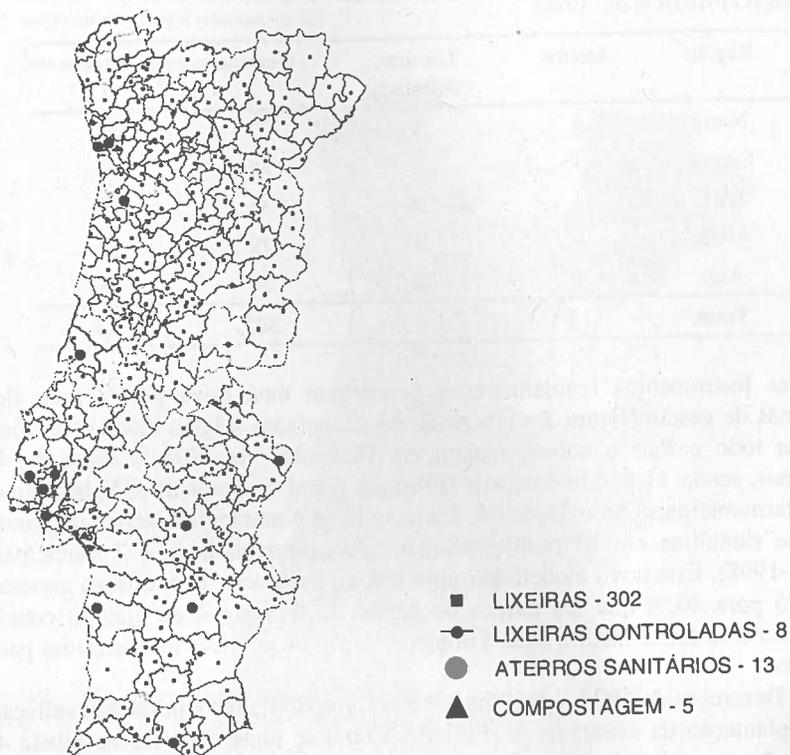


Figura 1. Localização das lixeiras existentes em Portugal (situação em 1995)

Tabela 1. Tratamento e destinos finais dos RSU em 1995 (LOBATO FARIA *et al.*, 1997)

Tratamento/Destino final	Quantidade (10 <sup>6</sup> t/ano)	%
vazadouro (lixreira)	1.924	60
vazadouro controlado	0.513	16
aterro controlado	0.471	15
compostagem	0.299	9
<b>Total</b>	<b>3.207</b>	<b>100</b>

Tabela 2. Confinamento de RSU em Portugal Continental (nº de unidades em 1996) (LOBATO FARIA *et al.*, 1997)

Região	Aterros	Lixeiras controladas	Lixeiras	Totais
Norte	4	1	77	82
Centro	1	2	88	91
LVT	1	2	35	38
Alent.	6	4	79	89
Alg.	1	0	23	24
<b>Total</b>	<b>13</b>	<b>9</b>	<b>302</b>	<b>324</b>

Estes instrumentos regulamentares permitiram uma nova planificação dos sistemas de gestão (figura 2 e tabela 3). As designadas Região Plano estendem-se por todo o País e correspondiam em Dezembro de 1998, a cerca de 40 sistemas, sendo 11 multimunicipais (Empresa Geral de Fomento + Municípios), 25 intermunicipais (Associações de Municípios) e 4 municipais, sendo de prever que se estabilize em 10 multimunicipais, 20 intermunicipais e 2 municipais (INR, 1998). Este novo modelo permitiu reduzir o número de entidades gestoras de 275 para 40, o que em termos de gestão de recursos e de diálogo com o organismo da tutela facilita mais a implementação de políticas estabelecidas para o sector.

Em Dezembro de 1998, o Instituto de Resíduos (INR) fez a primeira avaliação da implantação da estratégia do PERSU. Como se pode observar na tabela 4, apesar do excepcional esforço institucional e técnico, claramente se percebe que o objectivo estratégico de encerrar todas as lixeiras até ao ano 2000, ficou muito aquém do desejado.

Dados mais recentes do INR indicam que em Outubro de 1999 só tinham sido encerradas 112 lixeiras (e não 150 com previsto em 1998), continuando 92 activas e as restantes em fase de obra de encerramento ou com concurso de encerramento já lançado, ou seja, quase no final de 1999 só se tinham conseguido encerrar 52% das lixeiras existentes em 1995.

Perante este cenário, a questão que se coloca é a seguinte: havendo vontade política em resolver o problema das lixeiras, havendo recursos financeiros para as encerrar e construir alternativas, sendo as lixeiras reconhecidas por todos como a pior solução para o destino dos resíduos, porque é que só se conseguiram encerrar 52% das lixeiras?



Tabela 3. Características dos sistemas de gestão de RU (INR, 1998)

n°	Sistema e número de municípios	Área (% do total)	Produção <sup>(1)</sup> (% do total)	Tipo de destino final
<b>Região Norte</b>				
1	VALORMINHO - 6	0.93	0.87	aterro
2	RESULIMA - 6	1.71	3.36	aterro
3	RESICÁVADO - 3	0.58	0.76	
4	BRAVAL - 3	0.53	2.33	aterro
5	AM Vale do Ave - 4	0.89	4.68	compostagem + aterro
6	LIPOR - 8	0.62	9.85	compost. + incineração + aterro
7	AM vale do Sousa - 6	0.75	3.32	aterro
8	SULDOURO - 2	0.38	4.16	aterro
9	AM Alto Tâmega - 6	2.88	1.14	aterro
10	AM Vale do Douro Norte - 7	1.19	1.20	aterro
11	AM Terra Fria - 4	2.77	0.61	aterro
12	AM Terra Quente - 5	2.22	0.70	aterro
13	AM Baixo Tâmega - 6	1.25	1.88	aterro
14	AM Vale Douro Superior - 4	1.88	0.36	aterro
15	AM Vale Douro Sul - 10	1.69	1.31	aterro
16	AM de Terras de Stª Maria - 3	0.30	1.20	aterro
17	CM de Arouca - 1	0.32	0.25	aterro
<b>Região Centro</b>				
18	VALORLIS - 6	2.12	2.87	aterro
19	ERSUC - 32	6.96	8.08	aterro
20	AM Planalto Beirão - 16	3.61	2.69	compost. de verdes + aterro
21	AM Cova da Beira - 6	2.80	1.22	compostagem + aterro
22	AM Raia/Pinhal - 6	4.45	1.10	aterro
23	ECORRAIA - 10	3.69	1.29	
24	CM Viseu - 1	0.50	0.90	
<b>Região Lisboa e Vale do Tejo</b>				
25	RESIOESTE - 14	2.71	3.80	aterro
26	RESIURBE - 6	2.90	1.02	aterro
27	AM Lezíria do Tejo 2 - 2	0.71	0.88	
28	AMARTEJO - 5	1.65	0.69	aterro
29	RESITEJO - 8	1.79	1.45	aterro
30	AMTRES - 3	0.45	6.67	compostagem + aterro
31	VALORSUL - 4	0.58	12.73	dig. anaeróbia + incin. + aterro
32	AMARSUL - 8	13.31	5.95	aterro
33	CM Setúbal - 1	0.17	1.10	compostagem + aterro
34	CM Mafra - 1	0.29	0.47	aterro
<b>Região Alentejo</b>				
35	AM Distrito de Évora - 12	6.30	1.65	
36	AM Litoral Alentejano - 7	6.27	1.21	aterro
37	AMCAV - 5	1.71	0.27	aterro
38	AM Norte Alentejano - 14	5.67	1.27	Aterro
39	AM Baixo Alentejo - 8	6.55	1.04	Aterro
<b>Região Algarve</b>				
40	ALGAR - 16	4.92	3.67	compost. de verdes + aterro

<sup>(1)</sup> Produção total = 3 701 654 t/ano (valores calculados utilizando a evolução das capitações previstas no PERSU). População total = 9 457 470 hab. (com base nas Estimativas de População Residente em 31 de Dez. de 1997, publicadas pelo INE).

Tabela 4. Evolução do número de novos aterros e lixeiras encerradas (INR, 1998)

Ano	Aterros em funcionamento	Lixeiras encerradas
1996	13	-
1997	3 novos aterros	?
1998	16 novos aterros	50 (17% do total)
1999	9 novos aterros	150* (50% do total)
Total	41	200 (66% do total)

(\*) Valor estimado para os finais de 1999

Na maior parte das situações, os atrasos no encerramento das lixeiras devem-se aos atrasos na construção de aterros sanitários, devido aos conflitos com a população e/ou conflitos interpartidários. Abrem-se os concursos, fazem-se os projectos, escolhem-se tecnicamente os terrenos mais indicados, disponibilizam-se as verbas necessárias e depois a população opõem-se à sua construção.

Coloca-se então uma segunda questão: porque é que as populações se opõem à construção dos aterros chegando mesmo, nalgumas situações, a preferir as lixeiras existentes? E ainda uma terceira questão: serão os critérios e os processos de decisão sobre o tipo de sistemas de gestão e de localização de infraestruturas de resíduos os mais indicados, podem-se minimizar as situações de conflito e evoluir mais rapidamente para a necessária e urgente limpeza do País?

## 2. O NIMBY NACIONAL

Actualmente, o sector dos resíduos é um dos sistemas de gestão municipal mais complexos. A complexidade resulta não só da necessidade de se dispor de recursos financeiros, técnicos e profissionais em quantidade e qualidade, por forma a satisfazer todos os critérios aceitáveis (legislação, tamanho, escala, custos, performance, eficiência) como, simultaneamente, da necessidade de atingir o consenso entre diversos agentes com interesses antagónicos e a aceitação e o suporte do público (TOMBS, 1996).

O caso mais problemático da actualidade é o conhecido síndrome NIMBY (Not In My BackYard), o qual traduz a oposição da população à localização de infraestruturas ou de equipamentos para resíduos.

A localização de infraestruturas para resíduos, que apresentam potenciais riscos para o ambiente e/ou saúde pública, ou que são percebidos pelos cidadãos como tal, nomeadamente os aterros sanitários e as incineradoras, tornou-se um problema complexo para os técnicos e para os políticos. Estas infraestruturas fazem parte de um conjunto de usos do solo não desejados, frequentemente sujeitos à forte oposição das comunidades, o que na literatura anglo-saxónica é designado por LULU (Locally Undesirable Land Uses) (POPPER, 1991).

O síndrome NIMBY é um fenómeno social muito importante, que não pode ser ignorado ou excluído dos processos de planeamento e gestão dos sistemas de resíduos, mas para o qual a maior parte dos nossos técnicos e políticos não estão preparados para o enfrentar.

Para ilustrar a situação nacional nesta matéria fez-se uma pesquisa e análise sobre todas as notícias divulgadas em periódicos nacionais, relativas a aterros e lixeiras durante o período de 1 de Março a 16 de Novembro de 1999. No total dos 261 dias analisados, registaram-se 184 notícias sobre estes assuntos, o que representa uma média de 0.7 notícias deste tipo por dia. Como se pode observar pelo gráfico da figura 3, a distribuição das notícias pelos diferentes jornais não é homogénea, verificando-se que o Jornal de Notícias se destaca de todos os outros, o que coincide, naturalmente, com a região de maior incidência dos conflitos (o Norte do País).

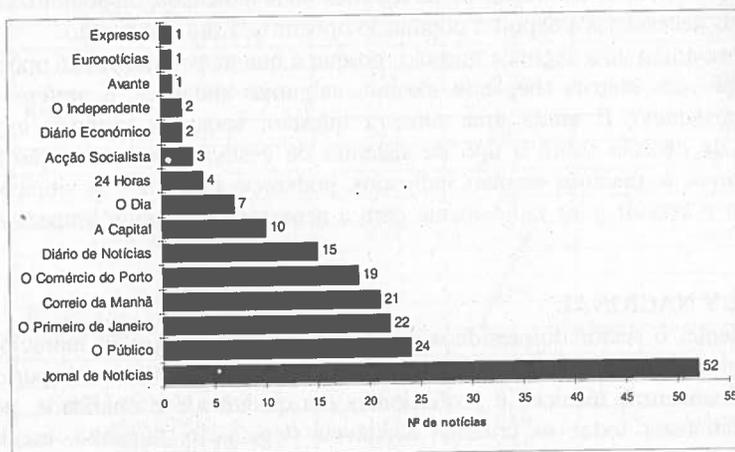


Figura 3. Número de notícias sobre aterros/lixeiros ocorridas no período de 1.3.99 a 16.11.99 nos diferentes periódicos nacionais.

Na figura 4 apresenta-se a distribuição temporal do número de notícias publicadas, durante o período analisado, chamando-se a atenção para a correspondência entre o número de notícias publicadas nos periódicos e a realização das eleições que ocorreram em Outubro.

Agrupando as 184 notícias analisadas, em função do seu assunto principal, constata-se que:

- em 46% dos casos tratam-se de manifestações da população contra a construção de infraestruturas de resíduos (essencialmente aterros, mas também contra estações de transferência, estações de triagem e localização de ecopontos, embora em muito menor número), algumas das quais de carácter violento (intervenções da GNR, detenção de indivíduos, feridos) e outras do

tipo corte de estradas, boicote aos referendos, às eleições, às reuniões da Assembleia Municipal;

- 34% das notícias são de carácter puramente informativo, não revelando qualquer conflito, ou posição a favor ou contra;
- 15% dos casos relatam casos de conflitos partidários ou de interesses económicos (nesta última situação só um caso explícito);
- 4% das notícias relacionam-se com posições menos exaltadas, do tipo, exigências de melhores estudos técnicos, pedidos de esclarecimentos, pedidos de informação sobre como funcionam os sistemas;
- só 2% das notícias se relacionam com posições favoráveis sobre a construção das infraestruturas (todas da parte de autarcas ou outros responsáveis políticos).

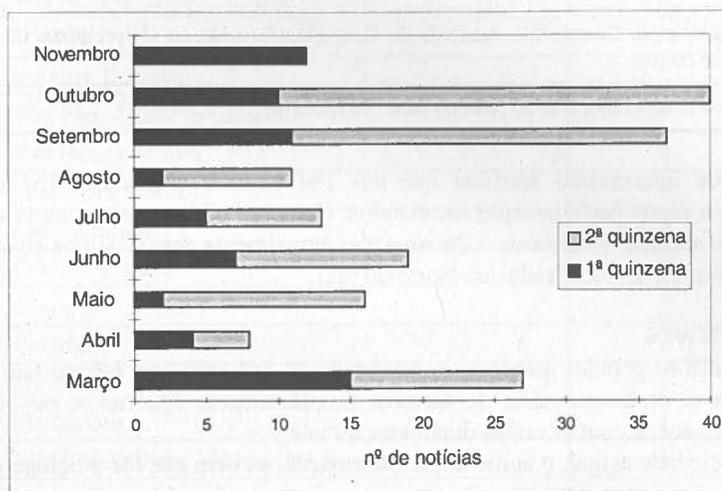


Figura 4. Distribuição do número de notícias publicadas nos periódicos nacionais sobre aterros/lixeiros

As palavras que predominam nos títulos das notícias analisadas, são sintomáticas deste dilema social, mais conhecido por síndrome NIMBY, exemplificando: descontente, lixado, queixa, tensão, não querem, destruir, divide, agita, protesto, envenena, ignora, polémico, contestam, discutem, suspende, contra, vigiam, bloqueio, críticas, violência, enfurece, revolta, impedem, travam, braço de ferro, impasse, ameaça, batalha, não convencem.

Para além dos compreensíveis receios da população, ou seja, da sua percepção de risco em relação à localização das infraestruturas de resíduos, há também um claro aproveitamento político da situação, como se pode constatar por alguns dos títulos de notícias apresentados na tabela 5, a título ilustrativo.

Tabela 5. Títulos de notícias sobre aterros/lixeiros com temática político-económica.

PP está contra, alegando falta de um estudo de impacte ambiental, mas a empresa responsável tem-no disponível para consulta
Autarcas do Douro Sul não reuniram consenso
PP acusa Mesquita Machado de ter vencido a guerra de forma ilegítima
Autarcas trocam acusações pela localização do tratamento dos resíduos urbanos
Associação de Municípios responsabiliza juntas de Bigorne e Lazarim por alegada manipulação popular e pelo que possa acontecer no futuro
Sócio-gerente da Companhia Agrícola do Sanguilhal revelou ao JN prejuízos de meio milhão de contos
Francisco Louçã coloca-se ao lado do povo de Lazarim

É ainda interessante verificar que das 184 notícias analisadas, 161 dizem respeito a casos perfeitamente localizados. Como se pode observar na tabela 6, estas 161 notícias referem-se a 26 situações actualmente com conflitos abertos, a maior parte delas localizadas no Norte do país.

### 3. O WINWIN

Os conflitos gerados no processo de conversão de lixeiras em aterros sanitários prendem-se com uma série de factores frequentemente ignorados, ou mesmo escamoteados, e com as novas dinâmicas sociais.

Na sociedade actual, o aumento de informação, se bem que lhe adicione muito do *know-how* para um actuação mais consciente e adequada, acarreta também uma série de dificuldades ao nível da tomada de decisão, como sejam, um aumento de incerteza e complexidade e uma incapacidade da parte dos técnicos para abarcar todos os dados em presença.

A nova realidade é um mundo de poder fragmentado - *no one in charge*<sup>1</sup> (BRYSON, 1992) - que exige o envolvimento mais alargado quer das instituições, quer das populações para chegar a soluções consensuais.

Outro aspecto não menos importante, e frequentemente ignorado, é o facto de que as decisões de localização não são exclusivamente técnicas (VASCONCELOS, 1997; LAKE, 1987), mas abarcam outros factores, como sejam, os interesses, os valores e as opções políticas, que quando são ignorados no início dos processos tendem a emergir durante o mesmo e gerar conflitos

<sup>1</sup> Considerando que grande parte dos problemas que se nos colocam requerem o envolvimento de mais do que uma instituição para os resolver.

difícilmente sanáveis em fases mais avançadas de decisão. Isto tem acontecido com uma série de casos de decisões de localização no nosso país (e.g., incineradora de resíduos perigosos, o caso da nova ponte sobre o Tejo).

Tabela 6. Localização dos casos de conflito e número de notícias sobre os mesmos.

Localidade de construção	Nº de casos noticiados
Lamego	36
Torres Vedras, Cadaval, Alenquer	28
Póvoa de Lanhoso	25
Vila Nova de Gaia	17
Tondela	14
Penafiel, Lousada	5
Vila Fria - Viana do Castelo	5
Vila Franca de Xira	4
Ílhavo (AS Aveiro)	4
Castelo Branco	3
Covilhã, Fundão	2
Chamusca	2
Ermidas	2
Mirandela	2
Matosinhos	1
Vila Boa do Bispo - Marco de Canaveses	1
Valença	1
S. João da Pesqueira	1
Abrantes	1
Cachão - Sto António dos Cavaleiros	1
Felgueiras	1
Sto André (Sines)	1
Pereiro	1
Crestins	1
Vale de Carrascos (Seixal)	1
Ermesinde	1

Um outro aspecto de grande importância, e frequentemente relegado para um segundo plano, é o que LINDBLOM (1979) apelidou de conhecimento de senso comum<sup>2</sup> - o conhecimento do cidadão - e que de certa forma se encontra associado aos elementos de potencial conflito nestes processos. Este tipo de conhecimento não é facilmente integrado em processos de decisão convencional em que os actores primordiais são os técnicos e políticos, deixando a sociedade civil de fora, ou para as últimas instâncias, quando 90% do documento se encontra consolidado (VASCONCELOS, 1999).

O facto destes problemas serem complexos (VASCONCELOS, 1997) e terem uma associação estreita com a definição do problema, altura em que são imbuídos de interesses, valores e políticas, implica que não exista à partida uma solução única mas que seja necessário chegar a situações de consenso.

E quando falamos de consenso, referimo-nos a toda uma literatura relacionada com formas colaborativas de solução. Estes processos interactivos, que têm vindo a ser desenvolvidos para evitar situações de impasse que não permitem a resolução de problemas vitais, são apelidados de metodologia de terceira geração, ou seja as tais *winwin*. A característica fulcral destas metodologias é o facto de centrarem o debate nos interesses dos intervenientes, contrariamente às tradicionais em que a deliberação era feita a partir das posições.

Um outro aspecto diferenciado é o facto de, contrariamente aos processos tradicionais, envolverem todos os actores chave do processo em fases iniciais, deslocando a intervenção participada para fases mais a montante.

As sessões não são organizadas para legitimar documentos produzidos pelos técnicos, com uma margem muito pequena de capacidade de re-estruturação, mas sim para debater informação em processos de grupo (WHEELAN, 1994). Estes grupos são mais reduzidos que nos processos tradicionais e exigem elementos gestores destes debates - os facilitadores, bem como elementos que mantenham a continuidade da informação de umas reuniões para as outras.

Estas técnicas colaborativas, geralmente mais morosas, permitem uma aprendizagem mais contínua da informação disponível por parte de todos quantos participam, além de conduzir frequentemente a soluções inovadoras (VASCONCELOS, 1996; INNES, 1993). Existem já indícios de que, em conseguindo generalizar estes processos, será possível reduzir o tempo por eles exigido (VASCONCELOS, 1996).

Portanto, e de uma forma sumária, os processos interactivos incluem alguns aspectos predominantes ao nível do procedimento que os distinguem dos outros, designadamente:

- transferência da participação para fases mais a montante do processo decisório;
- ênfase na participação selectiva;

---

<sup>2</sup> *Ordinary knowledge.*

- oportunidade de intervenção ao nível da definição do problema, ao contrário de se focarem exclusivamente na solução final (*output*).

Em suma, podemos dizer que estas novas metodologias oferecem um potencial acrescido para abordar este tipo de problemas. Em termos conceptuais apostam em explorar os interesses das diferentes partes numa perspectiva de *winwin* (ganho) evitando o tradicional alinhamento nas posições que restringem à partida a inovação na geração de soluções. Isto contribui para uma colaboração mais efectiva das partes envolvidas, evitando modos dicotómicos do ganho e perda que poucos benefícios trazem à solução e que cria frequentemente antagonismos difíceis de sanar e ultrapassar uma vez surgidos.

#### 4. CONCLUSÕES

O síndrome NIMBY não é um problema novo e afecta todos os países desenvolvidos. Há cerca de pelo menos duas décadas que cientistas das áreas das ciências sociais o estudam, no contexto das teorias dos dilemas sociais, e há desenvolvimentos teóricos e práticos de processos e técnicas de participação interactivas aplicadas a situações de localização controversas.

Com esta comunicação pretendeu-se reforçar a ideia de que os problemas de ambiente, neste caso concreto o dos resíduos, não são exclusivamente técnicos e exigem uma alteração rápida na forma de pensar e agir dos responsáveis pela tomada de decisões. Os processos interactivos permitem combater alguns dos problemas identificados, nomeadamente por possibilitarem explorar os interesses das diferentes partes, evitando posições dos intervenientes que restringem à partida a inovação na geração de soluções.

#### REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- BRYSON, J. M. & CROSBY, B. C. (1992). *Leadership for the Common Good. Tackling Public Problems in a Shared-Power World*. Jossey-Bass Publishers, San Francisco, USA.
- FORESTER, J. (1993). Planning Through Consensus Building. A New Perspective in the Comprehensive Planning Ideal. *ACSP Annual Conference, October 28-31, Philadelphia, USA*.
- HEALEY, P. (1992). Planning Through Debate. *Town Planning Review*, 63: 2.
- INNES, J. (1995) The Role of Information in Communicative Planning. *Annual Conference of the AESOP*, Aug.16-19, Glasgow, Scotland, GB.
- INNES, J., GRUBER, J., NEWMAN, M. & THOMPSON, R. (1994). *Coordinating Growth and Environmental Management through Consensus Building. A Policy Research Program Report*. University of California at Berkeley, Berkeley, USA.
- INR (1998). *Documentação de apoio à reunião do Conselho de Acompanhamento do Plano Estratégico de Resíduos Sólidos Urbanos (CARSU)*. Ministério do Ambiente. Gabinete do Secretário de Estado Adjunto da Ministra do Ambiente. Lisboa, 16 de Dezembro.
- LAKE, R. W. (Ed.) (1987). *Resolving Locational Conflict*. Center for Urban Policy Research, Rutgers - The State University of New Jersey, USA.

- LOBATO FARIA, A., CHINITA, A. T., FERREIRA, F., PRESUMIDO, M., INÁCIO, M. M. & GAMA, P. (1997). *Plano Estratégico dos Resíduos Sólidos Urbanos*. Grupo de Tarefa para a Coordenação do Plano Estratégico dos Resíduos Sólidos Urbanos. Ministério do Ambiente. Lisboa.
- OZAWA, C. P. (1991). *Recasting Science: Consensual Procedures in Public Policy Making*. Westview Press.
- RITTEL, H. W. J. & WEBBER, M. M. (1973). Dilemmas in a General Theory of Planning. *Policy Sciences*, 4: 155-169.
- SABATIER, P. A. (1988). An Advocacy Coalition Framework of Policy Change and the Role of Policy-Oriented Learning Therein. *Policy Sciences*, 21: 128-168.
- TOMBS, G. J. (1996). Common Perceptions on Waste and its Management: UK Results of a County-Wide Survey from Hampshire Project Integra-Hampshire. *UCL-IAG/ERRA Symposium "Effective Management of waste: Is It Worth It?"*, Louvain-la-Neuve, 28-29 May.
- VASCONCELOS, L. T. (1997). O Envolvimento do Cidadão nas decisões Públicas Complexas. *Workshop sobre participação pública*, APEA, 19-20 de Novembro.
- VASCONCELOS, L. T. & MARTINHO, G. (1998). Novas Questões nos Processos de Decisão em Democracias Participativas. *Revista Biol. (Lisboa)* 17: 235-240.
- VASCONCELOS, L. T. & MARTINHO, G. (1998). Questões na Percepção de Conflitos, Infraestruturas de resíduos. *Revista Biol. (Lisboa)* 16: 295-303.
- VASCONCELOS, L. T. (1993). Difficulties in Integrating "Hostile" Data in Environmental Decisions: the Case of The New Bridge over the Tagus River. *35th Annual Meeting of Association of Collegiate Schools of Planning*, Philadelphia, Pennsylvania, USA.
- VASCONCELOS, L. T. (1996). *The Use of Information and Interactive Processes in Growth Management: The Case of the New Bridge Controversy*. PhD Thesis, Universidade Nova de Lisboa, Portugal.
- VASCONCELOS, L. T. & REIS, A. (1996). Building New Institutions for Strategic Planning: Transforming Lisbon into the Atlantic Capital of Europe. In: Patsy Healey *et al.* (Eds.), *Making Strategic Plans - Innovation in Spatial Planning in Europe*, Chapter VI. UCL Press, London, England.
- WEISS, C. H. (1977). Research for Policy's Sake: the Enlightenment Function of Social Research. *Policy Analysis*, 3: 531-545.
- WEISS, C. H. (1980). Knowledge Creep and Decision Accretion. *Knowledge, Creation, Diffusion, Utilization*, 1: 381-404.
- WHEELAN, S. A. (1994) *Group Processes. A Developmental Perspective*. Allyn & Bacon, USA.

## AMBIENTE E SUA DEFESA — BREVE ESTUDO SOBRE ATITUDES E VALORES DE ALUNOS E PROFESSORES DO ENSINO BÁSICO

M.C. Miranda<sup>1</sup> & M. Freitas<sup>2</sup>

<sup>1</sup>Conselho Regional do Norte da Ordem dos Biólogos Ap. 1148, 4710 Braga Codex

<sup>2</sup>Universidade do Minho, Campus de Gualtar, 4700 Braga

Miranda, M. C. & Freitas, M. (2000). Ambiente e sua defesa - breve estudo sobre atitudes e valores de alunos e professores do ensino básico. *Revista Biol. (Lisboa)* **18**: 227-238.

Este artigo apresenta os resultados obtidos num estudo piloto desenvolvido no âmbito da tese de mestrado em Ciências do Ambiente (Ensino) da Universidade do Minho, intitulada "As Atitudes de Alunos e Professores face ao Ambiente e sua defesa". Numa primeira parte são apresentados os resultados relativos a algumas questões gerais. Numa segunda parte exploram-se os resultados obtidos nas respostas a certos dilemas ambientais e mediante o seu enquadramento na categorização elaborada por Pozarnik, inferiu-se do nível de desenvolvimento moral dos inquiridos.

Palavras chave: Ambiente, defesa do ambiente, educação ambiental, valores ambientais, atitudes ambientais.

Miranda, M. C. & Freitas, M. (2000). The environmental and its protection –brief study of the environmental values and attitudes of students and teachers from elementary school. *Revista Biol. (Lisboa)* **18**: 227-238.

This paper is based on the results obtained from a pilot study developed for the master's thesis in Environmental Sciences (specialization in teaching) from the University of Minho, intitled "Pupils' and Teachers' Attitudes related to the environment and its protection". We present the results related to some general questions and we discuss the answers given to the environmental dilemmas that focus opposite values. By analysing the justifications and their framing in the given categories elaborated by Pozarnik, we infer the level of moral reasoning in environmental dilemmas of the people inquired.

Key words: Environmental protection, education, values and attitudes.

## INTRODUÇÃO

O actual contexto ambiental tem tornado muito evidente que o paradigma de racionalidade científica, tecnológica, económica e social que tem governado a produção e utilização do saber científico e tecnológico nas sociedades ocidentais não assenta no pressuposto da sustentabilidade, mas antes no postulado de que "o ambiente tem valor somente na medida em que é economicamente rentável" (FIEN, 1999, p. 66). Este tipo de desenvolvimento não sustentável assente, entre outros aspectos, numa desenfreada exploração dos recursos naturais e na contaminação do ambiente por diversos poluentes, tem mostrado que o Homem não pode servir-se de forma irresponsável da natureza sem correr o risco de irreversivelmente comprometer o equilíbrio natural e, conseqüentemente, gerar situações de ruptura que, em última instância, reverterão em seu prejuízo.

Uma tal racionalidade assenta e perpetua uma ética antropocêntrica de concepção do mundo. Neste limiar do séc. XXI, urge pois promover a mudança de paradigma para uma ética ecocêntrica, que valorize o respeito por todas as formas de vida e pela base não viva que ajuda a sustentá-la e veja o Homem como uma parte indissociável do ambiente e da natureza.

Estes imperativos tornam claro o papel da Educação Ambiental (EA) na sensibilização, informação e intervenção dos cidadãos relativamente a questões ambientais. Segundo a Carta de Belgrado (1975) as grandes metas da EA são: "formar uma população mundial consciente e preocupada com o ambiente e com os seus problemas, uma população que tenha os conhecimentos, as competências, o estado de espírito, as motivações e o sentido de compromisso que lhe permitam trabalhar individual e colectivamente na resolução das dificuldades actuais e impedir que elas se apresentem de novo". A EA envolve a aquisição de conhecimentos e o desenvolvimento de atitudes e valores ambientalmente comprometidos; conseqüentemente, envolve um complexo sistema de componentes cognitivos, psicomotores e sócio-afectivos.

No que diz respeito ao domínio sócio-afectivo, a motivação dos alunos é muito importante no efectivo desenvolvimento de atitudes e valores. Responder aos interesses dos alunos será, à partida, uma garantia para o sucesso. No entanto, trata-se somente de uma condição necessária mas não suficiente. Investigações anteriores indicam que existe uma relação entre conhecimentos mais amplos de ecologia e maiores preocupações com o ambiente (COTTRELL & GRAEFE, 1997).

Por seu lado, Kohlberg (citado por POZARNIK, 1995) inferiu a existência de uma relação próxima entre desenvolvimento cognitivo e desenvolvimento moral. Com efeito, parece que as componentes cognitivas podem determinar o desenvolvimento de certas atitudes e valores ambientais. Os valores relacionados com a EA mais frequentemente mencionados são: a responsabilidade, preservação do ambiente, o respeito por todas as formas de vida, consciência das conseqüências de comportamentos individuais, solidariedade, sustentabilidade dos recursos e qualidade de vida (POZARNIK, 1995).

A partir do exposto infere-se a relevância da temática abordada neste artigo, baseado num estudo piloto desenvolvido no âmbito da tese de mestrado em Ciências do Ambiente (especialização em ensino) da Universidade do Minho, intitulada " As atitudes de alunos e professores face ao ambiente e sua defesa".

## **METODOLOGIA**

### **População e amostra.**

A amostra considerada neste estudo piloto foi de 44 sujeitos (33 alunos e 11 professores) de uma escola do ensino básico do litoral centro. Doze dos alunos inquiridos pertenciam ao 7.º ano (idades compreendidas entre 12 e 14 anos); nove alunos frequentavam o 8.º ano (com idades compreendidas entre os 13 e 14 anos); doze alunos eram do 9.º ano (idades oscilando entre os 14 e 18 anos). Os professores inquiridos apresentavam formações e idades muito distintas. Três pertenciam ao grupo disciplinar de Inglês, dois ao de Francês e três ao de Língua Portuguesa. Um leccionava Educação Moral e Religiosa Católica, outro Educação Visual e um pertencia ao 11.º grupo B de Ciências Naturais/Biologia. Com idades compreendidas entre os 25 e 30 anos situavam-se 5 professores, entre os 31 e 40 anos situavam-se também cinco professores e um entre os 40 e 50 anos.

### **Instrumentos.**

O questionário utilizado encontra-se organizado em duas partes: (I) Questões de carácter geral; (II) Dilemas ambientais. A primeira parte inclui seis questões de carácter mais geral e que incidem sobre a importância atribuída aos problemas ambientais e à defesa do ambiente e sobre a avaliação de atitudes face ao ambiente. Na Segunda parte apresentam-se aos inquiridos nove dilemas, para que façam opções de entre as atitudes apresentadas que tipificam valores opostos. Para clarificar as opções tomadas é-lhes também solicitado que as justifiquem.

### **Recolha e tratamento de dados.**

Os questionários foram entregues ao então Conselho Directivo da Escola EBI de Pardilhó com instruções para serem aplicados a 90 alunos, 30 para uma turma de 7.º ano, 30 para o 8.º ano e os restantes 30 para o 9.º ano. Foram também entregues cerca de 30 questionários para professores para serem entregues aos vários delegados disciplinares a fim de serem respondidos por cerca de dois a três docentes por grupo disciplinar. A escolha da escola baseou-se no critério de proximidade ao local de residência de um dos autores. Para inferir do nível de desenvolvimento moral dos inquiridos utilizou-se um esquema de categorização elaborada por Pozarnik (POZARNIK, 1995), a partir da combinação dos estádios de desenvolvimento de Kolberg (KOLBERG, 1976) e de uma versão

simplificada dos estádios de desenvolvimento reflexivo em problemas de estruturação "viciada"<sup>1</sup> (KITCHENER & FISCHER, 1990).

Assim, a análise dos argumentos que justificam as opções tomadas na resolução dos dilemas apresentados permite inferir qual o nível de desenvolvimento moral dos inquiridos pelo seu enquadramento na categorização seguinte: (1) Não apresentam razões ou as razões apresentadas não são lógicas; (2) Fornecem razões unilaterais (só se relacionam com um extremo do dilema) num nível concreto; (3) Fornecem razões unilaterais, num nível geral; (4) Suspendem o julgamento ou apenas repetem argumentos para ambos os lados; (5) Relacionam os dois lados do dilema, num nível concreto; (6) Relacionam os dois lados do dilema a um nível geral.

Apesar de nos termos mantido fiéis a esta categorização, notou-se a necessidade de, no futuro, efectuar uma adaptação (nomeadamente, em relação ao quarto nível), uma vez que os inquiridos que suspendem o julgamento, ora apresentam apenas argumentos unilaterais ora fornecem razões que apelam para ambos os extremos.

## ANÁLISE DOS RESULTADOS

### Alguns indicadores gerais

Os resultados obtidos quanto à preocupação relativamente a alguns dos principais problemas da humanidade estão evidenciados na tabela I (médias em respostas dadas numa escala de 1 a 7). Verifica-se que os problemas relacionados com o meio ambiente ocupam o terceiro lugar das preocupações dos alunos mas somente o quarto lugar (com a mesma média da pobreza) nas preocupações dos professores.

Tabela 1. Grau de preocupação com certos problemas da humanidade.

Problemas da Humanidade	Alunos	Professores
Toxicodependência	5,7	6,5
Guerra	5,3	6,5
Fome	6	6,2
Desemprego	4,5	5,2
Meio Ambiente	5,6	4,8
Racismo	4,9	4,5
Prostituição	5,4	4,6
Pobreza	5,0	4,8
Outro	1,2	3,7

<sup>1</sup> Do inglês *ill-structured*.

Na tabela II encontram-se evidenciados os resultados relativos ao grau de preocupação com certos problemas ambientais específicos (médias de respostas dadas numa escala de 1 a 7). Mais uma vez se podem constatar algumas assimetrias relativamente aos resultados obtidos entre professores e alunos.

Tabela II. Grau de preocupação com certos problemas ambientais.

<b>Gravidade de certos problemas ambientais</b>	<b>Alunos</b>	<b>Professores</b>
Esgotamento de recursos energéticos	4,6	5,9
Tratamento local de resíduos urbanos	5,1	4,1
Destruição local da floresta	5,5	4,3
Destruição da camada de ozono, efeito de estufa, chuvas ácidas	5,5	6,5
Extinção local de animais e plantas	5,0	4,9
Acumulação global de resíduos	5,7	5,4
Redução da biodiversidade	5,5	6,2
Destruição mundial das florestas	5,7	6,4
Qualidade local da água	5,3	5
Outro	1,2	1,2

No que respeita a outros aspectos gerais igualmente inquiridos, os resultados estão expressos na tabela III. É de assinalar, entre outros aspectos, o facto de uma elevada percentagem de alunos (97%) e professores (82%) concordar com a aplicação de penas na punição de graves delitos ambientais.

Tabela III. Respostas face a outras questões gerais colocados aos inquiridos.

<b>Questões</b>	<b>Alunos (%)</b>		<b>Professores (%)</b>	
	<b>Sim</b>	<b>Não</b>	<b>Sim</b>	<b>Não</b>
Prática de actos que beneficiam o ambiente	64	36	82	18
Prática de actos prejudiciais ao ambiente	61	39	64	36
Observação de actos prejudiciais ao ambiente	39	58	64	36
Concordância com a aplicação de penas graves a crimes ambientais	97	3	82	9

Na tabela IV e V estão evidenciados os resultados relativos ao tipo de actos que, respectivamente, beneficiam e prejudicam o ambiente praticados pelos inquiridos.

Tabela IV. Tipo de actos que beneficiam o ambiente praticados pelos inquiridos.

Actos que beneficiam o ambiente	Alunos (%)	Professores (%)
Avisar que não se põe lixo para o chão	4	-
Plantação de árvores	35	15
Colocar lixo no caixote	19	-
Diminuição da utilização de lacas	4	-
Limpeza de áreas (ex. pinhal)	15	-
Reciclagem de papel	23	23
Tratamento do lixo	-	54
Cuidados a projectar edifícios	-	8

Tabela V. Tipo de actos que prejudicam o ambiente praticados pelos inquiridos.

Actos que prejudicam o ambiente	Alunos (%)	Professores (%)
Lixo para o chão	4	-
Matar plantas	35	15
Perfumes/spray (camada de ozono)	19	-
Fogueiras	4	-
Poluir a Floresta	15	-
Dispêndio de energia, água	23	23
Utilização do automóvel	-	54
Fumar	-	8
Construção de edifícios		
Queimar lixo		

### Respostas aos dilemas ambientais

Os resultados obtidos nas respostas aos dilemas ambientais estão traduzidos nas tabelas que se seguem. Em anexo, apresentam-se dois exemplos dos dilemas ambientais utilizados neste estudo piloto.

Tabela VI. Respostas obtidas no dilema 1 "Comprar automóveis a gasolina sem chumbo ou a gasóleo?".

	Respostas Possíveis ao dilema 1		
	Comprar carros a gasolina sem chumbo	Comprar carros a gasóleo	Indeciso
Alunos (%)	79	0	21
Professores (%)	82	0	18

Tabela VII. Respostas obtidas no dilema 2 "Reduzir já a produção de CO<sub>2</sub> ou adiar a resolução do problema?"

	Respostas Possíveis ao dilema 2		
	Iniciar, desde já, a redução da produção de CO <sub>2</sub>	Adiar a resolução do problema	Indeciso
Alunos (%)	79	6	15
Professores (%)	82	0	18

Tabela VIII. Respostas obtidas no dilema 3 "Proibir a utilização de CFC's ou não o fazer?"

	Respostas Possíveis ao dilema 3		
	Proibir desde já a utilização de fontes de CFC's	Continuar a permitir a utilização de fontes de CFC's	Indeciso
Alunos (%)	58	9	33
Professores (%)	36	0	64

Tabela IX. Respostas obtidas no dilema 4 "Construir infra-estruturas de tratamento de resíduos nem que para tal tenha que aumentar os impostos ou esperar por nova e mais baratas soluções?"

	Respostas Possíveis ao dilema 4		
	Construir redes de esgotos, ETAR's e tratar os resíduos, nem que seja necessário aumentar os impostos ou cobrar mais na taxa de tratamento de lixo	Não aumentar os impostos nem a taxa de lixo, mesmo que isso leve à não construção de rede de esgotos e ao tratamento de resíduos	Indeciso
Alunos (%)	49	18	33
Professores (%)	36	9	55

Tabela X. Respostas obtidas no dilema 5 "A população da freguesia deve apoiar a construção do aterro ou opor-se?"

Respostas Possíveis ao dilema 5			
	A população da freguesia deve apoiar a construção do aterro e acompanhar o seu funcionamento	A população deve opor-se e fazer pressão para que o aterro seja construído noutra freguesia	Indeciso
Alunos (%)	33	18	49
Professores (%)	27	18	55

Tabela XI. Respostas obtidas no dilema 6 "As indústrias deveriam ser obrigadas, desde já, a instalarem sistemas de tratamento ou adiar essa instalação até que os preços diminuam?"

Respostas Possíveis ao dilema 6			
	As indústrias deveriam ser obrigadas, desde já, a instalarem sistemas de tratamento	A instalação devia ser adiada, até que os preços diminuam	Indeciso
Alunos (%)	77	23	0
Professores (%)	100	0	0

Tabela XII. Respostas obtidas no dilema 7 "Construir o complexo turístico ou não?"

Respostas Possíveis ao dilema 7			
	Construir o complexo turístico	Não construir	Indeciso
Alunos (%)	79	0	21
Professores (%)	82	0	18

Tabela XIII. Respostas obtidas no dilema 8 "Deve limitar-se a disponibilidade de combustíveis por habitante ou não?"

Respostas Possíveis ao dilema 8			
	Deve limitar-se, desde já, a disponibilidade de combustíveis por habitante	Não deve limitar, para já	Indeciso
Alunos (%)	67	9	24
Professores (%)	55	9	27(*)

(\*) De 9% dos inquiridos não obtivemos qualquer resposta.

Tabela XIV. Respostas obtidas no dilema 9 "Comprar o porta-moedas ou não oferecer prenda ao pai?"

	Respostas Possíveis ao dilema 9		
	Comprar o porta-moedas	Não oferecer prenda ao pai, no dia do seu aniversário	Indeciso
Alunos (%)	18	61	21
Professores (%)	18	55	27

**Resultados Obtidos na Categorização**

Na tabela XV estão representados os resultados obtidos na categorização feita a partir das justificações dadas pelos inquiridos na resolução dos dilemas.

Tabela XV. Resultados da categorização feitas a partir das justificações dadas pelos inquiridos na resolução dos dilemas.

	Dil 1		Dil 2		Dil 3		Dil 4		Dil 5		Dil 6		Dil 7		Dil 8		Dil 9		T	
	A	P	A	P	A	P	A	P	A	P	A	P	A	P	A	P	A	P	A	P
1	1	0	3	0	3	0	1	0	2	0	3	0	2	0	8	0	2	0	25	0
2	17	0	15	1	10	1	12	0	12	1	18	2	13	2	10	1	12	0	119	8
3	3	6	5	7	6	2	5	3	2	3	3	5	2	4	3	6	6	1	35	37
4	4	1	0	1	4	4	6	3	2	3	0	0	5	1	0	1	2	2	23	16
5	2	2	2	0	1	1	1	3	0	1	0	1	0	2	0	0	2	6	6	16
6	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
N	4	2	6	2	7	3	6	2	13	3	7	3	9	2	10	3	7	2	69	22
J																				

A tabela seguinte ilustra a classificação elaborada por Marentic Pozarnik, que aparece representada na tabela XV pelos algarismos de 1 a 6.

Tabela XVI. Classificação elaborada por Marentic Pozarnik.

1	Não apresentam razões ou as razões apresentadas não são lógicas.
2	Fornecem razões unilaterais (não relacionam com a outra parte do dilema) num nível concreto.
3	Fornecem razões unilaterais num nível geral.
4	Suspendem julgamento ou apenas repetem argumentos para ambos os lados.
5	Relacionam os dois lados num nível concreto.
6	Relacionam os dois lados num nível geral.
NJ	Não justificam.

### CONCLUSÕES, SUGESTÕES E IMPLICAÇÕES

Apesar de se tratar de um estudo piloto, a análise efectuada aos resultados obtidos permite fazer algumas inferências.

Dentre os problemas da humanidade, a degradação do meio ambiente parece preocupar tanto os alunos como os professores inquiridos. É interessante constatar a frequência elevada que o problema ambiental "Destruição da camada de ozono, efeito de estufa e chuvas ácidas" apresenta. Tal facto, pode resultar da grande divulgação que estas temáticas têm pelos meios de comunicação social. A prática de actos que beneficiem o ambiente aparece muitas vezes, para os alunos, associada ao tratamento do "lixo". Curiosa é também a frequência elevada de inquiridos que concorda com a aplicação de penas graves a crimes contra o ambiente. Este facto, pode resultar da ineficiência notória que os nossos meios legais têm no combate a este tipo de crimes.

Os resultados obtidos a partir das respostas aos dilemas ambientais estão a ser alvo de interpretação mais cuidada. Contudo, pode-se já adiantar que alunos e professores revelam nas suas decisões e argumentos uma clara tendência para atitudes que tipificam valores ambientais. É interessante verificar que esta tendência é superior nos alunos, embora existam excepções, como é o caso do dilema três.

Relativamente à categorização efectuada às justificações dos inquiridos, verifica-se que os alunos respondem tendencialmente no nível unilateral concreto e professores no nível unilateral geral. Daqui pode-se concluir a necessidade de incrementar situações que favoreçam o desenvolvimento de valores com vista a um efectivo "crescimento" ambiental. Não basta o desenvolvimento de atitudes pontuais que se perdem no tempo e que não perduram. A criação de um quadro de valores que esteja na base de um conjunto de atitudes de defesa e preservação do ambiente e que evidencie um grau de desenvolvimento moral elevado será o resultado mais desejado da Educação Ambiental.

### REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- ALAMO, J. (1992). *Paisage y Educación Ambiental. Evaluación de cambios de actitudes hacia el entorno*. Madrid: Secretaria General Técnica, Centro de Publicaciones, Ministerio de Obras Públicas y Transportes, 15-26.
- COTTREL, F. P. & GRAEFFE, A. R. (1997). Testing Conceptual Framework of Responsible Environmental Behaviour. *Journal of Environmental Education*, 29, (1) 17-27.
- FIEN, J. (1999). Reorienting formal education for sustainable development. In UNESCO. Sustainable Development. Education, the force of change. Caracas: UNESCO, 65-91.
- FREITAS, M. (1991). Educação Ambiental na Educação Pré-escolar e no Ensino Básico do 1.º e 2.º ciclo. *Aprender*, 13, 30-42.
- GÓMEZ, J.; FÉRNANDEZ, J.; LORCA, B. (1995). La visión que tiene el profesorado de ciclo superior de EGB de los intereses del alumnado en educación ambiental. *Alambique Didáctica de las ciencias experimentales*, 6, 42-50.
- HUNGERFORD, H. R. & VOLK, T. L. (1990). Changing learner behaviour through environmental education. *The Journal of environmental education*, 21 (3), 8-12.

- KINSEY, T.; WHEATLEY, J. (1984). The effects of an environmental studies course on the defensibility of environmental attitudes. *Journal of research in science teaching*, 21 (7), 675-683.
- KITCHENER, K. S. & FISCHER, K. W. A skill approach to the development of reflective thinking, in: KUHN, D. (Ed.). *Developmental Perspectives on teaching and learning thinking skills. Contribution to human development*. 21, 48-62.
- KOHLBERG, L. (1976). Moral Stages and moralisation, in: LICKONS, T. (ed) *Moral Development and behaviour*, 2-15.
- MANGAS, V., MARTINEZ, P. & PEDAUYÉ, R. (1997). Analysis of environmental concepts and attitudes among Biology degree students. *The Journal of environmental education*, 29,(1), 28 - 33.
- MARENTIC POZARNIK. (1995). Probing into Pupils' Moral Judgement in Environmental Dilemmas: a basis for "teaching values". *Environmental Education Research*, 1, (1), 47-58.
- MAURICE, H. (1996). Nature's Nature: ideas of nature in curricula for environmental education. *Environmental Education Research*, 2 (2), 141-147.
- NOVO, M. (1995). *La educación ambiental. Bases éticas, conceptuales e metodológicas*. Madrid: Editorial Universitas, S.A., 21-68.
- OULTON, C. & SCOTT, W. (1995). The "Environmental Educated Teacher": an exploration of the implications of UNESCO - UNEP's ideas for pre-service teacher education programmes. *Environmental Education Research*, 1 (2), 213-231.
- PALMER, J. & SUGGATE, J. (1996). Influences and experiences affecting the pro-environmental behaviour of educators. *Environmental Education Research*, 2, (1), 109-121.

## ANEXO I

### Exemplo 1:

Dilema número 9 - "O pai do Pedro faz hoje anos e o Pedro quer comprar-lhe uma prenda. As lojas estão a fechar e o rapaz debate-se com um problema: o pai precisa de um porta-moedas e o Pedro viu um, muito bonito, de pele de crocodilo, a um preço acessível. No entanto, o Pedro sabe que estes animais se encontram protegidos, pois correm o risco de extinção. Mas, afinal também é verdade que o crocodilo já está morto e nada se pode fazer para o recuperar. Que decisão deve o Pedro tomar?"

### Exemplo 2:

Dilema número 3 - "A camada de ozono protege a superfície da Terra dos perigosos raios ultravioletas. Porém, certos produtos químicos existentes nos *sprays*, na esfervite, nos aparelhos de ar condicionado, nalguns extintores de incêndio, nos frigoríficos, etc., são enviados para a atmosfera e provocam a sua destruição. Consequentemente, a vida de alguns seres vivos pode ser afectada e

no homem podem surgir cancro de pele entre outros problemas de saúde. Muitos cientistas defendem a proibição do uso de produtos em que existam esses compostos químicos (clorofluorcarbonetos - CFC's), outros não vêem o problema de forma tão radical. Para além disso, a utilização de *sprays*, esferovite, extintores, ar condicionado, frigoríficos garantem-nos uma vida mais cómoda e segura. O que se deve fazer?"

## ÍNDICE POR AUTORES

Almeida, S. F. P. & Gil, M. C. P. - As diatomáceas e a qualidade das águas na Bacia do Vouga.	157
Amaral, M. J., Fernandes, S. & Costa, M. H. - Aquacultura em Zonas costeiras. Que impactes?	177
Borrego, C., Martins, J. M. & Lopes, M. - Instrumentos técnico-científicos de gestão ambiental.	117
Chícharo, M. A., Chícharo, L. M., Galvão, H., Barbosa, A., Marques, M. H., Andrade, J. P., Esteves, E., Gouveia, I., Miguel, C. - An ecohydrologic study of the Guadiana estuary (South Portugal).	139
Costa, A. L., Miranda, I., Caçador, I. & Pereira, H. - Decomposição de materiais lenho-celulósicos de dois halófitos em sapais do estuário do Tejo.	97
Cruz, R. & Rebelo, J. - Dados de crescimento em peixes da Ria de Aveiro.	41
Dias, J. - Instrumentos jurídico-administrativos de tutela do ambiente.	193
Diaz Barradas, M. C., Correia, O., Zunzunegui, M., Ain-Lhout, F., Clavijo, A., Silva, P. & Ferreira, S. - Distribuição de sexos na espécie dióica <i>Corema album</i> ao longo de um gradiente climático.	7
Duarte, N., Rosa, N., Santos, M. J. & Rebelo, J. - Estudo de ectoparasitas das brânquias de robalo ( <i>Dicentrarchus labrax</i> L.) da Ria de Aveiro.	59
Fragoso, S. & Santos-Reis, M. - Utilização dos recursos tróficos pela doninha no Parque Natural das Serras de Aire e Candeeiros.	23
Fragoso, S., Costa, G., Franco, A., Malico, I., Reis, S., Rocha, A. & Sarmento, N. - A densidade do Tartaranhão-caçador ( <i>Circus pygargus</i> ) em Castro Verde.	33
Liberato, M. C., Caixinhas, M. L. & Monjardino, J. - American <i>Magnoliophyta</i> species in Pena and Jardim-Museu Agrícola Tropical Parks.	49
Martinho, M. G. Vasconcelos, L.T., Fulgêncio, C. - A Problemática de Localização de Infra-estruturas de Resíduos.	213
Miranda, M. C. & Freitas, M. - Ambiente e sua defesa - breve estudo sobre atitudes e valores de alunos e professores do ensino básico.	227

- Pastorinho, M., Pereira, M. L. Pai, I. K., Azeiteiro, U., Fonseca, J. & Morgado, F. M. - Técnicas histológicas e ultraestruturais em estudos de ecofisiologia planctónica. 167
- Pimentel, C., Tavares, A. & Paiva, M. R. - Estudos sobre dinâmica populacional e ecologia alimentar da processionária do pinheiro *Thaumetopoea pityocampa* (Lepidoptera, Thaumetopoeidae) em Portugal. 105
- Pombo, L. & Rebelo, J. E. - A ictiofauna da Ria de Aveiro: Diversidade espaço-temporal. 69
- Rebelo, H. & Freitas, M. - Atitudes das Populações face às Áreas Protegidas. O caso particular da Área de Paisagem Protegida de Corno de Bico. 203
- Rego, F. C., Gonçalves, P. C. C., Silveira, S. C.B. - Biodiversidade e Gestão de *Habitats* na Reserva Natural da Serra da Malcata. 127
- São José, A., Rebelo, P., Prudêncio, J., Ramalhinho, M. G. & Mathias, M. L. - A comunidade de pequenos mamíferos associada à Ribeira dos Castelhanos (Herdade da Ribeira Abaixo, Grândola). 83

BACKFILE ISSUES  
of this journal are available on  
35 MM MICROFILM  
University Microfilms

A Xerox Company Ann Arbor, Michigan 48106  
Write for catalog and complete information.