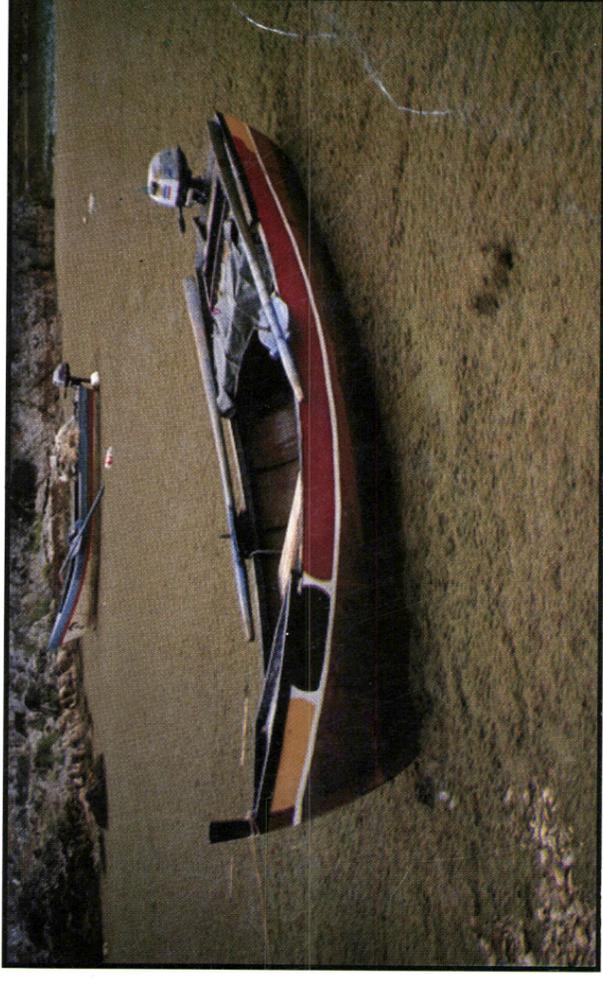


UNIVERSIDADE DE ÉVORA

**IMPACTE AMBIENTAL DO "BLOOM" DE AZOLLA
NO
CONCELHO DE MÉRTOLA**



MARIA VIRGÍNIA BRAISINHA SEBASTIÃO BAILOA

MESTRADO EM ECOLOGIA HUMANA

Dissertação apresentada à Universidade de Évora para obtenção do grau de Mestre em
Ecologia Humana

ACÍLIA BAIOA | IMPACTE AMBIENTAL DO " BLOOM " DE AZOLLA NO CONCELHO DE MÉRTOLA

87
266

ÉVORA
1997

Évora
1997

UNIVERSIDADE DE ÉVORA

**IMPACTE AMBIENTAL DO “BLOOM” DE *AZOLLA*
NO
CONCELHO DE MÉRTOLA**

O presente trabalho foi orientado pelo Prof. Doutor Francisco José do Nascimento Carrapiço, docente do Departamento de Biologia Vegetal da Faculdade de Ciências da Universidade de Lisboa e investigador do Centro de Biologia Ambiental daquela Faculdade.

Esta dissertação foi apoiada financeiramente pelo Protocolo estabelecido entre a Fundação da Faculdade de Ciências da Universidade de Lisboa/Centro de Biologia Ambiental e o Instituto da Água.

De acordo com o N° 2 do Art° 8 do Decreto-Lei N° 338/70, a responsável por esta dissertação é co-autora de um artigo, intitulado: “The uncontrolled growth of *Azolla* in the Guadiana river”, publicado na revista *Aquaphyte* 16 (2): 11, em 1996. Foram utilizados alguns dados deste artigo na elaboração da referida dissertação.

MARIA VIRGÍNIA BRAISINHA SEBASTIÃO BAIOA

MESTRADO EM ECOLOGIA HUMANA

Dissertação apresentada à Universidade de Évora para obtenção do grau de Mestre em
Ecologia Humana

Évora
1997

**“Aquatic weeds are symptoms of trouble and rarely their cause”
C. D. K. Cook**

Ao meu filho

AGRADECIMENTOS

Ao Prof. Doutor Francisco Carrapiço, meu orientador, pelo precioso acompanhamento, amizade e disponibilidade demonstrados em todas as fases do desenvolvimento desta dissertação, bem como as valiosas sugestões e críticas que sempre soube criteriosa e seriamente efectuar. Quero ainda expressar o meu muito obrigado por me ter transmitido a sua paixão pela *Azolla*, bem como as palavras amigas de encorajamento nos momentos mais difíceis do desenvolvimento desta dissertação.

Agradeço às seguintes pessoas e Instituições toda a colaboração prestada e que se revelou fundamental à realização desta dissertação:

Eng^o Anacleto Milheiros Costa (Inspecção do Ambiente - Direcção-Geral do Ambiente)

Dr. António Frazão (ex-Técnico da Direcção dos Serviços da Água - Évora)

Sr. António Luiz Rafael (Coordenador do Centro Regional da RTP - Évora)

Dr. António Matos (Delegado de Saúde de Mértola)

Major Azevedo Grosso (ex-Chefe da Secção de Operações do Regimento de Infantaria de Beja)

Eng^o Baganha Fernandes (ex-Director de Serviços de Combate à Poluição no Mar por Hidrocarbonetos, actualmente a exercer funções na Capitania do Porto de Lisboa)

Sr. Baltazar (Brigada de Hidrometria de Beja)

Prof. Doutor Carlos Borrego (ex-Ministro do Ambiente e dos Recursos Naturais e docente do Departamento de Ambiente e Ordenamento da Universidade de Aveiro)

Sr. Carlos Pereira (Chefe de Redacção do jornal “Diário do Alentejo”)

Sr. Carlos Silva (ex-jornalista da Rádio Pax)

Tenente Carlos Teixeira Moreira (Comando do Corpo de Fuzileiros - Alfeite)

1^o Sargento de Infantaria Cordeiro (Regimento de Infantaria de Beja)

Padre Eduardo Pereira da Silva (Director do jornal “A Defesa”)

Capitão Fernando Mendes (Esquadra 401 - Base Aérea N^o1 - Sintra)

Sr. Fernando Rosa (ex-Presidente da Câmara Municipal de Mértola)

Sr. João Manuel Dias Gonçalves (Agente da Polícia Marítima - Capitania do Porto de Vila Real de Stº António)

Tenente Joaquim Bravo (Comando do Corpo de Fuzileiros - Alfeite)

Comandante Joaquim Nobre (ex-Capitão do Porto de Vila Real de Stº António)

Dr. Jorge Revez (Presidente da Associação de Defesa do Património de Mértola)

Tenente José Augusto Moreira (Adjunto do Chefe de Serviços de Combate à Poluição no Mar por Hidrocarbonetos)

Sr. José Guerreiro (Brigada de Hidrometria de Beja)

Sr. José Ribeiro (Realizador - Operador de Câmara da Sulmédia - Évora)

Sr. José Xavier Giada da Rosa (Agente da Polícia Marítima - Capitania do Porto de Vila Real de Stº António)

Drª Lina Jan (ex-Directora Regional do Ambiente e Recursos Naturais do Alentejo)

Sr. Luís Rego (Jornalista da Sulmédia- Évora)

Sr. Manuel Custódio Agostinho (Subchefe da Polícia Marítima - Capitania do Porto de Vila Real de Stº António)

Sr. Manuel Piçarra (Director do Jornal “diário do SUL”)

Engº Manuel Joaquim Guia Marques (ex-Director de Serviços da Água - Évora)

Tenente Matias (Regimento de Infantaria de Beja)

Dr. Matias Palma (ex-Veterinário da Câmara Municipal de Mértola)

Dr. Orlando Borges (Chefe de Divisão de Ordenamento e Protecção do Instituto da Água)

Capitão Paulo Alves (Esquadra 401 - Base Aérea Nº1 - Sintra)

Major Soares (Chefe da Secção de Operações do Regimento de Infantaria de Beja)

Ao Protocolo estabelecido entre a Fundação da Faculdade de Ciências da Universidade de Lisboa/Centro de Biologia Ambiental e o Instituto da Água o apoio financeiro prestado.

Ao Centro de Biologia Ambiental e ao Departamento de Biologia Vegetal da Faculdade de Ciências da Universidade de Lisboa a possibilidade de frequentar alguns cursos de formação e saídas de campo na área das infestantes aquáticas, particularmente sobre

Azolla e que se revestiram de especial importância para aquisição de conhecimentos nessa área.

Ao Gabinete do Chefe do Estado-Maior da Força Aérea Portuguesa, ao Comando do Corpo de Fuzileiros - Ministério da Defesa Nacional-Marinha, ao Comando do Regimento de Infantaria N.º3 - Beja, ao Comando da Academia Militar, à Direcção-Geral de Marinha, à Direcção-Geral do Ambiente, à Direcção Regional do Ambiente e dos Recursos Naturais do Alentejo, à Direcção-Regional dos Serviços Hidráulicos do Sul, à Câmara Municipal de Mértola, à Capitania do Porto de Vila Real de St.º António, ao Instituto da Água, à Delegação Florestal do Alentejo - Zona Florestal de Barros e Alentejo Interior e à Associação de Defesa do Património de Mértola pela disponibilização de dados, autorização concedida aos vários representantes envolvidos nas entrevistas, a amabilidade e receptividade demonstradas, bem como todo o contributo prestado à elaboração deste trabalho.

À Radiotelevisão Portuguesa (Delegação Regional de Évora) e à Sulmídia - Produtora Independente de Televisão - Évora, a possibilidade de visualizar as diversas reportagens efectuadas sobre o “bloom” de *Azolla* ocorrido no rio Guadiana em Abril de 1993.

À Prof. Doutora Maria João Collares-Pereira, docente do Departamento de Zoologia e Antropologia da Faculdade de Ciências da Universidade de Lisboa e Coordenadora do Centro de Biologia Ambiental daquela Faculdade pela amável cedência de bibliografia relacionada com o estudo do ciprinídeo *Anaocypris hispanica* (Saramugo).

Ao Dr. Nuno Santos do Departamento de Sociologia da Universidade de Évora pela disponibilidade e cedência de alguma documentação no âmbito da análise social.

Ao Dr. Carlos Reis, ex-Director do IPIMAR e actual docente do Departamento de Zoologia e Antropologia da Faculdade de Ciências da Universidade de Lisboa pelo apoio bibliográfico cedido.

À população de Mértola, em especial à comunidade piscatória, ao pessoal do ramo da restauração e aos Presidentes das Juntas de Freguesia do Concelho pela disponibilidade e colaboração prestada no preenchimento dos respectivos questionários.

Ao Júlio Salvador, à Ana Costa, ao Alexandre e ao Mário Silva, meus colegas de profissão, os preciosos ensinamentos e colaboração prestados na área da informática.

À Lili Dâmaso pela colaboração prestada no processamento de texto relativo ao lançamento dos dados dos questionários realizados.

À Prof. Doutora Isabel Sevinate Pinto (FCUL/DBV), à Prof. Doutora Teresa Graça Antunes (FCUL/DBV), à Dr^a Generosa Teixeira (FFUL), e à Dr^a Ana Luísa Pereira, membros do Centro de Biologia Ambiental da Faculdade de Ciências da Universidade de Lisboa, a amizade, os ensinamentos e o interesse que sempre demonstraram pelo meu trabalho.

À Prof. Doutora Maria Helena Costa (DCEA/FCT-UNL) a amizade, os ensinamentos e as valiosas sugestões que sempre disponibilizou ao longo da realização deste trabalho.

À minha família, especialmente à minha mãe, a minha gratidão pela compreensão, encorajamento, ajudas múltiplas e paciência pela minha nem sempre boa disposição.

À Fátima Braizinha, minha prima, uma palavra de gratidão pelas “estadias” em Algés, durante a minhas constantes idas a Lisboa.

Finalmente uma palavra de gratidão a todos aqueles que de uma forma directa ou indirecta contribuíram para a realização deste trabalho.

RESUMO

O trabalho agora apresentado analisa o impacte ambiental do “bloom” de *Azolla*, que ocorreu no rio Guadiana em Abril de 1993, no concelho de Mértola. Procedeu-se à descrição geral da Bacia Hidrográfica daquele rio e caracterizou-se, genericamente, o Concelho nas suas componentes física, demográfica, sócio-económica e cultural. Apresenta-se, igualmente, o estudo, sob os pontos de vista biológico e taxonómico, do pteridófito aquático do género *Azolla*, focando, nomeadamente, os aspectos ligados à associação simbiótica *Azolla-Anabaena*-bactérias. Tendo em atenção que *Azolla* em determinadas condições ambientais adquire o comportamento de planta infestante, foi igualmente abordado este tema.

Analisa-se as atitudes e comportamentos da população, em particular três grupos alvo: comunidade piscatória, profissionais do ramo da restauração e representantes das Juntas de Freguesia do Concelho, face àquele fenómeno. Nesse sentido foi realizado um questionário dirigido à população, tendo em atenção aqueles sectores. Também as várias Instituições envolvidas no processo de gestão/remoção de *Azolla* do rio Guadiana foram contactadas e auscultadas as suas opiniões sobre o acontecimento em causa, através de entrevista e questionário dirigidos aos seus representantes.

O desconhecimento do fenómeno em si e a ausência de um modelo prático de actuação em situações deste tipo, constituíram algumas das dificuldades sentidas. Também a insuficiente informação/formação técnico-científica de diversas Entidades envolvidas, se revelou um aspecto importante a ter em atenção em situações futuras. Por outro lado, a interrupção da actividade piscatória e as dificuldades causadas pelo não consumo da água e do peixe provenientes do rio constituíram, respectivamente, os principais problemas sentidos pela população inquirida.

Finalmente e tendo em consideração as dificuldades sentidas no âmbito da gestão/remoção de *Azolla* são propostas algumas medidas de gestão visando a resolução de situações semelhantes à que ocorreu em Abril de 1993.

ABSTRACT

This work analyses the environmental impact of the *Azolla*'s bloom which took place in Guadiana's river, in April 1993, in the municipality of Mértola. In quite generic terms, we describe the river hydrographic basin and the physical, demographic, social, economical and cultural elements of the region. The present work also includes a biological and taxonomic review of the genus *Azolla*, including the more important features of the symbiotic association *Azolla-Anabaena*-bacteria. Because in certain environmental conditions, *Azolla* has the behaviour of a weed plant, this matter is also looked into.

The population's behaviour, in particular some professional communities, when facing the *Azolla* bloom is analysed. With that purpose, a questionnaire for the population was elaborated, paying special attention to that specific communities. The Institutions involved in the process of removing *Azolla* from the river were also contacted: through interviews and questionnaires, their representatives gave us their opinion about the subject.

The fact that they had no previous knowledge of the phenomenon, as well as the non-existence of a practical management model in these kind of situations, brought some difficulties. The lack of scientific and technical background and information associated with some of the Institutions involved, also reveal to be an important aspect worth paying attention to in future situations. On another hand, the interruption of the fishing activity and the problems caused by the lack of consume of the water and fish coming from the river were also frequently brought up by the enquired population.

As a conclusion, and considering the difficulties presented in the *Azolla* removal, some management measures are purposed to help working out future similar situations.

ÍNDICE

	Página
AGRADECIMENTOS	i
RESUMO	v
ABSTRACT	vi
ÍNDICE	vii
LISTA DE FIGURAS	xi
LISTA DE TABELAS	xvii
LISTA DE ABREVIATURAS	xix
1. INTRODUÇÃO	1
2. METODOLOGIA GERAL	5
3. BACIA HIDROGRÁFICA DO RIO GUADIANA	11
3.1. CARACTERIZAÇÃO GERAL	11
3.2. HIDROGRAFIA	13
3.3. CARACTERIZAÇÃO CLIMÁTICA	14
3.3.1. TEMPERATURA	14
3.3.2. PRECIPITAÇÃO	15
3.3.3. INSOLAÇÃO	15
3.3.4. EVAPORAÇÃO	15
3.3.5. EVAPOTRANSPIRAÇÃO	15
3.4. MORFOLOGIA E PEDOLOGIA	16
3.5. RECURSOS HÍDRICOS E APROVEITAMENTOS HIDRÁULICOS	17
3.6. QUALIDADE DA ÁGUA	22
3.7. COMUNIDADES AQUÁTICAS	27
3.7.1. FITOGEOGRAFIA	28
3.7.2. COMUNIDADE FAUNÍSTICA	31
3.8. CARACTERIZAÇÃO SÓCIO-ECONÓMICA	39
3.8.1. POPULAÇÃO RESIDENTE	39
3.8.2. SECTORES DE ACTIVIDADE	40

4. CONCELHO DE MÉRTOLA	43
4.1. LOCALIZAÇÃO GEOGRÁFICA E LIMITES ADMINISTRATIVOS	43
4.2. GEOMORFOLOGIA	44
4.3. ASPECTOS GEOLÓGICOS E GEOLITOLÓGICOS	44
4.4. PEDOLOGIA	46
4.5. CARACTERÍSTICAS CLIMÁTICAS	47
4.6. HIDROGRAFIA	48
4.7. HIDROGEOLOGIA	48
4.8. FLORA	48
4.9. FAUNA	52
4.10. DINÂMICA POPULACIONAL	55
4.10.1. EVOLUÇÃO DA POPULAÇÃO RESIDENTE	55
4.10.1.1. <i>ESTIMATIVAS DA POPULAÇÃO RESIDENTE</i>	56
4.10.2. DISTRIBUIÇÃO ESPACIAL DA POPULAÇÃO POR FREGUESIAS	57
4.11. ESTRUTURA ETÁRIA	57
4.11.1 EVOLUÇÃO DA ESTRUTURA ETÁRIA	57
4.12. SECTORES DE ACTIVIDADE	60
4.12.1. SECTOR PRIMÁRIO	61
4.12.2. SECTOR SECUNDÁRIO	67
4.12.3. SECTOR TERCIÁRIO	68
4.13. CARACTERIZAÇÃO SÓCIO-DEMOGRÁFICA	69
4.14. CARACTERIZAÇÃO SÓCIO-CULTURAL	70
5. AZOLLA	73
5.1. TAXONOMIA	73
5.2. MORFOLOGIA - ASPECTOS GERAIS DO GÉNERO	75
5.2.1. REGISTO FÓSSIL	79
5.2.2. <i>AZOLLA FILICULOIDES</i>	80
5.3. REPRODUÇÃO	82
5.4. A SIMBIOSE <i>AZOLLA-ANABAENA</i> -BACTÉRIAS	85
5.4.1. FACTORES CONDICIONANTES DO DESENVOLVIMENTO DE <i>AZOLLA</i>	90
5.5. UTILIZAÇÃO DE <i>AZOLLA</i>	95
5.5.1. AGRICULTURA	95
5.5.2. INDÚSTRIA	99

5.5.3. AMBIENTE	100
5.5.4. OUTRAS UTILIZAÇÕES	101
5.6. <i>AZOLLA</i> COMO INFESTANTE	102
5.6.1. INTRODUÇÃO	102
5.6.2. MEIOS DE LUTA	108
6. O “BLOOM” DE <i>AZOLLA</i> NO RIO GUADIANA	113
6.1. INTRODUÇÃO	113
6.2. CAUSAS	115
6.3. EXTENSÃO	118
6.4. PROCESSOS DE GESTÃO E IMPACTE	122
6.4.1. INTERPRETAÇÃO DADA AO FENÓMENO	122
6.4.2. DESENCADEAMENTO DA ACÇÃO	129
6.4.3. COORDENAÇÃO DO PROCESSO	133
6.4.4. OPERAÇÃO DE REMOÇÃO	136
6.4.5. ENVOLVIMENTO DA POPULAÇÃO	143
6.4.6. APOIO TÉCNICO-CIENTÍFICO	153
6.4.7. PAPEL DA COMUNICAÇÃO SOCIAL	155
6.4.7.1. <i>IMPrensa ESCRITA</i>	155
6.4.7.2. <i>IMPrensa FALADA</i>	159
6.4.8. ADEQUAÇÃO DAS MEDIDAS TOMADAS	163
6.4.9. DIFICULDADES SENTIDAS PELAS ENTIDADES ENVOLVIDAS NO PROCESSO	168
6.5. CONCLUSÕES	171
7. CONSIDERAÇÕES E RECOMENDAÇÕES FINAIS	175
8. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS	179
ANEXOS	
ANEXO I - DADOS REFERENTES AOS ARTIGOS DA IMPrensa ESCRITA	1
ANEXO II - ENTEVISTAS DOS REPRESENTANTES DOS	
ÓRGÃOS DE COMUNICAÇÃO SOCIAL	25
ANEXO III - ENTREVISTAS DOS REPRESENTANTES DAS INSTITUIÇÕES	43
ANEXO IV - QUESTIONÁRIOS DOS REPRESENTANTES DAS INSTITUIÇÕES	119
ANEXO V - QUESTIONÁRIOS DA POPULAÇÃO (GRUPOS ALVO)	229

LISTA DE FIGURAS

	Página
Fig. 3.1 - Bacia Hidrográfica do Guadiana (Adaptada de MPAT/SEARN/DRAH, 1986).	11
Fig. 3.2 - Concelhos abrangidos pela Bacia Hidrográfica do Guadiana (Adaptada de COSTA <i>et al.</i> , 1993).	12
Fig. 3.3 - Carta Hidrográfica do Guadiana (Adaptada de COSTA <i>et al.</i> , 1993).	14
Fig. 3.4 - Principais fontes de poluição pontuais identificadas na Bacia do Guadiana (em Portugal) (Adaptada de TANGARRINHAS, 1994).	22
Fig. 3.5 - Localização das Estações de Qualidade da Água na Bacia Portuguesa do rio Guadiana (Adaptada de RODRIGUES <i>et al.</i> , 1995).	27
Fig. 4.1 - Localização Geográfica do Concelho de Mértola (Adaptada de MACHADO <i>et al.</i> , 1996).	43
Fig. 4.2 - Evolução da População Residente no Concelho de Mértola (nos últimos 80 anos) (Adaptada de LOPES (Coord.) <i>et al.</i> , 1992).	55
Fig. 4.3 - Pirâmide Etária para o Concelho de Mértola - 1960 (<i>in</i> LOPES (Coord.) <i>et al.</i> , 1992).	58
Fig. 4.4 - Pirâmide Etária para o Concelho de Mértola - 1991 (<i>in</i> LOPES (Coord.) <i>et al.</i> , 1992).	59

Fig. 4.5 - Distribuição da População Activa no Concelho de Mértola, em 1991, por Sectores de Actividade.	61
Fig. 5.1 - Secção transversal de uma folha de <i>Azolla</i> (in CARRAPIÇO (Coord.) <i>et al.</i> , 1996).	77
Fig. 5.2 - <i>Azolla filiculoides</i> . Observa-se distintamente as folhas imbricadas e numerosos microsporocarpos. (Fotografia amavelmente cedida pelo Prof. Doutor Francisco Carrapiço).	81
Fig. 5.3 - Ciclo de vida de <i>A. filiculoides</i> (in CARRAPIÇO (Coord.) <i>et al.</i> , 1996).	82
Fig. 5.4 - Cavidade de uma folha jovem de <i>Azolla filiculoides</i> observada em microscopia electrónica de transmissão. Note-se a ausência de heterocistos nos filamentos da cianobactéria (<i>Anabaena azollae</i>). São igualmente visíveis numerosas bactérias na cavidade (in CARRAPIÇO (Coord.) <i>et al.</i> , 1996).	85
Fig. 6.1 - Evolução dos caudais e da concentração de fosfatos (P_2O_5) no ano hidrológico de 1992/93 nas três estações consideradas (in CARRAPIÇO, 1994).	117
Fig. 6.2 - Localização das principais “manchas” de <i>Azolla</i> na parte portuguesa da Bacia Hidrográfica do rio Guadiana.	119
Fig. 6.3 - Fotografia aérea de um troço do rio Guadiana na zona entre Pedrógão e Mourão, sendo visível uma extensa “mancha” de <i>Azolla</i> (Fotografia amavelmente cedida pelo Prof. Doutor Francisco Carrapiço. Esta fotografia foi efectuada a partir de um original existente no INAG em Abril de 1993).	120

Fig. 6.4 - Localização das principais “manchas” de <i>Azolla</i> no Concelho de Mértola.	121
Fig. 6.5 - Grau de conhecimento em relação ao fenómeno - Perspectiva das Entidades Inquiridas.	123
Fig. 6.6 - Natureza do organismo causador do “bloom” - Perspectiva das Entidades Inquiridas.	123
Fig. 6.7 - Grau de conhecimento em relação ao fenómeno - Perspectiva da População Inquirida.	124
Fig. 6.8 - Natureza do organismo causador do “bloom” - Perspectiva da População Inquirida.	124
Fig. 6.9 - Adequação da informação dada pelas Entidades Oficiais acerca do fenómeno - Perspectiva da População Inquirida.	125
Fig. 6.10 - Avaliação da intervenção das Entidades envolvidas no processo de gestão/remoção de <i>Azolla</i> - Perspectiva das Entidades Inquiridas.	134
Fig. 6.11 - Avaliação da intervenção das Entidades envolvidas no processo de gestão/remoção de <i>Azolla</i> - Perspectiva da População Inquirida.	135
Fig. 6.12 - Recolha de <i>Azolla</i> efectuada por elementos do Comando do Corpo de Fuzileiros e da Direcção-Geral de Marinha (<i>in</i> Revista da Armada, Junho de 1993).	139
Fig. 6.13 - Recolha de <i>Azolla</i> efectuada por elementos do Regimento de Infantaria de Beja (Fotografia amavelmente cedida pelo Regimento de Infantaria de Beja).	139

Fig. 6.14 - Utilização de <i>Azolla</i> como fertilizante - Perspectiva da População Inquirida.	140
Fig. 6.15 - Alteração da vida quotidiana devido ao “bloom” de <i>Azolla</i> - Perspectiva da População Inquirida.	143
Fig. 6.16 - Consumo da água da rede de abastecimento público, proveniente do rio, durante a ocorrência do “bloom” de <i>Azolla</i> - Perspectiva da População Inquirida.	145
Fig. 6.17 - Receio em consumir o peixe, proveniente do rio, durante a ocorrência do “bloom” de <i>Azolla</i> - Perspectiva da População Inquirida.	145
Fig. 6.18 - Alteração da vida quotidiana da população - Perspectiva das Entidades Inquiridas.	146
Fig. 6.19 - Alteração da actividade piscatória - Perspectiva da População Inquirida.	147
Fig. 6.20 - Alteração da actividade piscatória - Perspectiva das Entidades Inquiridas.	148
Fig. 6.21 - Actividade piscatória ameaçada - Perspectiva da População Inquirida.	151
Fig. 6.22 - Actividade piscatória ameaçada - Perspectiva das Entidades Inquiridas.	151
Fig. 6.23 - Forma de tratamento da notícia pelos Órgãos de Comunicação Social - Perspectiva das Entidades Inquiridas.	161

- Fig. 6.24 - Grau de esclarecimento, em relação ao fenómeno, através dos Órgãos de Comunicação Social - Perspectiva da População Inquirida. 162
- Fig. 6.25 - Forma de tratamento da notícia pelos Órgãos de Comunicação Social - Perspectiva da População Inquirida. 162
- Fig. 6.26 - Adequação das medidas tomadas pelas Entidades Oficiais - Perspectiva da População Inquirida. 166

LISTA DE TABELAS

	Página
Tabela 3.1 - Concelhos abrangidos pela Bacia Hidrográfica do Guadiana (Adaptada de COSTA <i>et al.</i> , 1993).	13
Tabela 3.2 - Barragens existentes na Bacia Hidrográfica do Guadiana (em Espanha) (Adaptada de COSTA <i>et al.</i> , 1993).	19
Tabela 3.3 - Aproveitamentos hidráulicos existentes na Bacia Hidrográfica do Guadiana (em Portugal) (Adaptada de MARN/INAG, 1996).	20
Tabela 3.4 - Aproveitamentos hidráulicos previstos na Bacia Hidrográfica do Guadiana (em Portugal) (Adaptada de MARN/INAG, 1996).	21

LISTA DE ABREVIATURAS

ARS - Administração Regional de Saúde

bact - Bactérias

CBO₅ - Carência Bioquímica de Oxigénio ao fim de 5 dias

cianob - Cianobactéria

COBA - Consultores de Engenharia e Ambiente

CQO - Carência Química de Oxigénio

cv - Célula vegetativa

DBV - Departamento de Biologia Vegetal

DCEA - Departamento de Ciências e Engenharia do Ambiente

DRAH - Direcção-Geral dos Recursos e Aproveitamentos Hidráulicos

DRARN Alentejo - Direcção Regional do Ambiente e dos Recursos Naturais do Alentejo

ETAR - Estação de Tratamento de Águas Residuais

F - Filamentos da rede mucilaginosa

FAAS - Fujian Academy of Agricultural Science

FCT - Faculdade de Ciências e Tecnologia

FCUL - Faculdade de Ciências da Universidade de Lisboa

FFUL - Faculdade de Farmácia da Universidade de Lisboa

het - Heterocisto

INAG - Instituto da Água

IPIMAR - Instituto de Investigação das Pescas e do Mar

IRRI - Internacional Rice Research Institute

MARN - Ministério do Ambiente e dos Recursos Naturais

MPAT - Ministério do Plano e da Administração do Território

POC - Programa Ocupacional de Emergência

PRP - Pêlo ramificado primário

pt - Pêlo de transferência

RAPD - Random Amplified Polymorphic DNA

RFLP - Restriction Fragment Length Polymorphism

SEARN - Secretaria de Estado do Ambiente e Recursos Naturais

SNPRCN - Serviço Nacional de Parques Reservas e Conservação da Natureza

TCMA - Taxa de Crescimento Médio Anual

UCL - Universidade Católica de Louvain

UNL - Universidade Nova de Lisboa

1. INTRODUÇÃO

O desenvolvimento explosivo de micrófitos e macrófitos aquáticos, tecnicamente designado florescência ou “bloom”, constitui um sério problema, que afecta muitos dos nossos cursos e massas de água, com consequências a nível ambiental, particularmente, nas vertentes económica e social (CARRAPIÇO *et al.*, 1996). Este tipo de situações pode ser incluído nos chamados *perigos ambientais*, tendo em atenção que toda a problemática ligada aos fenómenos naturais pressupõe a existência de riscos com repercussões diversas sobre o ambiente em geral (SMITH, 1996).

De acordo com esta perspectiva, o “bloom” de *Azolla*, ocorrido no rio Guadiana em Abril de 1993, pode ser enquadrado no âmbito dos perigos de natureza biológica, tendo em consideração que se tratou da invasão de uma planta naquele ecossistema (SMITH, 1996). De facto, o pteridófito aquático do género *Azolla* atingiu um desenvolvimento anormal no referido rio. Esta planta, normalmente referenciada neste curso de água, adquiriu um comportamento de planta infestante, apresentando em alguns troços do curso português do rio, diversos quilómetros de extensão, constituindo uma situação muito pouco vulgar para rios e tornando-se num fenómeno ecológico único à escala nacional e europeia. Particularmente na região de Mértola, este feto formou um tapete contínuo, com a espessura de 5 a 7 cm, que cobriu parte do curso daquele rio (CARRAPIÇO *et al.*, 1994).

Assim, pela primeira vez no nosso país, uma comunidade humana esteve sujeita a um *stress* provocado por uma situação ambiental pouco vulgar, que durante algum tempo transformou o quotidiano dos habitantes desta vila Alentejana, provocando mesmo reacções comportamentais pouco consentâneas com a realidade do fenómeno. Este facto, associado às dificuldades encontradas por parte das autoridades governamentais e autárquicas em gerir e solucionar de forma adequada este tipo de problemas, levam-nos a reflectir sobre esta situação, com a finalidade de se tentar tirar os necessários ensinamentos que possam contribuir para uma gestão mais adequada e concertada face a futuras situações de risco, as quais poderão vir a tornar-se frequentes no nosso país e em particular na zona do Guadiana (CARRAPIÇO *et al.*, 1996).

Constata-se, igualmente, que existe insuficiência de dados referentes às implicações da ocorrência do desenvolvimento explosivo de macrófitos em meio aquático, semelhante à situação verificada no Guadiana em Abril de 1993, em particular na vertente social. Por outro lado, são frequentes as publicações sobre as consequências do aparecimento de “blooms” de cianobactérias em cursos e massas de água. Saliente-se, a título de exemplo, o caso ocorrido no rio Darling, na Austrália, onde há poucos anos sucedeu um desenvolvimento explosivo de cianobactérias do género *Anabaena* que atingiu cerca de 1000 Km de extensão. Esse acontecimento provocou, nomeadamente, a morte de gado por ingestão de neurotoxinas presentes na água, com as consequentes repercussões a nível sócio-económico (FALCONER, 1993).

A novidade do desenvolvimento explosivo de *Azolla*, a ausência de dados de referência e a importância do estudo das reacções comportamentais geradas por aquele fenómeno, bem como as dificuldades sentidas pelas várias Entidades envolvidas na gestão/remoção deste pteridófito do rio, constituem um importante campo de estudo, cuja finalidade principal é contribuir para a obtenção de ensinamentos face a situações futuras semelhantes.

Urge, portanto, dar resposta a este tipo de fenómenos (desenvolvimento explosivo de determinadas plantas aquáticas) através de um programa nacional de gestão integrada de infestantes. Assim, a gestão de ecossistemas aquáticos apresentando aquele tipo de problemas deve ser encarada tendo em atenção que a mesma está dependente de numerosos factores ambientais bióticos e abióticos que se interrelacionam entre si e que qualquer intervenção deve ser realizada a nível global.

Concomitantemente, é necessário que as populações directamente afectadas, bem como as autoridades locais, estejam sensibilizadas e equipadas com meios técnicos e humanos minimamente necessários visando dar resposta adequada a esses problemas (CARRAPIÇO, 1994; CARRAPIÇO *et al.*, 1996). Na realidade não se pretende com este trabalho visar apenas a componente científica. A vertente didáctica, associada à procura de soluções, relacionadas com a mudança de atitudes e a determinação para a acção, daqueles que directa ou indirectamente participam na gestão deste tipo de

problemas, são igualmente preocupações que se tentaram desenvolver e transmitir ao longo da realização desta dissertação.

Ao focarmos a análise do “bloom” de *Azolla* no rio Guadiana, em particular na região de Mértola, com especial referência aos processos de gestão e impacte daquele acontecimento, pretende-se ir de encontro às preocupações atrás referidas.

Na sua realização foram considerados os seguintes objectivos:

- Caracterização do ecossistema em causa;
- Caracterização do Concelho de Mértola;
- Caracterização biológica do pteridófito aquático do género *Azolla*;
- Análise das repercussões ambientais, nomeadamente na sua vertente social, do “bloom” de *Azolla*;
- Propôr algumas medidas a implementar conducentes ao desenvolvimento de uma nova atitude face às infestantes aquáticas e contribuir para o estabelecimento de um modelo de gestão mais eficaz face a estes problemas.

Face aos objectivos supracitados e tendo em consideração a insuficiência de dados relativos ao impacte ambiental deste tipo de fenómenos (“blooms” de infestantes aquáticas), nomeadamente as suas consequências no domínio social, foi desenvolvido este trabalho, o qual tenta, de certa forma, preencher alguns aspectos dessa lacuna.

2. METODOLOGIA GERAL

O presente trabalho, desenvolvido ao longo do ano lectivo de 1996/1997, incluiu, numa primeira fase, pesquisa bibliográfica para recolha de informação necessária à caracterização do ecossistema em estudo (Bacia Hidrográfica do rio Guadiana, em particular do troço português), assim como a descrição das características mais relevantes do Concelho de Mértola (CORTES *et al.*, 1995; FERREIRA & GODINHO, 1994; INAG/COBA, 1995; LOPES (Coord.) *et al.*, 1992; MPAT/SEARN/DRAH, 1986; NICOLAU (Coord.) & BARROCO, 1992; OLIVEIRA, 1991; PENA *et al.*, 1985; RODRIGUES *et al.*, 1996; ROXO (Coord.) *et al.*, 1993; TANGARRINHAS, 1994).

Refira-se que a pesquisa de dados referentes à caracterização sócio-económica do Concelho de Mértola se revelou bastante difícil e morosa devido à ausência de informação actualizada. De facto, os dados existentes, nomeadamente os relacionados com os sectores da actividade económica, eram insuficientes e pouco actuais. Face a esta situação houve necessidade de consultar alguns organismos estatais para recolha de informações mais precisas e actualizadas. Apesar das tentativas constantes de superação desses obstáculos, julga-se que os mesmos funcionaram como factores limitantes face ao tempo disponível para a realização deste trabalho.

O estudo da biologia e taxonomia do pteridófito aquático do género *Azolla* foi efectuado através da realização de pesquisa bibliográfica, salientando-se, entre outros, os trabalhos de BRAUN-HOWLAND & NIERZWICKI-BAUER, 1990; CARRAPIÇO (Coord.) *et al.*, 1996; SAUNDERS & FOWLER, 1993; WATANABE & VAN HOVE, 1996, participação em cursos de formação teórico-práticos vocacionados para o estudo e gestão das infestantes aquáticas e ainda através do envolvimento em saídas de campo. Estas permitiram, nomeadamente, uma aquisição mais detalhada de conhecimentos nesta área que se revelaram importantes para o adequado desenvolvimento do trabalho.

De facto, em relação à problemática das infestantes em meio aquático, concretamente em situações de desenvolvimento anormal ("blooms"), a informação existente é escassa, em particular, sobre a perspectiva e impacte junto das populações que convivem com este

tipo de fenómenos (AGUIAR, 1996; CARRAPIÇO *et al.*, 1994; FALCONER, 1993; SMITH, 1996). Deste modo e no caso específico do “bloom” de *Azolla*, considerou-se que uma metodologia baseada no contacto directo com os intervenientes no processo de gestão/remoção de *Azolla* poderia, em princípio, afigurar-se como a mais adequada, uma vez que neste tipo de fenómenos assume particular significado a obtenção de informação sobre as atitudes e opiniões de todos aqueles que directamente participam na gestão e contacto com este tipo de problemas. Estes dados foram complementados com a análise de documentos de diversa índole elaborados por algumas Entidades Oficiais e Órgãos de Comunicação Social.

Face ao interesse da realização de um estudo prático no campo, foram desenvolvidos questionários e entrevistas dirigidos por um lado, a todas as Entidades envolvidas no processo de gestão/remoção de *Azolla* do rio Guadiana em Abril de 1993 e por outro à população, focando determinados grupos alvo, bem como a diversos Órgãos de Comunicação Social. Todas as Entidades envolvidas neste acontecimento, foram previamente contactadas por escrito com a finalidade de nomearem um representante ou representantes que estivessem capacitados a responder ao questionário e entrevista formulados. Neste contexto, pretendeu-se que os referidos representantes pudessem transmitir a posição da Instituição que representavam, na altura, face ao sucedido, bem como a versão dos acontecimentos na perspectiva dessa Entidade. Todas as entrevistas foram efectuadas e conduzidas presencialmente pela autora desta dissertação, gravado o seu conteúdo e posteriormente transcrito.

Relativamente ao questionário, optou-se por este tipo de metodologia, uma vez que, após o conhecimento da situação sócio-económica do Concelho, se verificou que uma amostragem típica da análise social não traria, em princípio, dados relevantes. A própria análise dos resultados do teste experimental demonstrou que os dados obtidos não eram conclusivos, isto é, não tinham um significado preciso. Por outro lado, a consulta bibliográfica efectuada no âmbito das técnicas de investigação social (BUGEDA, 1974) não se revelou adequada aos objectivos que se pretendiam atingir. Julgou-se, portanto, que seria incorrecto optar por uma metodologia do tipo sondagem, uma vez que correr-se-ia o risco de não obter dados considerados fiáveis e fundamentais para o desenvolvimento do trabalho.

Na origem desta opção esteve o conhecimento da realidade local e a especificidade do fenómeno em causa, os recursos existentes, o tempo de realização desta dissertação e, sobretudo, a tentativa de tirar conclusões sobre o que efectivamente sucedeu e tentar analisar de forma objectiva os problemas decorrentes daquele fenómeno, o que nem sempre se revelou tarefa fácil.

Neste contexto, foi elaborado um questionário dirigido a todas as Entidades envolvidas naquele processo (Anexo IV) e, com o objectivo de clarificar e aprofundar algumas das questões formuladas, foram realizadas entrevistas junto de representantes daquelas Entidades (Anexo III).

Nas questões relativas às entrevistas tentou-se manter uma linha de conduta uniforme. No entanto, face à especificidade de algumas entidades inquiridas e o seu papel no processo de gestão/remoção de *Azolla*, nem sempre tal foi possível. Alguns representantes das Entidades inquiridas, revelaram não poder responder a determinadas questões, uma vez que não acompanharam de forma directa o processo de remoção da planta do rio. Nalguns casos foi necessário conduzir a entrevista de acordo com os conhecimentos demonstrados por aqueles representantes, acerca do fenómeno, no sentido de obter o máximo de informação.

De acordo com os objectivos pretendidos, quer as entrevistas, quer os questionários, abordaram um leque de questões relacionadas, fundamentalmente, com os seguintes temas:

- conhecimento/interpretação dada ao fenómeno;
- tipo de intervenção da Entidade em causa;
- adequação das medidas tomadas com vista à resolução do problema;
- coordenação do processo de gestão/remoção de *Azolla*;
- apoio técnico-científico-institucional às Entidades envolvidas;
- papel da Comunicação Social;
- envolvimento da população local.

Saliente-se que a fase de realização das entrevistas aos vários representantes das Instituições envolvidas naquele fenómeno, embora se revelasse um trabalho bastante

enriquecedor, tornou-se, por vezes, uma tarefa bastante morosa e difícil tendo em atenção a disponibilidade, nem sempre atempada e fácil por parte de alguns dos intervenientes. No entanto, os objectivos iniciais, aliados à insistência e persistência constantes, funcionaram como verdadeiros “motores” na condução deste trabalho de campo.

Com base neste primeiro questionário, foi elaborado um segundo dirigido à população (Anexo V), junto de grupos alvo que, de acordo com os objectivos pretendidos, seriam os mais significativos. Esses grupos englobaram: os pescadores locais, os profissionais ligados ao ramo da restauração e todos os Presidentes de Juntas de Freguesia do Concelho.

A elaboração dos questionários exigiu uma prévia pesquisa de campo, através de entrevistas efectuadas junto de um grupo específico que englobava, simultaneamente, o cidadão comum, o responsável pela autarquia e o pescador, de modo a conhecer as principais preocupações em relação àquela questão. Estas entrevistas revestiram-se de particular interesse, na medida em que ajudaram à elaboração das perguntas, face aos objectivos gerais pretendidos. Após esta primeira fase, o questionário foi sujeito a sucessivas correcções com vista à versão final. Na elaboração das questões tentou-se utilizar uma linguagem acessível e adequada aos inquiridos, de modo a obter a informação pretendida, e tendo em atenção o nível de instrução da população em geral, o qual é ainda, infelizmente, baixo. Concluída a estruturação geral do questionário, foi o mesmo submetido a um teste experimental, utilizando para o efeito indivíduos seleccionados aleatoriamente, após o qual foi reformulado mediante as sugestões e críticas recolhidas, originando a versão final.

Foram igualmente analisados os dados contidos nos relatórios fornecidos pela Direcção Regional do Ambiente e dos Recursos Naturais do Alentejo (DRARN Alentejo, 1993) e pelo Comando do Corpo de Fuzileiros (MARINHA, 1994), assim como documentos audiovisuais referentes ao que na realidade aconteceu, nomeadamente, o filme em VHS e as fotografias aéreas realizados pela Força Aérea (Esquadra 401 da Base Aérea N° 1 - Sintra) e o filme, igualmente em VHS, efectuado pelo Comando do Corpo de Fuzileiros.

Procedeu-se, ainda, à análise de conteúdo dos dados da Comunicação Social (imprensa escrita e falada) (Anexo I). Nesse âmbito foram analisados artigos da imprensa escrita, nacional e regional, sobre o acontecimento em causa. De igual modo, foram estudadas as reportagens efectuadas pelos canais de televisão que estiveram envolvidos na divulgação daquele assunto. Ainda em relação aos Órgãos de Comunicação Social optou-se, também, por proceder à realização de uma entrevista (Anexo II) junto dos representantes dos jornais de carácter regional que divulgaram a notícia. O mesmo sucedeu em relação aos canais de televisão e a uma estação de rádio. Saliente-se, porém, que a realização daquelas entrevistas se revelou, nalguns casos, pouco profícua em termos de obtenção de informação, uma vez que parte daqueles representantes não esteve presente no local onde se efectuou a remoção de *Azolla* no rio Guadiana.

Por fim, refira-se que a opção pela não realização de uma análise estatística mais elaborada, nomeadamente análise multivariada, no tratamento dos dados foi intencional. Esta opção relacionou-se, principalmente, com a natureza dos questionários e das respostas obtidas, as quais estão intimamente associadas à realidade sócio-cultural do universo que os mesmos pretendiam estudar. A opção “clássica” seguida nesta matéria foi a que nos pareceu mais consentânea com a natureza do fenómeno em si, embora sempre que possível os dados obtidos fossem apresentados de maneira didáctica, nomeadamente sob a forma de gráficos, de modo a facilitar a sua leitura e interpretação.

3. BACIA HIDROGRÁFICA DO RIO GUADIANA

3.1. CARACTERIZAÇÃO GERAL

A bacia hidrográfica do rio Guadiana (Fig. 3.1) ocupa uma área de 66960 km², dos quais 55260 km² (83%) se localizam em território espanhol e 11700 km² (17%) em Portugal. Localizada entre os 37 e 47° de Latitude N e 02° e 08° de Longitude W, a bacia do Guadiana é limitada a Norte pela do Tejo, a Leste pelas bacias do Jucar e Odiel, a Sul pela bacia do Guadalquivir e a Oeste pelas bacias do Sado, Mira e Arade (MPAT/SEARN/DRAH,1986).



Fig. 3.1 - Bacia Hidrográfica do Guadiana

(Adaptada de MPAT/SEARN/DRAH,1986).

O rio Guadiana nasce no planalto triásico, Lagoas de Ruidera, em Campo Montiel a 1700 m de altitude. Entre a nascente e a foz o Guadiana percorre 810 km, dos quais 550 em Espanha, 150 em Portugal e 110 servindo de fronteira entre os dois países (65 km entre a foz do rio Caia e a foz da Ribeira de Cuncos e 45 km entre a foz do rio Chança e o oceano Atlântico (MPAT/SEARN/DRAH,1986).

Administrativamente a parte portuguesa da bacia abrange 26 Concelhos, os quais se encontram representados na Fig. 3.2 e na tabela 3.1 (COSTA *et al.*,1993).

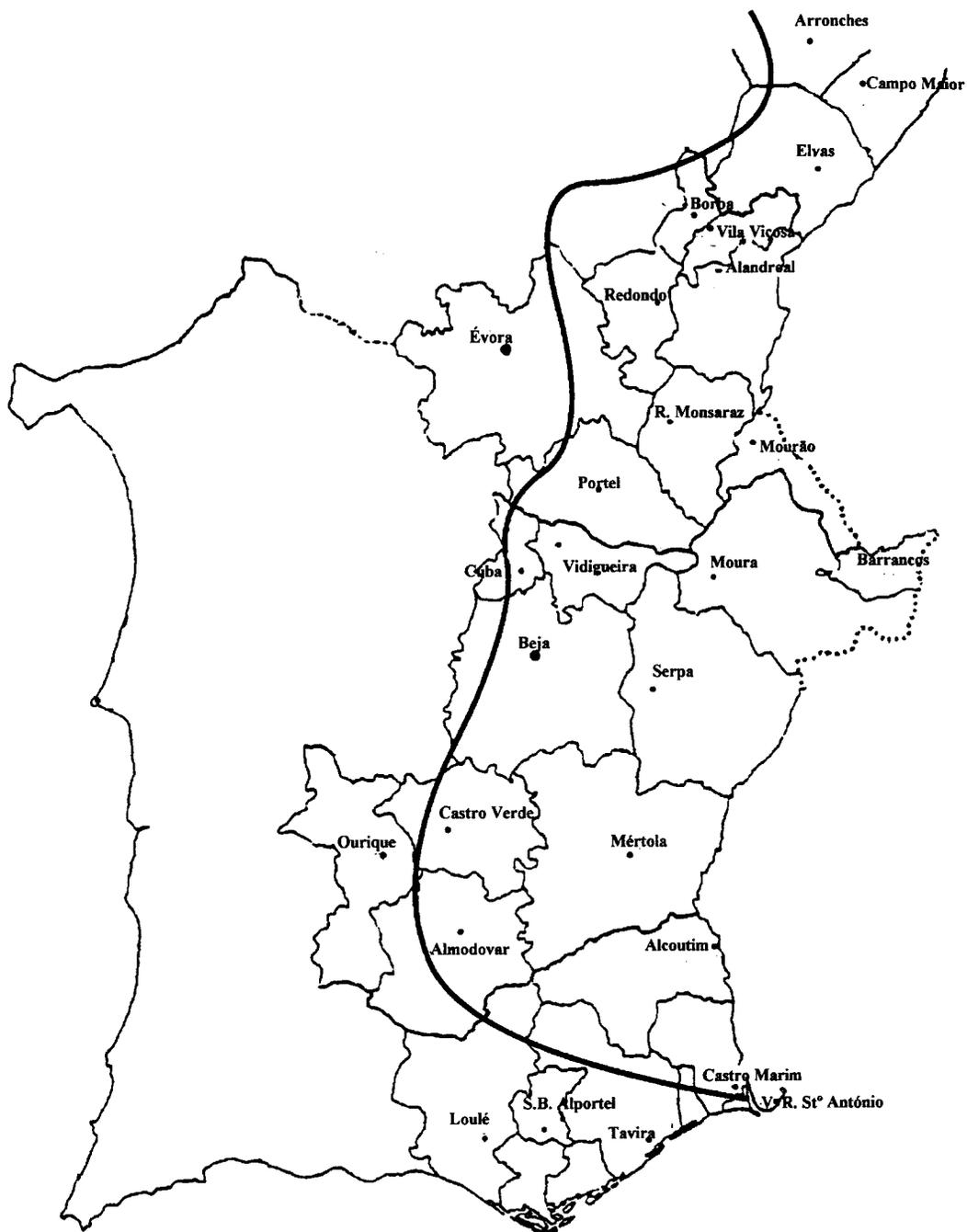


Fig. 3.2 - Concelhos abrangidos pela Bacia Hidrográfica do Guadiana
(Adaptada de COSTA *et al.*, 1993).

Concelhos totalmente abrangidos	Concelhos parcialmente abrangidos
Campo Maior	Arronches
Mourão	Borba
Reguengos de Monsaraz	Elvas
Redondo	Évora
Vila Viçosa	Portel
Barrancos	Almodôvar
Mértola	Beja
Moura	Castro Verde
Serpa	Cuba
Vidigueira	Ourique
Alcoutim	Castro Marim
TOTAL: 11	Loulé
	S. B. de Alportel
	Tavira
	V. R. de Stº António
	TOTAL: 15

Tabela 3.1 - Concelhos abrangidos pela Bacia Hidrográfica do Guadiana
(Adaptada de COSTA *et al.*, 1993).

3.2. HIDROGRAFIA

A rede hidrográfica é relativamente complexa (Fig. 3.3), sendo os principais afluentes do Guadiana, e respectivas áreas, os seguintes:

- Em Espanha: Ciguela (10582 km²), Bullaque (2034 km²), Rucas (81865 km²) e Gévora (2185 km²) na margem direita; na margem esquerda: Jabalon (2362 km²), Zújar (8511 km²), Matachel (2546 km²), Guadajira (902 km²) e Albuera (435 km²).

- Em Portugal, os seus principais afluentes na margem direita são os rios Caia (813 km²), Degebe (1527 km²), Cobres (1151 km²), Vascão (462 km²) e Odeleite (775 km²); na margem esquerda, Ardila (3631 km²) e Chança (1480 km²) (MPAT/SEARN/DRAH,1986).

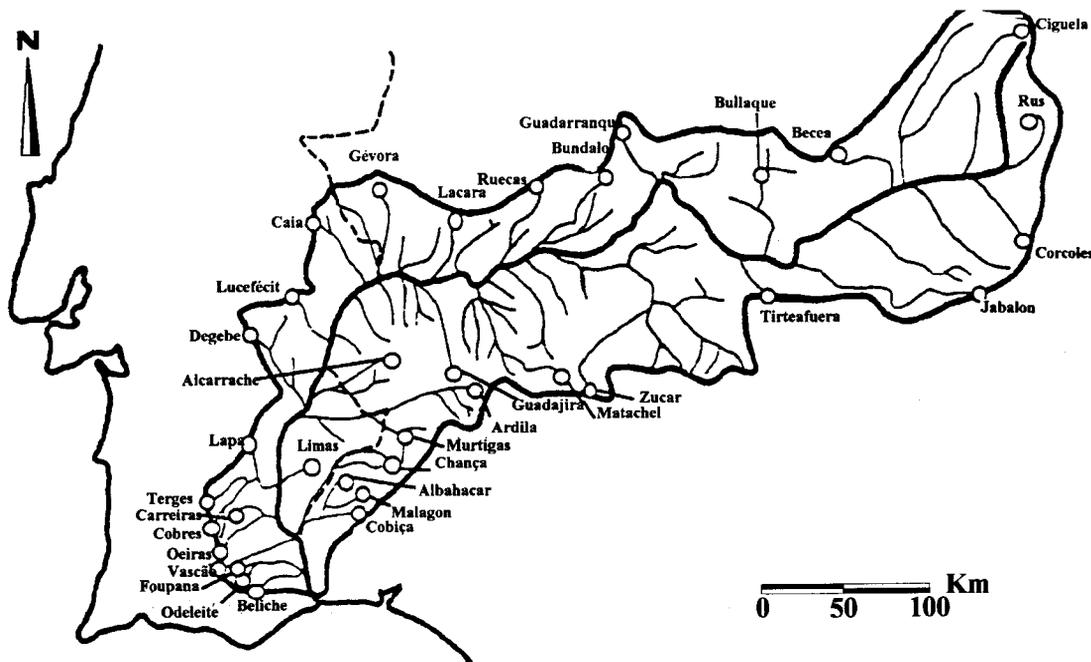


Fig. 3.3 - Carta Hidrográfica do Guadiana

(Adaptada de Costa *et al.*, 1993).

3.3. CARACTERIZAÇÃO CLIMÁTICA

No que diz respeito ao clima, a bacia hidrográfica do rio Guadiana é bastante homogénea, apresentando características de influência Mediterrânica. Os Verões são quentes, com insolação e evapotranspiração elevadas. Os Invernos são rigorosos na zona do Alto Guadiana¹ e suavizam-se para jusante (INAG/COBA,1995).

3.3.1. TEMPERATURA

A temperatura média anual varia entre os 12 e 18° C. Nos meses mais quentes (Julho e Agosto) a temperatura média do ar varia entre 19°C junto ao mar, 26°C na zona fronteiriça e 28°C em Ciudad Real, atingindo-se frequentemente valores máximos diários superiores a 32°C. Em Janeiro (mês mais frio), a temperatura média do ar ronda os 10°C, atingindo facilmente valores negativos. O número médio anual de dias com geada varia entre 5 na foz, 70 nas cabeceiras e cerca de 45 na zona fronteiriça (INAG/COBA,1995).

¹ Alto Guadiana - uma das três zonas, distintas sob o ponto de vista morfológico, em que a bacia do Guadiana se pode dividir (INAG/COBA, 1995).

3.3.2. PRECIPITAÇÃO

Relativamente à precipitação, o seu valor médio anual é de 598 mm na zona portuguesa da bacia, e 550 mm em Espanha. Em território português as regiões da bacia onde se registam os maiores valores de precipitação são: Serras do Caldeirão (1018 mm), S. Mamede (840 mm) e Ossa (774 mm). A região do Baixo Guadiana é aquela que apresenta os valores mais baixos de precipitação anual, com 65 mm em Mértola (MPAT/SEARN/DRAH,1986). Apesar da precipitação média anual sobre a bacia atingir valores razoáveis, a sua distribuição interanual é bastante irregular, descendo a 290 mm na zona média da bacia em anos secos e subindo a 900 mm em anos húmidos (INAG/COBA,1995).

3.3.3. INSOLAÇÃO

Em toda a bacia do Guadiana a insolação média anual é da ordem das 3000 horas, à exceção da Serra do Caldeirão com cerca de 2800 horas anuais (MPAT/SEARN/DRAH,1986).

3.3.4. EVAPORAÇÃO

Os valores anuais mais elevados registam-se nos meses de Julho e Agosto, e os valores mais baixos verificam-se em Dezembro e Janeiro. Em média a evaporação varia entre os 1400 mm em Vila Real de Stº António e 1800 mm em Campo Maior e Elvas (MPAT/SEARN/DRAH,1986).

3.3.5. EVAPOTRANSPIRAÇÃO

A evapotranspiração potencial² anual é da ordem dos 850 mm, atingindo valores superiores a 900 mm no vale do rio Chança e na zona de Elvas, e 1000 mm junto à foz (INAG/COBA, 1995; MPAT/SEARN/DRAH,1986).

² Evaporação pelo solo mais transpiração pela vegetação (ODUM,1988).

O valor médio da evapotranspiração real é de aproximadamente 450 mm em toda a bacia hidrográfica portuguesa (MPAT/SEARN/DRAH,1986).

Finalmente, é de salientar que o rio Guadiana está sujeito a longas sequências aleatórias de anos secos e húmidos que contribuem para que os valores das médias calculadas em períodos de mais de duas dezenas de anos quase dupliquem. Este facto condiciona a caracterização climática deste rio, que terá de se basear em mais parâmetros que um simples valor médio (INAG/COBA,1995).

3.4. MORFOLOGIA E PEDOLOGIA

De acordo com a morfologia, a bacia do Guadiana pode dividir-se em três zonas diferenciadas:

Alto Guadiana - Entre as cabeceiras e a confluência com o rio Valdehornos, englobando a zona de Castilla-la Mancha, um grande planalto, cuja altitude varia entre os 800-600 m, limitado a Norte e a Sul por cadeias montanhosas de altitude média. No que concerne à Geologia, esta zona compreende depósitos recentes, calcários, muito permeáveis. A maioria dos solos são propícios à agricultura, embora por vezes apresentem elevados teores de sódio, carbonatos e sulfatos (INAG/COBA,1995).

Médio Guadiana - Estende-se entre o rio Valdehornos e a fronteira portuguesa, englobando a bacia do Ardila. Corresponde ao bordo Sudoeste do soco hercínico da Meseta Ibérica. Constituído por rochas metamórficas muito antigas (xistos, gneisses, migmatitos). Esta zona caracteriza-se por uma morfologia bastante acidentada apenas interrompida, na faixa central, por depósitos sedimentares quaternários. Os solos aluvionares, no fundo dos vales, são geralmente pedregosos e pouco profundos a Leste, aumentando a sua espessura para Ocidente (INAG/COBA,1995).

Baixo Guadiana - Corresponde principalmente à parte portuguesa do rio, entre a cota 200 e a foz, englobando a bacia do Chança. Geologicamente a bacia é formada por um substrato hercínico parcialmente revestido por depósitos terciários e quaternários. Da peneplanície, unidade morfológica predominante, emergem dispersas e afastadas algumas massas montanhosas de baixa altitude: Maciços de Sousel e Monsaraz, Serras de Ossa e

Portel (INAG/COBA,1995). A maior parte dos solos desta zona da bacia derivam dos xistos, e possuem uma reduzida aptidão agrícola. No que respeita à sua permeabilidade, esta apresenta-se na sua maioria muito reduzida e com infiltrações muito baixas (COSTA *et al.*, 1993).

3.5. RECURSOS HÍDRICOS E APROVEITAMENTOS HIDRÁULICOS

Relativamente aos recursos hídricos, a bacia do Guadiana, em Portugal, situada numa das regiões mais secas, é a menos produtiva, com escoamentos específicos que rondam os 95 mm/ano, e com uma afluência média anual em regime natural³ de cerca de 6,7 km³ na foz (MARN/INAG, 1995).

Tendo em atenção a influência dos factores climáticos, sobretudo no que se refere à precipitação, no regime de escorrência de um rio, na bacia do Guadiana os escoamentos seguem um padrão ditado pelo regime das chuvas, com 80% das afluências concentradas no período Novembro-Abril. O regime de escoamentos apresenta uma grande variabilidade, observando-se frequentemente grandes períodos com baixa afluência, intercalados por alguns anos húmidos (INAG/COBA,1995).

No Verão e início do Outono o Guadiana apresenta caudais muito reduzidos que estão na origem de uma menor diluição das diferentes descargas verificadas ao longo do rio. A ocorrência de chuvadas de grande intensidade, por períodos muito curtos, no Outono, provoca a lixiviação dos terrenos da bacia drenante, o que provoca o arrastamento de sedimentos. Estes contribuem para o assoreamento do rio, conduzem à degradação da qualidade da água e enriquecimento em nutrientes (RODRIGUES *et al.*, 1995).

Além dos factores climáticos, a vegetação e as actividades humanas, nomeadamente os aproveitamentos hidráulicos, constituem outros factores condicionantes do regime de caudais deste rio. A vegetação dificulta o arrastamento dos sedimentos e a inevitável erosão dos solos, e aumenta o caudal de estiagem por circulação subterrânea. Deste

³ Consideram-se escoamentos naturais ou em regime natural, aqueles que se verificam numa dada secção e num dado período de tempo se não existirem quaisquer usos humanos a montante, nomeadamente rega, abastecimento e armazenamento (INAG/COBA,1995).

modo, o coberto vegetal desempenha um papel regulador dos caudais (CABANILLAS, 1987).

O regime de caudais no rio Guadiana é fortemente influenciado pelos aproveitamentos hidráulicos em exploração, tanto em Espanha (Tabela 3.2) como em Portugal (Tabela 3.3). São vários os aproveitamentos hidráulicos já existentes, e previstos (Tabela 3.4), na zona portuguesa da bacia e que se destinam, principalmente, ao abastecimento público, rega e indústria (RODRIGUES *et al.*, 1995; MARN/INAG,1996)

Em Espanha, no ano de 1993, existiam na bacia hidrográfica do rio Guadiana 34 barragens com uma capacidade total de $9000 \times 10^6 \text{ m}^3$ (COSTA *et al.*, 1993). Em 1995, no mesmo país, os consumos para rega e abastecimento rondavam os 1790 hm^3 /ano, dos quais 1620 para rega de 300000 ha e 170 para abastecimento (INAG/COBA,1995). Esta situação agravou a situação do regime de caudais em Portugal, provocando o abaixamento das médias dos caudais afluentes. De facto, a evolução dos volumes de armazenamento das albufeiras, existentes na parte espanhola da bacia, tem vindo progressivamente a aumentar desde 1950 (RODRIGUES *et al.*, 1995).

Em 1995, mais de 90% das necessidades de água identificadas em Portugal e Espanha, diziam respeito à actividade agrícola. No mesmo ano, utilizaram-se em Portugal 480 hm^3 /ano para rega e 80 hm^3 para abastecimento às populações prevendo-se, nessa altura, um aumento bastante significativo em anos seguintes (INAG/COBA,1995).

Os pedidos para abastecimento público e fins industriais eram reduzidos. As necessidades totais ascendiam a cerca de 2930 hm^3 /ano, dos quais 2370 em Espanha e 560 em Portugal. Esses volumes, em princípio, não foram nem serão fornecidos por motivos que se prendem com a redução das disponibilidades hídricas em anos secos, e com a criação de albufeiras com capacidade de armazenamento suficiente. Consequentemente, os volumes fornecidos são, em princípio, sempre inferiores aos pedidos. A satisfação das necessidades dependerá de transferências a partir de bacias hidrográficas situadas a Norte da bacia do Guadiana (INAG/COBA,1995).

Nome	Rio	Local	Capacidade Total (m ³)	Capacidade Útil (m ³)	Ano de Conclusão
Peñarrolla	Alto Guadiana	provincia de Ciudad Real	48	47	1959
Cijara	Guadiana	provincia de Cáceres e Badajoz	1670	1435	1956
García de Sola	Guadiana	provincia de Badajoz	561	533	1962
Orellana	Guadiana	provincia de Badajoz	824	483	1961
Gasset	Becea	provincia de Ciudad Real	42	21	1909
Zújar	Zújar	provincia de Badajoz, Castuera	723	713	1964
Torre de Abraham	Bullaque	provincia de Ciudad Real	192	188	1974
El Vicario	Guadarrama	provincia de Ciudad Real	32	32	1973
Puerto de Vallehermoso		Alhambra	6.92		
La Serena		Castuera/Esparragosa	3219		1989
Alange		Alange	851.7		1991
Montijo	Guadiana	Mérida	10.6	5	1954
Los Molinos		Hornachos	33.7		1983
Villar del Rey		Villar del Rey/Alburquerque	131.3		1988
Cancho del Fresno		Cañamero	15.1		1989
Boquerón		Cordobilla	5.6		1990
Horno Tejero		Cordobilla	24.3		1990
Canchales		Montijo	14.3		1992
Proserpina	Pardillas	Mérida	4	3.5	1617
Cornalbo	Albarregas	Mérida	10.5	3.5	1936
Tentúdia	Chança	Calera de León	5		1985
Chanza		El Granado	386		1988
Piedras		Huelva	59.5		1968
Los Machos		Lepe	12.8		1988
Corumbel Bajo		Palma del Condado	18.8		1988
Quejogo Gordo		Almadén	1.15		1983
Puente Navarro		Daimiel	1.2		1988
Brovalles		Jerez de los Caballeros	7		1953
Valuengo		Jerez de los Caballeros	20		1953
Piedra Aguda	Olivença	Olivenza	16.3	10	1960
Guadajira	Guadajira	Badajoz	1.5	1.45	1962
Peña del Aquila	Zopaton	Badajoz	18	13	1903
Albuera Feria	Rib. Feria	Badajoz	0.7	0.5	1950
Vega del Jabalón		Ciudad Real	33.4		1991

Tabela 3.2 - Barragens existentes na Bacia Hidrográfica do Guadiana (em Espanha)
(Adaptada de COSTA *et al.*, 1993).

Aproveitamento	Linha de Água	Área da Bacia Hidrográfica (km ²)	Barragem	Tipo de Barragem	Entrada em Funcionamento	Altura da Barragem (m)	Capacidade Total (hm ³)	Capacidade Útil (hm ³)	Objectivo
Caia	R. Caia	571	Caia	Terra com contrafortes em betão	1968	45	203.0	1.97	Rega de 7237 ha Indústria Abast. público - 30.000 hab.
Lucefecit	Rib ^a Lucefecit	257	Lucefecit	Terra	1982	23	10.0	1.69	Abast. a Alandroal Rega de 225 ha por gravidade e 915 ha por aspersão
Vigia	Rib ^a do Vale do Vasco	125	Vigia	Terra	1985	30	17.0	2.62	Abast. a Redondo e Reguengos de Monsaraz - 20. 000 hab. Rega por aspersão de 1505 ha
Monte Novo	R. Degebe	261	Monte Novo	Gravidade	1982	28	15.27	2.77	Abastecimento a Évora - 40. 000 hab.
Alcoutim	R. Cadavais	22	Alcoutim	Terra	1995	29	0.98	1.3	Abastecimento a Alcoutim - 2. 500 hab.
Odeleite-Beliche	Rib ^a Beliche Rib ^a Odeleite	99 352	Beliche Odeleite	Terra	1986 Em construção	54 65	48.0 130.0	2.92 7.20	Abastecimento público - 460. 000 hab. rega de 8196 ha.
Alvito (a)	Rib ^a Odivelas		Alvito	Terra					Abastecimento público de - 27. 000 hab.
TOTAL		1687					424.25	389.61	18078 HA

(a) Albufeira da bacia do Sado

Tabela 3.3 - Aproveitamentos hidráulicos existentes na Bacia Hidrográfica do Guadiana (em Portugal)
(Adaptada de MARN/INAG, 1996).

Aproveitamento	Linha de Água	Área da Bacia Hidrográfica (km ²)	Barragem	Tipo de Barragem	Entrada em Funcionamento	Altura da Barragem (m)	Capacidade Total (hm ³)	Capacidade Útil (hm ³)	Objectivo
Abrilongo	Rib ^o Abrilongo	124.0	Abrilongo	Terra	Projecto	27	19.9	18.9	Rega de 2300 ha (a)
Pardiela	Rib ^o Pardiela		Pardiela	Terra		27	14.0		Rega de 1200 ha
	Rib ^o Loureiro	-	Loureiro	Terra	Projecto	30	10.3	5.6	
	Sub-bacias da Rib ^o dos Álamos	12.2	Álamos I Álamos II Álamos III	Terra Terra Terra	Projecto	40 40 37	-	14.0 (b)	Fins múltiplos Rega de 111.936 ha 188.000 habitantes
	Guadiana	55000	Alqueva	Abóbada de dupla curvatura	Projecto	96	4150.0	3150.0	
	Guadiana	4359	Pedrogão	Betão gravidade	Projecto	39	65.0	54.0	
Enxoé	Rib ^o Enxoé	60.8	Enxoé	Terra	Em fase de adjudicação	20.5	10.4	9.5	Abastecimento a Serpa e Mértola - 25.000 hab.
Oeirás	Rib ^o Oeirás	108.5	Oeirás	Terra	Projecto	26	-	10.2	Abastecimento a Almodôvar, Castro Verde, Mértola - 10.500 hab.
Foupana	Rib ^o Foupana		Foupana						Minas Neves-Corvo e Clube de Golfe Reforço a Odeleite-Beliche
Guadiana-Juromenha	Guadiana			Captação superficial	Projecto				Abastecimento público - 24.000 hab.
TOTAL							4269.6	3262.2	

(a) Valor indicado pelo IEADR

(b) Capacidade útil da albufeira criada pelo conjunto das três barragens

Tabela 3.4 - Aproveitamentos hidráulicos previstos na Bacia Hidrográfica do Guadiana (em Portugal)
(Adaptada de MARN/INAG, 1996).

3.6. QUALIDADE DA ÁGUA

A degradação da qualidade da água do Guadiana está associada à grande diversidade de fontes poluidoras (Fig. 3.4) disseminadas por toda a área da sua bacia hidrográfica. O troço espanhol é mais afectado do que o troço português, devido ao maior efectivo populacional aí existente, à maior extensão de área disponível para fontes difusas e à menor capacidade de diluição do rio (RODRIGUES *et al.*, 1995).

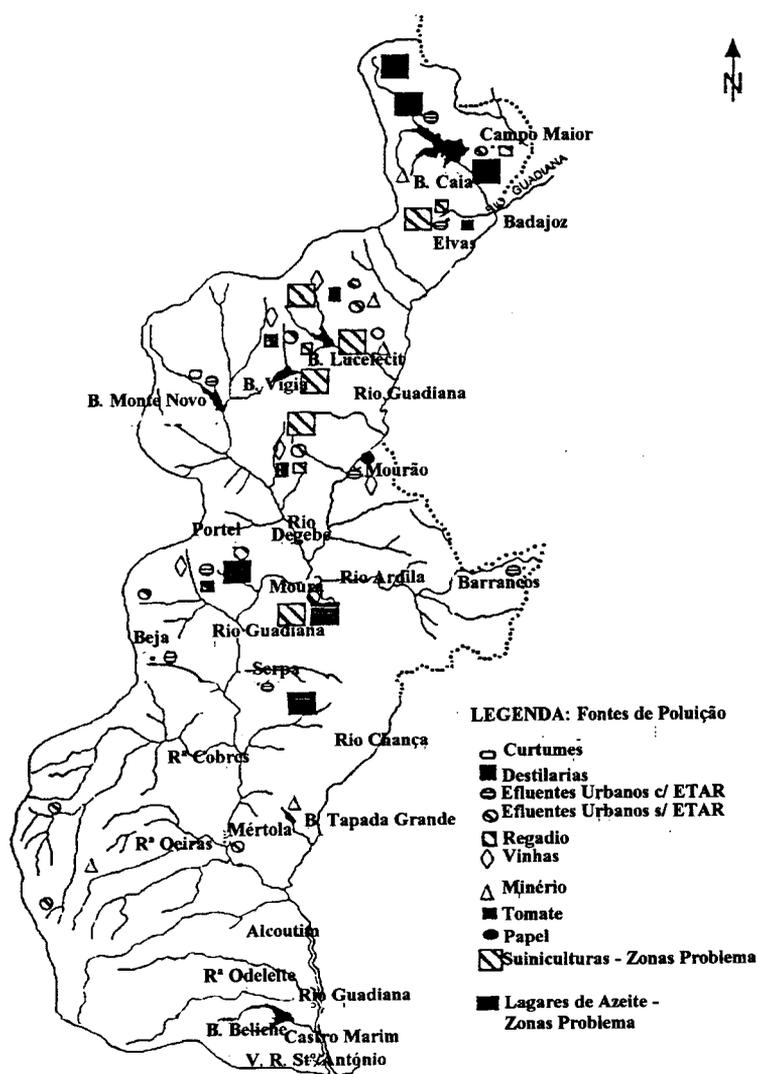


Fig. 3.4 - Principais fontes de poluição pontuais identificadas na Bacia do Guadiana (em Portugal)

(Adaptada de TANGARRINHAS, 1994).

Pelo facto da maior área da bacia hidrográfica do Guadiana se situar em Espanha (83% da área total), onde a ocupação demográfica, industrial e agrícola adquire proporções superiores às da área da bacia em território português, quando entra em Portugal o rio já apresenta um significativo grau de poluição (TANGARRINHAS, 1994). As principais fontes poluidoras estão associadas ao sector da pecuária (que representam 50% do total das fontes inventariadas), aglomerados urbanos (25%) e sector agro-alimentar (18%). Para além destas, acrescente-se, ainda, outras de carácter industrial (TANGARRINHAS, 1994).

As explorações de suinicultura disseminadas por toda a área da bacia, com maior incidência nas regiões de Borba, Elvas, Moura, Redondo e Reguengos de Monsaraz, representam uma das fontes poluidoras mais significativas. Embora este sector tenha vindo a desenvolver esforços com vista ao tratamento dos efluentes, a situação está, apenas, parcialmente resolvida dada a reduzida capacidade de tratamento instalada e as más condições de funcionamento da maioria das estações depuradoras (TANGARRINHAS, 1994).

No que diz respeito aos aglomerados urbanos cujas águas residuais são lançadas na bacia do Guadiana, apenas 50% da população é servida por ETAR. Consequentemente, esta situação conduz a efluentes de fraca qualidade, e com reflexos na degradação da qualidade da água do rio. Apesar da existência de normas estabelecidas, muitas dessas estações depuradoras funcionam, frequentemente, em condições precárias de operação e manutenção (TANGARRINHAS, 1994).

Relativamente ao sector agro-alimentar, a generalidade dos lagares de azeite existentes na área da bacia do Guadiana não possuem qualquer tratamento das águas residuais produzidas no processo de fabrico do azeite - águas ruças. Estas podem constituir uma ameaça à capacidade de auto-depuração dos ecossistemas naturais, uma vez que são águas particularmente poluentes, cuja matéria orgânica é cerca de 100 vezes superior à das águas residuais domésticas (TANGARRINHAS, 1994). Ainda neste sector, destaque-se o contributo para o acréscimo da carga poluente da bacia hidrográfica do rio provocado pelos efluentes das unidades de concentrado de tomate (em Elvas), e das

destilarias vínicas e adegas cooperativas (em Borba, Mourão, Redondo, Reguendos de Monsaraz e Vidigueira) (TANGARRINHAS, 1994).

No sector agrícola, a utilização crescente de fertilizantes químicos à base de nitratos e fosfatos e o uso frequente de produtos fitossanitários nas culturas de regadio e outras, são causas do aumento da poluição difusa das águas (TANGARRINHAS, 1994).

A acrescentar a estas fontes de poluição, a unidade fabril de Mourão - Portucel (fábrica de celulose) é considerada um dos casos mais graves de descarga pontual de contaminantes em toda a bacia do Guadiana (TANGARRINHAS, 1994).

Nas minas abandonadas (Alandroal, Campo Maior e S. Domingos) a escorrência superficial das escombrelras contribui para o aumento da poluição da água na área da bacia deste rio (TANGARRINHAS, 1994).

Além das fontes de poluição, a precipitação, da qual depende o regime de caudais do rio, influencia de forma bastante significativa a qualidade da água. Esta situação, tem vindo progressivamente a agravar-se com a entrada em funcionamento dos vários empreendimentos hidráulicos em Espanha, uma vez que a média dos caudais afluente a Portugal tem vindo a registar um abaixamento. No verão e princípio do Outono a situação tende a agravar-se, dado que se verificam caudais muito reduzidos que provocam uma menor diluição das descargas afluentes, originando por vezes a morte da fauna aquática. Além disso, a ocorrência de fortes chuvadas, de curta duração, conduzem à lixiviação dos terrenos da bacia drenante. Os sedimentos daí resultantes, por arrastamento, contribuem para o assoreamento do rio e degradação da qualidade da água por enriquecimento em nutrientes (RODRIGUES *et al.*, 1995).

O excesso de nutrientes origina uma sobreprodução de plâncton, que está na origem de situações de eutrofização. Esta situação provoca um desequilíbrio ecológico com repercussões diversas, nomeadamente ao nível da qualidade da água e dizimação da fauna piscícola devido à falta de oxigénio dissolvido (OLIVEIRA, 1991).

Nas situações de eutrofização, a maioria das Cyanophyta que deram origem a “blooms” ou florescências, no rio Guadiana, são produtoras de toxinas, constituindo um problema para a saúde pública. As espécies *Microcystis aeruginosa*, *Aphanizomenon flos-aquae*, *Anabaena flos-aquae* e *Pseudanabaena catenata* são produtoras de compostos azotados tóxicos, as toxinas, responsáveis pelo bloqueio respiratório e colapso cardio-vascular em mamíferos e peixes. As espécies de *Oscillatoria*, *Aphanizomenon* e *Microcystis* originam hepatotoxinas que destroem os eritrócitos e as membranas das células hepáticas, do rim e do encéfalo (OLIVEIRA, 1991).

As intoxicações humanas podem ter origem no contacto directo com as cianobactérias, por inalação ou por ingestão de cianobactérias tóxicas ou de água com as suas toxinas. As intoxicações por ingestão são potencialmente mais perigosas, quer sejam agudas ou crónicas. Relativamente às intoxicações crónicas, são mais difíceis de detectar devido ao facto da sintomatologia não ser típica. As alterações a nível hepático e a inibição das fosfatases⁴ constituem os principais problemas com consequências a nível da saúde humana e animal (VASCONCELOS, 1994).

As microcistinas⁵ actuam especialmente no fígado, alterando a forma dos hepatócitos. A sua capacidade de promoção de tumores foi testada laboratorialmente, tendo-se verificado que animais sujeitos a agentes cancerígenos e consumindo água com microcistinas desenvolviam tumores muito maiores do que os animais que bebiam água normal (VASCONCELOS, 1994).

As espécies de *Oscillatoria* e *Anabaena* transmitem à água e aos peixes um cheiro e gosto desagradáveis, tornando-os impróprios para consumo. Além disso, as toxinas produzidas por aquelas espécies não são eliminadas através dos processos clássicos de tratamento da água, e quando associadas à cloração de águas ricas em matéria orgânica levam à formação de compostos do grupo dos trihalometanos, considerados cancerígenos (OLIVEIRA, 1991).

⁴ Enzimas, que actuam, nomeadamente, a nível da regulação do ciclo celular, cuja inibição provoca uma descoordenação desse ciclo e, conseqüentemente, a produção exagerada de células (VASCONCELOS, 1994).

⁵ São hepatotoxinas produzidas pelos géneros *Microcystis*, *Anabaena*, *Nostoc* e *Oscillatoria* (VASCONCELOS, 1994).



A utilização de ozono ou filtros de carvão activado, que geralmente destroem ou removem com eficácia as toxinas presentes na água, constituem técnicas de tratamento da água que permitem a remoção ou destruição das toxinas (VASCONCELOS, 1994).

O facto das Cyanophyta não serem eliminadas pelos processos clássicos de tratamento das águas, torna a situação preocupante. Mértola é um dos locais onde a qualidade da água é considerada bastante precária. Devido á influência das marés, há uma maior permanência e concentração das substâncias poluentes nessa zona, o que se traduz na má qualidade da água (OLIVEIRA, 1991; TANGARRINHAS, 1994).

A qualidade da água no troço português do rio Guadiana é assegurada a partir de amostragens efectuadas em várias estações (Fig. 3.5) e controlada por organismos do Ministério do Ambiente e Recursos Naturais (RODRIGUES *et al.*, 1995).

A Rede de Medida da Qualidade da Água da bacia do Guadiana iniciou-se no ano hidrológico de 1981/82, nas estações de Monte da Vinha, Azenha dos Cerieiros e Rocha da Galé, tendo sido interrompida entre Setembro de 1987 e Junho de 1988. A frequência de amostragem tem sido mensal ou bimensal (RODRIGUES *et al.*, 1995).

A determinação do caudal, temperatura ambiente, temperatura da amostra, aspecto, condutividade, pH, nitratos, azoto amoniacal, fosfatos, fósforo total, oxidação ao permanganato, oxigénio dissolvido, CBO₅, CQO, sólidos suspensos totais, turvação, cloretos, coliformes fecais, coliformes totais, salmonelas, estreptococcus fecais, índice de saprobilidade, sódio, potássio, magnésio, cálcio, cádmio e mercúrio constituem alguns dos parâmetros determinados naquelas estações (COSTA *et al.*, 1992).

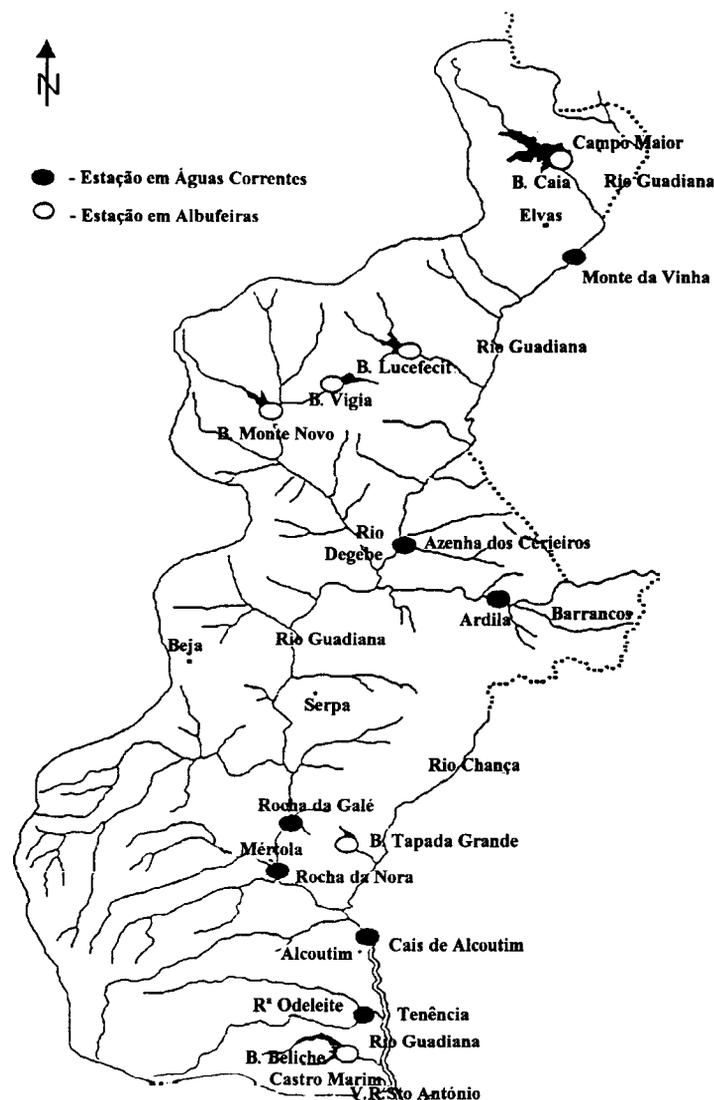


Fig. 3.5 - Localização das Estações de Qualidade da Água na Bacia Portuguesa do rio Guadiana
(Adaptada de RODRIGUES, *et al.*, 1995).

3.7. COMUNIDADES AQUÁTICAS

Apesar de diminutos, os estudos efectuados revelam que o tipo, estrutura e biomassa das comunidades aquáticas do rio Guadiana dependem, fundamentalmente, das variações e regime do seu caudal, associado à turbulência e turbidez da água, factores de diluição das cargas nutritivas afluentes, entre outras características (FERREIRA & GODINHO, 1994).

Caracterizado pela presença de comunidades aquáticas e ripícolas tipicamente mediterrâneas, de elevado valor patrimonial, o rio Guadiana constitui um dos mais importantes sistemas lóticos do país (FERREIRA & GODINHO, 1994).

3.7.1. FITOGEOGRAFIA

O fitoplâncton⁶ é um dos grupos de produtores mais bem conhecido no rio Guadiana, encontrando-se estudado ao longo do todo o curso principal, fundamentalmente entre Juromenha e Alcoutim. Apresentando uma enorme diversidade, densidade e biomassa, foram detectadas mais de 200 espécies diferentes. Os taxa Bacillariophyta e Chlorophyta são os mais ricos, seguidos das Cyanophyta e Euglenophyta. Outros pequenos taxa (Chrysophyta, Pyrrophyta e Cryptophyta) estão também representados (CORTES *et al.*, 1995).

As Cyanophyta e Chlorophyta originam, frequentemente, "blooms" ou florescências sobretudo no Verão, que constituem um dos principais factores de desequilíbrio deste ecossistema, com repercussões na qualidade da água (FERREIRA & GODINHO, 1994). O crescimento anormal e concentrado de organismos pode ser observado macroscopicamente através da turvação da água, que apresenta densidades superiores a 10^7 indivíduos.l⁻¹. Quando o autoensombreamento impede o crescimento ulterior, independentemente da concentração de nutrientes, pode dar-se a morte das algas (na sua maioria Cyanophyta da ordem Chlorococcales), seguida da decomposição e desoxigenação do meio (CORTES *et al.*, 1995).

Das Cyanophyta que ocorreram no rio Guadiana, algumas como as espécies *Aphanizomenon flos-aquae*, *Microcystis aeruginosa*, *Pseudoanabaena catenata*, *Oscillatoria limneta*, e *Anabaena flos-aquae* são consideradas produtoras de neurotoxinas e hepatotoxinas que estão na origem de problemas respiratórios e cardiovasculares e hemorragias internas nos peixes e mamíferos (CORTES *et al.*, 1995; FALCONER, 1993).

⁶ A nomenclatura taxonómica utilizada é a seguida por GOLDMANN & HORNE, 1994.

Segundo amostragem efectuada⁷, no âmbito da qualidade da água, em Julho de 1994, na parte portuguesa da bacia do Guadiana, as Cyanophyta são mais abundantes em Sr^a Ajuda, Pedrógão e Pulo do Lobo, as Chlorophyta em Pedrógão, e um taxon marginal, as Cryptophyta, no Pulo do Lobo. Todos os locais registam grandes crescimentos de Cyanophyta (>10⁶ indivíduos.l⁻¹) principalmente das espécies *Anabaena sheremetieri*, *A. spiroides*, *Aphanizomenon flos-aquae* e *Oscillatoria tenuis*. Na globalidade, a amostragem obtida no Verão de 1994 demonstra a existência de taxocenoses fitoplanctónicas dominadas por Chlorophyta e Cyanophyta (CORTES *et al.*, 1995).

De acordo com os estudos efectuados, verificou-se que existem diferenças significativas nas comunidades de fitoplâncton entre os anos secos e húmidos (CORTES *et al.*, 1995). O Perifiton⁸ encontra-se estudado apenas entre Juromenha e Mértola. Os estudos efectuados revelaram que existe uma certa semelhança dos componentes florísticos com o fitoplâncton, principalmente ao nível das Chlorophyta. Estas semelhanças estão em parte associadas à topografia das margens, a qual não permite o desenvolvimento de comunidades próprias. Constituído basicamente por Chlorophyta e Bacillariophyta, apresenta também na sua constituição Cyanophyta, Euglenophyta e em menor número Chrysophyta e Cryptophyta. Os segmentos lóticos onde o vale se alarga, caracterizam-se pela maior abundância de heliófitos e hidrófitos, substrato rochoso, pouca profundidade e correntes rápidas são os locais onde o perifiton apresenta maior desenvolvimento (FERREIRA & GODINHO, 1994).

No Inverno, a abundância e densidade gerais dos elencos florísticos diminui. A partir de Abril as Bacillariophyta dominam, principalmente as espécies: *Fragillaria capucina*, *Nitzschia palea*, *N. acicularis*, *Melosira granulata*, *Coccones placentula*, *Navicula cryptocephala* e *Nitzschia rhyncocephala*. A partir do Verão aumenta quer a abundância de Bacillariophyta, quer de Chlorophyta, estas das espécies *Ankistrodesmus falcatus*, *Pediastrum chlatratum*, *P. duplex*, *P. simplex*, *Scenedesmus acuminatus* e *S. quadricauda*. No período Verão-Outono, as Cyanophyta aumentam de proporção,

⁷ A amostragem efectuada, realizou-se numa situação de elevada temperatura ambiente (>30°C), e numa situação concreta de não afluência de água de Espanha (CORTES *et al.*, 1995).

⁸ Designa-se perifiton (*periphyton*) o conjunto microflorístico que vive sobre plantas, rochas submersas e outros substratos inorgânicos. Constituído por algas filamentosas (Mesófitos), consideradas intermédias entre as verdadeiras plantas superiores (Macrófitos) e as diatomáceas e outras microalgas designadas Micrófitos (GOLDMANN & HORNE, 1994).

podendo certas espécies (*Anabaena affinis*, *A. sphaerica*, *Lyngbya* sp., *Aphanizomenon flos-aquae* e *Merismopedia elegans*) tornar-se bastante abundantes (CORTES *et al.*, 1995).

No que concerne às comunidades de macrófitos⁹, o rio Guadiana apresenta-se, de forma global, relativamente pobre (FERREIRA & GODINHO, 1994). De acordo com os estudos efectuados antes de 1994, concluiu-se que este rio apresenta uma diversidade e abundância em macrófitos (particularmente hidrófitos) bastante reduzidas. Esta situação é fortemente determinada pelos factores de ordem física, nomeadamente o forte encaixe do rio nos vales, a pouca transparência da água e a natureza rochosa do leito (CORTES *et al.*, 1995)

Das espécies lenhosas, em zonas de substrato pedregoso e cascalheiras são comuns: *Nerium oleander*, *Securinega tinctoria* e *Tamarix africana*; em locais de deposição de sedimentos finos e formação de aluviossolos ocorrem, frequentemente, espécies como *Alnus glutinosa*, *Faxinus augustifolia*, *Ulmus minor*, *Populus nigra* e *Salix salvifolia* (CORTES *et al.*, 1995).

Nas herbáceas foram reconhecidos quatro grupos, cuja distribuição e abundância estão associadas à natureza do substrato: um grupo de espécies de distribuição geral mais ou menos abundantes conforme a proporcionalidade do substrato favorável; um grupo de espécies associadas a locais de cascalheira e rocha; um grupo de espécies associadas a leito aparentemente largo, com pouca profundidade e substrato misto, e um grupo de espécies associado a locais remansados e maior profundidade, com substrato de materiais finos. Entre outras foram reconhecidas as espécies: *Scirpus lacustris*, *Rumex conglomeratus*, *R. crispus*, *Typha latifolia*, *Cyperus longus*, *Alisma lanceolata*, *Pulicaria paludosa*, *Herniaria glabra*, *Galium elongatum*, *Mentha suaveolens*, *Ranunculus peltatus*, *Juncus maritimus*, *J. conglomeratus*, *Nasturtium officinale*, *Juncus inflexus*, *Potamogeton lucens* e *Myriophyllum spicatum* (CORTES *et al.*, 1995).

⁹ Plantas, visíveis macroscopicamente, que crescem dentro, à superfície ou perto de um meio aquático, e cuja sobrevivência depende pelo menos temporariamente ou durante certas fases do seu ciclo de vida de um meio húmido, alagado ou submerso (CORTES *et al.*, 1995).

A comunidade de hidrófitos é considerada pobre. Segundo a análise de troços aquáticos mais extensos, foram detectadas as espécies: *Lemna gibba*, *Potamogeton crispus*, *Nuphar lutea* e *Azolla filiculoides*. *Ceratophyllum demersum* e *Myriophyllum spicatum* foram as espécies que apresentaram maior diversidade e biomassa (CORTES *et al.*, 1995).

No que diz respeito às espécies ripícolas, foram referenciadas as seguintes espécies: *Cyperus badius*, *Eleocharis multicaulis*, *Senecio jacobaea*, *Polygonum amphibium*, *Oenanthe lachnalli*, *Baldellia ranunculoides*, *Annogramma leptophylla*, *Saponaria officinalis*, *Sysimbrella aspera*, *Lotus palustris*, *Elatine macropoda*, *Damasonium alisma*, *Lotus subbiflorus*, *Mentha aquatica*, *Scrophularia auriculata*, *Chamaemelum fuscatum*, *Juncus acutus*, *J. bufonis* e *Alopecurus pratensis* (CORTES *et al.*, 1995).

Em 1994, foram encontradas 182 espécies de macrófitos, das quais 85 são aquáticas ou associadas a zonas marginais ou meios húmidos. Foram detectados valores elevados de espécies arbóreas nas ribeiras de Degebe, Foupana, Odeleite e Oeiras e herbáceas nas ribeiras de Lucefecit, Caia, Alcarrache, Ardila, Vascão e Terges. Algumas coberturas aquáticas de *Potamogeton crispus*, *Najas minor* e *Myriophyllum spicatum* ocorrem, apenas, em Guadiana-Estrela, Beliche e Oeiras respectivamente (CORTES *et al.*, 1995).

3.7.2. COMUNIDADE FAUNÍSTICA

Relativamente ao Zooplâncton, constata-se que os Protozoários¹⁰ (Protozoa) e os Rotíferos¹¹ (Rotifera) são os taxa que dominam. Os Crustáceos¹² (Crustacea), sobretudo os Cladóceros¹³ (Cladocera), tendem a aumentar em zonas de corrente fraca, com influência de marés, como é o caso de Alcoutim e Mértola (CORTES *et al.*, 1995).

¹⁰ Organismos unicelulares ou em colónias, muito comuns em habitats aquáticos (STORER *et al.*, 1986).

¹¹ Animais microscópicos, ciliados, bastante abundantes no Zooplâncton fluvial (STORER *et al.*, 1986).

¹² Devido à sua abundância e tamanho, o Zooplâncton de maiores dimensões está incluído na classe Crustacea (GOLDMANN & HORNE, 1994).

¹³ Crustáceos filtradores e parasitas comuns em habitats aquáticos (GOLDMANN & HORNE, 1994).

Em amostragens efectuadas em anos anteriores a 1994 constatou-se que os Rotifera eram o taxon dominante. Para além destes, os Crustacea, nomeadamente as formas larvares de Copepoda¹⁴ também eram abundantes (CORTES *et al.*, 1995).

No Verão de 1994, a amostragem revelou uma abundância de Protozoários. Por outro lado, os resultados obtidos nas diferentes amostragens permitiu constatar que em situações de contaminação orgânica do meio e de aumento de material detritico fino, há um aumento do número de indivíduos zooplancónicos, principalmente pequenos filtradores e detritivos (CORTES *et al.*, 1995).

Antes de 1994, na comunidade de Macroinvertebrados, é de salientar a elevada diversidade de Moluscos (Mollusca). Das 14 espécies referenciadas, merecem destaque *Physa acuta* (Classe Gastropoda) e *Uno tumidus* (Classe Bivalvia). Relativamente aos insectos, a Ordem Diptera era a dominante (CORTES *et al.*, 1995).

Em 1994, constatou-se que o hidrodinamismo temporal, característico deste tipo de sistema aquático, conduz à existência de espécies com taxas de crescimento elevadas e ciclos de vida curtos. Assim, a grande maioria das comunidades estudadas eram constituídas por Dípteros (Diptera), pequenos heterópteros (Classe Gastropoda), e alguns predadores principalmente ninfas e libélulas. Insectos da Ordem Plecoptera estavam ausentes, e os tricópteros (Ordem Trichoptera) encontravam-se em número pouco significativo (CORTES *et al.*, 1995).

Tendo em atenção a Ictiofauna, é possível dividir, grosseiramente, a parte portuguesa da bacia hidrográfica do rio Guadiana em cinco zonas distintas:

ZONA I (da foz até ao Norte da Castro Marim) - Constituída por peixes de água salgada e salobra, tais como as espécies: *Gasterosteus aculeatus*, *Pagellus erythrinus*, *Lithognathus mormyrus*, *Mullus sp.*, *Dicentrarchus labrax*, *Dicentrarchus punctatus*, *Plathichtys flesus*, *Solea sp.*, *Mugil cephalus*, *Liza aurata* e *Liza ramada*, *Fundulus heteroclitus* e *Syngnathus abaster*. Durante algumas épocas do ano encontram-se aqui

¹⁴ Grupo de Crustáceos comuns em habitats aquáticos, e que fazem parte do Zooplâncton (GOLDMANN & HORNE, 1994).

alguns migradores anfibióticos¹⁵: enguia (*Anguilla anguilla*), sável (*Alosa alosa*), savelha (*Alosa fallax*), lampreia marinha (*Petromyzon marinus*) (CORTES *et al.*, 1995).

ZONA II (entre o Norte de Castro Marim e as Azenhas de Mértola) - Nesta zona encontram-se algumas espécies marinhas eurialinas¹⁶, particularmente tainhas, associadas aos migradores anfibióticos referidos para a ZONA I e algumas espécies exclusivas de água doce, que se encontram, particularmente, nas ribeiras afluentes, e descem ao rio em época de cheia. Destas são de referir os barbos (*Barbus sclateri*, *Barbus microcephalus*, *Barbus comiza* e *Barbus steindacheri*), as bogas (*Chondrostoma lemmingi* e *Chondrostoma willkommii*) o escalo (*Leuciscus pyrenaicus*), o bordalo (Complexo *Rutilus alburnoides*) e a pardelha (*Rutilus arcasi*) (CORTES *et al.*, 1995; SNPRCN, 1991).

ZONA III (das Azenhas de Mértola até ao Pulo do Lobo) - É uma zona dominada por espécies de água doce embora apareçam, também, as espécies referidas para a ZONA II, além dos migradores anfibióticos. O achigã (*Micropterus salmoides*), o chanchito (*Cichlasoma facetum*), a carpa (*Cyprinus carpio*), a gambúsia (*Gambusia holbrooki*) e o pimpão (*Carassius* sp.) são as espécies dominantes (CORTES *et al.*, 1995).

ZONA IV (do Pulo do Lobo até ao início do Guadiana em território espanhol) - Da ictiofauna presente, os barbos são dominantes. Destes, a espécie *Barbus steindachneri* é aquela que apresenta maior abundância, seguida da espécie *Barbus microcephalus*. Em ambas as espécies o número de exemplares decresce de montante para jusante. O barbo trombeteiro ou cumba (*Barbus comiza*), a boga do Guadiana (*Chondrostoma willkommii*), a pardelha (*Rutilus arcasi*), a carpa (*Cyprinus carpio*), o pimpão (*Carassius* sp.), o achigã (*Micropterus salmoides*), a perca-sol (*Lepomis gibbosus*), o chanchito (*Cichlosoma facetum*), o verdemã (*Cobitis maroccana*) e o blénio (*Blennius fluviatilis*) constituem outras espécies presentes nesta zona. Regularmente é possível encontrar a enguia (*Anguilla anguilla*) capaz de ultrapassar o Pulo do Lobo. O mesmo acontece com o sável (*Alosa alosa*), mas este apenas em época de cheias (CORTES *et al.*, 1995; SNPRCN, 1991).

¹⁵ Neste caso particular trata-se de espécies que migram da água salgada para a água doce para desovar (STORER *et al.*, 1986).

¹⁶ Peixes com ampla tolerância a modificações de salinidade da água (STORER *et al.*, 1986).

ZONA V (engloba os vários afluentes do Guadiana) - Na generalidade esta zona apresenta uma ictiofauna específica semelhante à da ZONA I, embora com uma composição relativa diferente, com maior abundância de saramugo¹⁷ (*Anaocypris hispanica*) (COLLARES-PEREIRA *et al.*, 1997) e pardelha (*Chondrostoma lemmingii*) (CORTES *et al.*, 1995; SNPRCN, 1991).

Em 1994, das 19 espécies dulçaquícolas presentes neste rio, 9 eram endemismos Ibéricos da família Cyprinidae, dos quais 6 (*Barbus comiza*, *Barbus microcephalus*, *Barbus steindachneri*, *Barbus sclateri*, *Chondrostoma willkommii* e *Chondrostoma lemmingii*) são considerados raros, e um (*Anaocypris hispanica*) em perigo de extinção. Na parte da bacia em território espanhol¹⁸, a situação é ligeiramente diferente, apenas 3 dos endemismos Ibéricos se encontram ameaçados (CORTES *et al.*, 1995).

Na amostragem realizada na bacia do Guadiana, no Verão de 1994, não foi detectado nenhum exemplar de *Anaocypris hispanica*, o que confirma o seu estatuto de espécie em perigo de extinção. As espécies mais frequentes na amostragem efectuada foram: *Lepomis gibbosus*, seguida das espécies *Barbus steindachneri*, *Gambusia holbrooki* e *Micropterus salmoides*. Relativamente aos endemismos, a espécie *Barbus steindachneri* é a mais frequente, seguindo-se *Barbus microcephalus* e Complexo *Rutilo alburnoides*, e barbos de pequenas dimensões (20-120 mm) (CORTES *et al.*, 1995).

As espécies *Barbus comiza*, *Barbus sclateri*, *Chondrostoma lemmingii*, *Carassius* sp. e *Cyprinus carpio* foram pouco frequentes. É de salientar, ainda, o facto da espécie *Barbus comiza* ter sido detectada apenas no curso principal, e *Barbus sclateri* e *Chondrostoma lemmingii* apenas nas ribeiras afluentes. Além disso, as espécies Complexo de *Rutilo alburnoides*, *Leuciscus pyrenaicus* e *Cobitis maroccana*, assim como os barbos pequenos, são mais frequentes nas ribeiras afluentes do que no rio. O contrário acontece com as espécies *Lepomis gibbosus*, *Micropterus salmoides*, *Cichlasoma facetum* e *Blennius fluviatilis* (CORTES *et al.*, 1995).

¹⁷ Pequeno ciprinídeo em perigo de extinção; em Portugal foi referenciada a sua presença nas ribeiras de Odeleite, Foupana e Caia e nos rios Degebe, Vascão e Xévara (COLLARES-PEREIRA *et al.*, 1997).

¹⁸ Os taxonomistas espanhóis e portugueses não estão de acordo quanto à classificação de algumas espécies endémicas, pelo que existem diferenças na atribuição dos graus de ameaça nos dois países (CORTES *et al.*, 1995).

No que se refere às estruturas das populações, os estudos efectuados em 1994 revelaram que a mesma pode ser considerada normal e equilibrada para um rio como o Guadiana. Apenas as espécies: *Blennius fluviatilis*, *Cyprinus carpio*, *Micropterus salmoides* apresentam populações mal estruturadas, constituídas basicamente por indivíduos pequenos/jovens (CORTES *et al.*, 1995).

Da análise das relações entre espécies merecem destaque:

- Uma associação positiva entre os ciprinídeos de pequena e média dimensão com os exemplares mais pequenos dos maiores ciprinídeos;
- A associação positiva entre os dois centrarquídeos (Chentrarchidae) exóticos (*Micropterus salmoides* e *Lepomis gibbosus*).
- A associação positiva entre barbos jovens e *Blennius fluviatilis* e entre os barbos médios/grandes e as bogas;
- A associação negativa entre perca-sol (*Lepomis gibbosus*) e um grupo de ciprinídeos endémicos (Complexo *Rutilus alburnoides*, *Leuciscus pyrenaicus*, e *Chondrostoma wilkommii*) e entre *Micropterus salmoides* e Complexo *Rutilus alburnoides*.

É de referir ainda que *Chondrostoma lemmingii* nunca se encontrou presente, nos habitats onde apareceu, com *Micropterus salmoides*.

No que concerne à relação espécies/ambiente constata-se como padrões de associações mais relevantes:

- Uma associação entre pequenos ciprinídeos ou jovens de ciprinídeos de maiores dimensões a uma vegetação ripária abundante;
- Uma associação de perca-sol (*Lepomis gibbosus*) e achigã (*Micropterus salmoides*) a habitats mais profundos e largos;
- Uma associação de reprodutores de barbos a zonas de natureza rochosa;
- Uma associação entre a abundância de *Blennius fluviatilis* e a existência de corrente no habitat (CORTES *et al.*, 1995).

Os anfíbios, em 1994, englobavam 13 espécies, distribuídas por 7 famílias distintas. Todas estas espécies são consideradas *Não Ameaçadas*, quer em Espanha quer em Portugal. No entanto algumas espécies como o sapo-parteiro (*Alytes cisternasii*), o sapo-de-unha-negra (*Pelobates cultripes*), o sapo-corredor (*Bufo calamita*), a rela (*Hyla* sp.) e

a rela-meridional (*Hyla meridional*) estão protegidas por lei, segundo a Convenção de Berna (CORTES *et al.*, 1995; PAULO, 1993).

De acordo com os dados (CORTES *et al.*, 1995), na parte portuguesa da bacia hidrográfica do Guadiana, a rã-verde (*Rana perezi*) e o sapo-parteiro-ibérico (*Alytes cisternasii*) parecem ser as espécies dominantes; O sapo (*Bufo bufo*) e o sapo-de-unha-negra (*Pelobates cultripes*) e, em menor grau o sapo-corredor (*Bufo calamita*) estão também representados, em efectivos populacionais importantes. Em relação à subclasse Urodela, a salamandra-de-pintas-amarelas (*Salamandra salamandra*) e a salamandra-de-costelas-salientes (*Pleurodeles waltl*) parecem ser frequentes. O tritão marmorado (*Triturus marmorato*) é uma espécie que também aparece regularmente (CORTES *et al.*, 1995; PENA *et al.*, 1985).

A rela (*Hyla* sp.), a rela-meridional (*Hyla meridional*), o sapinho-de-verrugas-verdes (*Pelodytes punctatus*) e a rã-de-focinho-pontiagudo estão menos representados, embora possam ser pontualmente abundantes (CORTES *et al.*, 1995; PENA *et al.*, 1985).

De entre as várias zonas da bacia, a zona terminal do Guadiana (a Sul de Pegroão) e os afluentes Oeiras, Carreiras, Vascão, Foupana e Odeleite revelam-se locais de grande importância em termos de anfíbios (CORTES *et al.*, 1995).

Segundo CORTES *et al.* (1995) o padrão de frequência e abundância das diversas espécies de répteis do vale do Guadiana e ribeiras adjacentes, em território português, são muito semelhantes às existentes na planície alentejana.

Constituem a comunidade de répteis, naquela zona da bacia, 23 espécies diferentes distribuídas por 9 famílias distintas. Do total de espécies, 8 constam do Anexo II da Convenção de Berna¹⁹: cágado-de-carapaça-estriada (*Emys orbicularis*), cágado (*Mauremys leprosa*), camaleão (*Chamaleon chamaleo*), sardão (*Lacerta lepida*), lagarto-

¹⁹ « O seu objectivo principal é possibilitar uma cooperação internacional mais estreita no que respeita à protecção da flora e fauna selvagens nos seus habitats naturais. Os anexos I e II dizem respeito, respectivamente, às espécies de flora e fauna que devem ser estritamente protegidas, (...). O anexo III engloba as espécies protegidas de uma forma menos estrita, sendo, por exemplo, possível a sua captura ou abate, se bem que com restrições.» (CORTES *et al.*, 1995).

de-água (*Lacerta schreiberi*), cobra-de-pernas-de-cinco-dedos (*Chalcides bedriagai*), cobra-de-ferradura (*Coluber hippocrepis*) e víbora-cornuda (*Vipera latasti*). As restantes 15 espécies constam do Anexo III daquele documento. Das espécies referidas, *Lacerta schreiberi* e *Chalcides bedriagai* são endemismos da Península Ibérica (CORTES *et al.*, 1995; PAULO, 1993; PENA *et al.*, 1985).

As espécies: cágado (*Mauremis leprosa*), o sardão (*Lacerta lepida*), a lagartixa-ibérica (*Psammodromus hispanicus*), a lagartixa-do-mato (*Psammodromus algirus*), a cobra-rateira (*Malpolon monspessulanus*), a cobra-de-escada (*Elaphe scalaris*), e a cobra-de-água-viperina (*Natrix maura*) parecem ser as mais frequentes (CORTES *et al.*, 1995; PAULO, 1993).

O cágado-de-carapaça-estriada (*Emys orbicularis*), a cobra-de-capuz (*Macroprotodon cucullatus*), e a víbora-cornuda (*Vipera latasti*) constituem algumas das espécies que aparecerão em núcleos populacionais descontínuos, sempre que as condições de habitat sejam favoráveis (CORTES *et al.*, 1995; PENA, *et al.*, 1985; PAULO, 1993). A existência de lagarto-de-água (*Lacerta schreiberi*), caso aconteça, estará limitada a núcleos populacionais muito localizados e reduzidos (CORTES *et al.*, 1995).

Outra espécie que poderá ocorrer, mas só na zona mais a Norte da região alentejana, é o licranço (*Blanus cinereus*), uma vez que exibe um padrão de distribuição que o faz ausentar da zona Sul de Portugal. A sua presença foi detectada na região de Juromenha (CORTES *et al.*, 1995; PENA *et al.*, 1985).

No que diz respeito à avifauna, na zona do vale do Guadiana e ribeiras adjacentes está inventariada a presença de espécies ripícolas e rupícolas, cujos estatutos de conservação são bastante desfavoráveis. A cegonha-preta (*Ciconia nigra*), o grifo (*Gyps fulvus*), o abutre-do-Egipto (*Neophron percnopterus*), a águia de Bonelli (*Hieraaetus fasciatus*), a toutinegra-tomilheira (*Sylvia conspicillata*) constituem algumas dessas espécies. Esta zona da bacia hidrográfica do Guadiana é uma das áreas naturais importantes do país, encontrando-se parcialmente incluída na lista de IBAs (Important Birds Areas) (CORTES *et al.*, 1995; PAULO, 1993; PENA *et al.*, 1985).

Na zona da foz, é no sapal e salinas de Castro Marim que ocorrem numerosas espécies ameaçadas, nomeadamente, o alfaiate (*Recurvirostra avosetta*), a andorinha-de-mar-anã (*Sterna albifrons*), a perdiz-do-mar (*Glareola pratincola*), o flamingo (*Phoenicopterus ruber*), o colhereiro (*Platalea leucorodia*), o borrelho-de-coleira-interrompida (*Charadrius alexandrinus*), a calhandrinha-das-marismas (*Calandrella rufescens*), entre outras (CORTES *et al.*, 1995; BRUUN *et al.*, 1995)

Além das duas zonas referidas, as “estepes cerealíferas”, incluídas na planície alentejana, englobam um conjunto avifaunístico de interesse de conservação prioritário, tais como: o sisão (*Tetrax tetrax*), a abetarda (*Otis tarda*), o cortiçol-de-barriga-branca (*Pterocles alchata*) o tartaranhão caçador (*Circus pygargus*), a cegonha-branca (*Ciconia ciconia*), o penereiro-das-torres (*Falco naumanni*), a perdiz-do-mar (*Glareola pratincola*), o cortiçol-de-barriga-preta (*Pterocles orientalis*), o rolieiro (*Coracias garrulus*), o grou (*Grus grus*), a calhandra (*Melanocorypha calandra*), o abutre-preto (*Aegypius monachus*), a águia-imperial (*Aquila adalberti*), o peneireiro-cinzento (*Elanus caeruleus*), e a águia-real (*Aquila chrysaetos*) (CORTES *et al.*, 1995; PENA *et al.*, 1985).

Dos mamíferos, presentes na área portuguesa da bacia hidrográfica do Guadiana, destacam-se 19 espécies de morcegos e 11 espécies de carnívoros. Relativamente aos morcegos saliente-se que 9 daquelas espécies (4 do género *Rhinolophus* e 5 do género *Myotis*) apresentam estatuto em Portugal de *Em Perigo*, dado tratarem-se de espécies de interesse comunitário, e que necessitam de uma protecção rigorosa (CORTES *et al.*, 1995).

No que respeita aos carnívoros, é de salientar a ocorrência de núcleos residuais de lince-Ibérico (*Lynx pardina*), nomeadamente nos vales de alguns rios e ribeiras afluentes do Guadiana, e nas serras da Adiça e de Portel. Trata-se de um dos endemismos Ibéricos em perigo de extinção em Portugal e Espanha. O lobo, constitui outro dos carnívoros presentes, encontrando-se em perigo de extinção em Portugal e possuindo o estatuto de *Vulnerável* em Espanha. Actualmente, na parte portuguesa da bacia do Guadiana não se conhecem populações residentes desta espécie. Só rara e isoladamente aparece na zona fronteira (CORTES *et al.*, 1995).

A lontra (*Lutra lutra*), o toirão (*Mustela putorius*), o saca-rabos (*Herpestes ichneumon*), o gato-bravo (*Felis silvestris*), o rato-de-Cabrera (*Microtus cabrerae*), o geneta (*Genetta genetta*), a fuínha (*Martes foina*), a raposa (*Vulpes vulpes*), o coelho-bravo (*Oryctolagus cuniculus*), a lebre (*Lepus capensis*), o ouriço-cacheiro (*Erinaceus europaeus*), o texugo (*Meles meles*) e a doninha (*Mustela nivalis*) constituem outras espécies de mamíferos passíveis de ser observados na área da bacia do Guadiana (CORTES *et al.*, 1995; PENA *et al.*, 1985).

De salientar, ainda, a presença do veado (*Cervus elaphus*), e do javali (*Sus scopa*) em numerosas explorações cinegéticas disseminadas por toda a área da bacia. Além desta espécie, constituem, também, interesse económico a perdiz-comum (*Alectoris rufa*), a lebre (*Lepus capensis*) e o coelho-bravo (*Oryctolagus cuniculus*) (CORTES *et al.*, 1995; PENA *et al.*, 1985.).

Em suma, os vales do rio Guadiana e dos seus afluentes constituem ótimos habitats para muitos carnívoros, pois funcionam como corredores para as suas deslocações. Na zona de planície Alentejana predominam os roedores e lagomorfos (sobretudo o coelho-bravo e a lebre). A zona terminal do rio, que engloba alguns biótopos característicos, parece ser mais pobre em mamíferos do que as zonas a montante (CORTES *et al.*, 1995).

3.8. CARACTERIZAÇÃO SÓCIO-ECONÓMICA

3.8.1. POPULAÇÃO RESIDENTE

Devido ao facto da maior área da bacia hidrográfica do Guadiana, em território português, integrar grande parte dos Concelhos da Região Alentejo, as suas características sócio-económicas assumem particularidades, no geral, típicas desta Região.

Relativamente à população residente, e tendo em conta os dados do último Recenseamento Geral da População, em 1991 residiam no Alentejo 541500 indivíduos, dos quais 218860 na bacia hidrográfica do Guadiana (DUARTE, 1995).

Em 1993, a população total residente na área da bacia hidrográfica do Guadiana rondava os 1900 milhares de habitantes, dos quais 1670 mil em Espanha e 230 mil em Portugal. No mesmo ano, a densidade populacional média na bacia era de 28 hab/km² (INAG/COBA, 1995).

Entre os anos dos dois últimos recenseamentos (1981 e 1991) verificou-se um decréscimo populacional bastante elevado (3,5% do total dos efectivos) (DUARTE, 1995).

Embora o Alentejo seja a região do País com maior área (26090,73 km²), apresenta-se, no entanto, como uma das menos populosas, registando uma densidade populacional (20 hab/km²) abaixo da média nacional (106 hab/km²). Esta situação é devida à existência de Concelhos de grande dimensão, mas que apresentam um processo de desertificação populacional muito acentuado (DUARTE, 1995).

Em relação à estrutura etária da população, o Alentejo apresenta uma população bastante "envelhecida". O número de idosos (grupo etário situado acima dos 60 anos) é sensivelmente igual à população "jovem", ou o rácio de jovens/idosos é favorável a estes últimos (DUARTE, 1995).

A taxa de natalidade (10-15%), apresenta valores dentro da média nacional à excepção dos Concelhos mais interiores. A taxa de mortalidade apresenta-se relativamente elevada, o que se compreende, tendo em atenção o peso do número de idosos no total da população. Todavia, os valores do crescimento populacional, obtidos através do cálculo do saldo fisiológico (taxa de natalidade-taxa de mortalidade) não são homogéneos em toda a Região. O saldo fisiológico apresenta valores negativos nos Concelhos mais envelhecidos do Alentejo Central e na maior parte do Baixo Alentejo (DUARTE, 1995).

3.8.2. SECTORES DE ACTIVIDADE

No Alentejo a taxa média de actividade situa-se nos 41,5%, valor que desce significativamente nas regiões mais interiores (30-35%). O sector primário é aquele que envolve maior captação de mão-de-obra (DUARTE, 1995).

Relativamente à distribuição da população activa por sectores de actividade, o sector primário é o predominante, e o sector secundário é subvalorizado. Saliente-se, no entanto, que nas zonas interiores o sector primário engloba maior número de activos (40%) excepto nas capitais de distrito, onde os valores para o sector terciário se apresentam com alguma importância relativa (DUARTE, 1995).

Em relação à situação no trabalho, predomina o regime de assalariado, uma vez que 74% dos activos na profissão são trabalhadores por conta própria. Os restantes distribuem-se pelos membros de cooperativas e produção, patrões e trabalhadores familiares não remunerados (DUARTE, 1995). Em relação à taxa de desemprego, o Alentejo apresenta valores da ordem dos 13-14% (DUARTE, 1995).

Em termos gerais, o Alentejo apresenta-se como uma região pouco desenvolvida socialmente. A qualificação dos activos²⁰, quer na profissão, quer em termos académicos reflecte, de certo modo, aquela situação. De facto os profissionais não qualificados representam a maior parte dos activos (46%). Quanto aos profissionais qualificados (40%), são em número reduzido os Quadros Superiores, os Quadros Médios, dos Encarregados e dos Profissionais Altamente Qualificados (DUARTE, 1995).

²⁰ Os dados referidos são relativos, uma vez que não contemplam a totalidade do pessoal em actividade, nomeadamente os agricultores e os trabalhadores da Administração Central e Local (DUARTE, 1995).

4. CONCELHO DE MÉRTOLA

4.1. LOCALIZAÇÃO GEOGRÁFICA E LIMITES ADMINISTRATIVOS

O Concelho de Mértola (Fig. 4.1) situado na região sudeste do Baixo Alentejo, possui uma área de 1279,4 km², o equivalente a cerca de 128000 ha de superfície total, 3/4 dos quais se localizam na margem direita do Guadiana. É delimitado a Norte pelos Concelhos de Beja e Serpa, a Oeste pelos Concelhos de Castro Verde e Almodôvar, a Sul pelo Concelho de Alcoutim (Algarve) e a Este faz fronteira com Espanha. O rio Guadiana constitui também fronteira com o país vizinho, desde o Pomarão até ao Algarve (NICOLAU (Coord.) & BARROCO,1992).

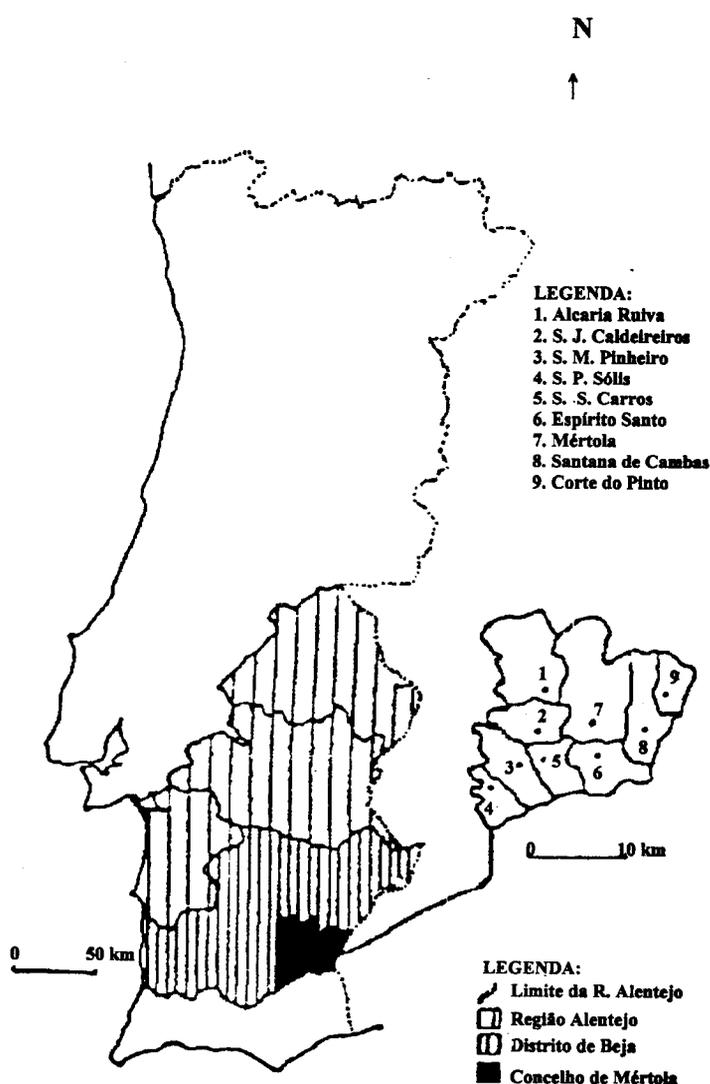


Fig. 4.1 - Localização Geográfica do Concelho de Mértola (Adaptada de MACHADO *et al.*, 1996).

Classificado como um Concelho eminentemente rural, Mértola faz parte do distrito de Beja e a sua sede de Concelho, a vila de Mértola, dista 50 Km da capital daquele distrito. Integram o Concelho cerca de 130 povoações, pertencentes a 9 freguesias: Alcaria Ruiva, Corte do Pinto, Espírito Santo, Mértola, Santana de Cambas, S. João dos Caldeireiros, S. Miguel do Pinheiro, S. Pedro de Sólis e S. Sebastião dos Carros (NICOLAU (Coord.) & BARROCO,1992).

4.2. GEOMORFOLOGIA

A peneplanície é a unidade geomorfológica predominante, onde a altitude média se situa entre os 200-250 m. Como principais acidentes do relevo sobressaem as cristas quartzíticas pertencentes à Faixa Piritosa, das quais se salientam os alinhamentos de Alcaria Ruiva (370 m), Alvares (310 m), a Serra de Mértola (200 m) e o rio Guadiana e seus afluentes (NICOLAU (Coord.) & BARROCO,1992; ROXO (Coord.) *et al.*, 1993).

4.3. ASPECTOS GEOLÓGICOS E GEOLITOLÓGICOS

No que diz respeito aos aspectos geológicos e geolitológicos o Concelho de Mértola insere-se, na sua totalidade, na chamada Zona Sul Portuguesa. As principais formações, da Era Paleozóica (Carbónico, Devónico, Complexo Xistoso Antigo), são cortadas por diversas rochas eruptivas tais como pórfiros, doleritos e outras (ROXO (Coord.) *et al.*, 1993).

Em diversas zonas, as formações paleozóicas estão cobertas por depósitos quaternários, pliocénicos, miocénicos e paleogénicos (ROXO (Coord.) *et al.*, 1993).

Relativamente à Geolitolgia, o Concelho de Mértola engloba as seguintes unidades:

- Aluviões (Holocénico)

Inclui formações de areias de diferentes calibres, mais ou menos argilosas e calhaus angulosos de forma e composição variadas. Apresentam fraca espessura e correspondem aos cursos de água da região (ROXO (Coord.) *et al.*, 1993; ALMEIDA, 1995).

- Depósitos de Vertente e Terraços Fluviais (Pleistocénico)

Constituídos por formações detríticas com intercalações argilo-arenosas. Correspondem a depósitos situados a diversos níveis, em relação com as antigas posições do leito do Guadiana. Ocorrem nos flancos dos principais vales do Concelho (ROXO (Coord.) *et al.*, 1993; ALMEIDA, 1995).

- Cascalheiras com intercalações argilo-arenosas (Plio- Plistocénico)

Incluem depósitos detríticos, por vezes grosseiros. Essencialmente constituídas por areias, arenitos pouco consolidados e calhaus angulosos e subangulosos de quartzito negro e quartzo filoniano. Formam algumas manchas na parte NW do Concelho (ROXO (Coord.) *et al.*, 1993; ALMEIDA, 1995).

- Formação de Mira (Carbónico)

Integrada na Faixa Piritosa, sub-sector de Castro Verde-Pomarão, é constituída principalmente por turbiditos (grauvaques, siltitos e pelitos), estando apenas uma pequena parte inserida no Concelho (ROXO (Coord.) *et al.*, 1993).

- Formação de Mértola (Carbónico)

Inserida na Faixa Piritosa da Zona Sul Portuguesa, é constituída por turbiditos (grauvaques, siltitos e pelitos) e conglomerados. Constitui um enorme afloramento de orientação NW-SE, dominando a parte Sul do Concelho (ROXO (Coord.) *et al.*, 1993).

- Formação do Freixial (Carbónico)

Integrada no sub-sector Mértola-Albernoa da Faixa Piritosa, é constituída por pelitos, siltitos e grauvaques. Distribui-se por faixas estreitas, de orientação NW-SE, de fraca expressão (ROXO (Coord.) *et al.*, 1993).

- Complexo vulcano-sedimentar de Pomarão-Castro Verde e de Mértola-Albernoa (Carbónico)

Constituído por xistos siliciosos, xistos negros, pelitos, siltitos, arenitos impuros, basaltos, tufitos, tufos e lavas rio-dacíticas, jaspes e chertes, que se distribuem em pequenas faixas estreitas de orientação NW-SE (ROXO (Coord.) *et al.*, 1993).

- Formação de Gafo (Carbónico)

Integrada no sector Norte da Zona Sul Portuguesa, imediatamente a Norte da Faixa Piritosa, e pertencente à Antiforma do Pulo do Lobo. Engloba turbiditos, xistos roxos e metavulcanitos ácidos (ROXO (Coord.) *et al.*, 1993).

- Formação Filito-Quartzítica (Devónico)

Constituída principalmente por filitos, siltitos, arenitos impuros e ortoquartzitos, faz parte da Faixa Piritosa da Zona Sul Portuguesa (ROXO (Coord.) *et al.*, 1993).

- Formação do Barranco do Homem (Devónico)

Com fraca expressão no Concelho, e com uma constituição semelhante à da formação Filito-Quartzítica (filitos, siltitos e quartzovaques) (ROXO (Coord.) *et al.*, 1993).

- Formação de Atalaia (Devónico)

Integra-se na Antiforma do Pulo do Lobo. Localizada a Norte da Formação do Barranco do Homem, é constituída principalmente por quartzovaques, arenitos e filitos (ROXO (Coord.) *et al.*, 1993).

- Formação do Pulo do Lobo (Devónico)

Localizada na parte Norte do Concelho, a Norte da Formação da Atalaia. Constituída por filitos e quartzitos com quartzo de exsudação, alguns metavulcanitos e metabasaltos (ROXO (Coord.) *et al.*, 1993).

De um modo geral, a Geolitoogia característica do Concelho engloba, fundamentalmente, formações do Devónico e Carbónico. Os xistos, os quartzitos e os grauvaques são as rochas predominantes. A este conjunto litostratigráfico sobrepõe-se, nalguns casos, um complexo vulcano-silicioso de espessura considerável, que compreende grande variedade de rochas vulcânicas e sedimentares interestratificadas, com grandes variações litológicas de local para local. Sobre esta formação sobrepõem-se, em geral discordantes, terrenos do tipo "flysch" constituídos por alternâncias de xistos e grauvaques (TEIXEIRA, 1981; ALMEIDA, 1995).

4.4. PEDOLOGIA

Os solos são pobres e de baixa fertilidade. Predominam os Solos Esqueléticos de xistos. De acordo com a capacidade do uso agrícola, constata-se que, relativamente às classes de uso do solo de capacidade mais elevada, praticamente não existem solos da classe A, existindo algumas manchas de solos da classe B na parte NW do Concelho. Estes últimos aparecem muitas vezes associados a solos de classe C (com capacidade média de uso). Grande parte do Concelho é constituída por solos pertencentes às classes D e E. Os primeiros correspondem essencialmente a Solos Mediterrâneos Pardos ou

Vermelhos, em fase delgada, e com limitações de uso. Os segundos correspondem a Solos Esqueléticos de xistos, a maioria das vezes associados a afloramentos rochosos. Tendo em atenção as características e qualidade dos solos predominam as áreas com forte risco de erosão, o que condiciona a sua utilização. Deste modo, os solos estão, normalmente, vocacionados para o sistema agro-pastoril tipo montado (ROXO (Coord.) *et al.*, 1993).

4.5. CARACTERÍSTICAS CLIMÁTICAS

O clima de tipo mediterrânico, com tendência semi-árida, apresenta:

- Verões quentes e secos com temperaturas médias de 25°C e máximas que ultrapassam os 40°C nos meses de Julho e Agosto;
- Invernos com temperaturas médias de 8°C e mínimas que chegam a ser negativas;
- Elevadas amplitudes térmicas que ultrapassam, por vezes, os 17°C;
- Fraca precipitação, que em média não ultrapassa os 400 mm, concentrada nos meses de Novembro a Janeiro;
- Insolação elevada, cujos valores médios anuais se situam entre 3000 e 3100 horas;
- Um período de seca que pode atingir cinco meses, o que acentua a aridez da região, já que o período vegetativo apresenta uma duração média de 7 a 8 meses;
- Uma duração do período de geadas de 3 a 4 meses, chegando estas a ocorrer até à primeira quinzena de Fevereiro;
- O regime de ventos apresenta uma frequência de calmas ou rumos bastante reduzida. Os rumos mais frequentes são de NW e W, dominantes quase todo o ano, e com maior significado entre Junho e Setembro (42,3% e 22,3%) (NICOLAU (Coord.) & BARROCO, 1992; ROXO (Coord.) *et al.*, 1993).

Pode assim afirmar-se que para a região, o ano se divide em duas estações, uma predominantemente fria e chuvosa e outra quente e seca. Apenas o mês de Maio apresenta características de transição, apresentando-se quente e chuvoso (NICOLAU (Coord.) & BARROCO, 1992; ROXO (Coord.) *et al.*, 1993).

4.6. HIDROGRAFIA

A área do Concelho insere-se na Bacia Hidrográfica do rio Guadiana, sendo abrangido por 6 sub-bacias, todas elas pertencentes à bacia hidrográfica referida, das quais se destaca a sub-bacia do rio Chança, da ribeira de Cobres, de Oeiras, de Carreira, de Vascão, assim como um conjunto de pequenas linhas de água afluentes do Guadiana, todas inseridas na Rede Hidrográfica Principal. Além destas, merecem ainda destaque numerosas pequenas albufeiras dispersas por todo o Concelho (ROXO (Coord.) *et al.*, 1993).

As disponibilidades hídricas da região são condicionadas pela elevada variabilidade temporal dos recursos hídricos, com a sua concentração no semestre húmido. O escoamento acumulado no semestre húmido é em média superior a 80% do escoamento anual. Entre Janeiro e Março o escoamento é máximo, e entre Junho e Setembro apresenta um valor mínimo. Por outro lado, a utilização daqueles recursos em Espanha condiciona fortemente o escoamento superficial daí proveniente, o qual tem vindo a registar uma redução significativa (ROXO (Coord.) *et al.*, 1993).

4.7. HIDROGEOLOGIA

Em relação à Hidrogeologia da região, é de salientar a baixa produtividade dos aquíferos subterrâneos devido à natureza pouco permeável dos solos xistosos. Além disso, as águas subterrâneas, no Concelho, apresentam geralmente durezas baixas e alto teor de cloretos e sulfatos (ROXO (Coord.) *et al.*, 1993).

4.8. FLORA

Em termos de vegetação natural o Concelho de Mértola inclui-se na Sub-região Mediterrânica Ocidental. Assim, no Concelho é possível encontrar três tipos de formações vegetais bem diferenciadas: Floresta Esclerófila em exploração, Formações Subxerofíticas e Estepe Mediterrânica (PENA *et al.*, 1985).

a) Floresta Esclerófila em exploração

Esta formação engloba, fundamentalmente, espécies arbóreas do tipo carvalhal perenifólio, das quais a azinheira (*Quercus rotundifolia*) é a espécie dominante. Além desta, engloba, também, diversas matas de resinosas (pinhais) e exóticas (eucaliptais) (PENA *et al.*, 1985; ROXO (Coord.) *et al.*, 1993). Nas áreas de montado de azinho, a azinheira aparece, por vezes associada ao zambujeiro (*Olea europaea* var. *sylvestris*). Normalmente o montado é utilizado para a prática de culturas de sequeiro em rotação de pousio-pastagem, ou apenas para pastoreio. Em casos de montado abandonado o estrato arbustivo é denso e abundante (PENA *et al.*, 1985; ROXO (Coord.) *et al.*, 1993). Para além destas espécies é possível encontrar pequenas manchas de sobreiro (*Quercus suber*), que reflectem as áreas de transição da zona de influência atlântica para a zona de influência continental. A presença, dispersa, da alfarrobeira (*Ceratonia siliqua*), da amendoeira (*Prunus dulcis*) e da figueira (*Ficus carica*) revela a proximidade com o Algarve, região onde aquelas espécies são dominantes (PENA *et al.*, 1985; ROXO (Coord.) *et al.*, 1993).

b) Formações Subxerofíticas

Correspondem aos fâcies de degradação da floresta natural de azinheiras, e englobam formações lenhosas baixas, xerofíticas, vulgarmente designadas “matos” (PENA *et al.*, 1985; ROXO (Coord.) *et al.*, 1993). Estas formações que podem variar na sua composição e estrutura, incluem:

- Matos arbustivos ou “maquis” de 1 a 3 m de altura, por vezes bastante densos, onde se destacam as espécies: *Pistacia terebinthus*, *Olea sylvestris*, *Rhamnus* sp, *Ruscus aculcatus*, *Rubia peregrina*, *Arbutus unedo*, *Erica arborea* e *Cistus* sp. (ROXO (Coord.) *et al.*, 1993).

- Matos sub-arbustivos ou “garrigues” que ocorrem após a destruição do “maquis”, devido a um aproveitamento intensivo por parte do homem. Trata-se de uma formação arbustiva com clareiras de terra nua e afloramentos rochosos. Na vegetação, com menos de 50 cm de altura, é dominante o carrasco (*Quercus coccifera*), o rosmaninho (*Lavandula pedunculata*), o zimbro (*Juniperus oxycedrus* e *Juniperus phoenicea*) e o alecrim (*Rosmarinus officinalis*) (PENA *et al.*, 1985; ROXO (Coord.) *et al.*, 1993).

c) Estepe Mediterrânica

Nesta formação, caracterizada pela ausência de espécies arbóreas e arbustivas, predominam as espécies herbáceas anuais ou perenes, com raízes bem desenvolvidas ou órgãos de reserva subterrâneos. O pampilho-das-searas (*Chrysanthemum segetum*), a serradela-brava (*Ornithopus compressus*), a ervilhaca-vermelha (*Vicia benghalensis*), a ervilhaca-amarela (*Vicia lutea*), o trevo-amarelo (*Trifolium compestre*), a espadana-dos-montes (*Gladiolus illyricus*), o trevo-de-folha-estreita (*Trifolium resupinatum*), o cardo (*Galactites tomentosa*), o almeirão (*Chichorium intybus*), a cebola-albarrã (*Urginea maritima*) e os catuzes (*Rumex bucephalophorus*) constituem algumas das espécies presentes (PENA *et al.*, 1985).

Tendo em atenção as associações fitossociológicas e classes de habitat, o Concelho abrangia em 1993 (ROXO (Coord.) *et al.*, 1993) as seguintes unidades:

a) Mata Perenifólia (com domínio de *Quercus rotundifolia*)

Corresponde a áreas de evolução dos montados de azinho abandonados, onde os matos são densos e englobam espécies diversas de estevas (*Cistus ladanifer* e *Cistus populifolius*), urzes (*Erica australis*) e tojos (*Genista hirsuta*, *Genista triacanthus* e *Ulex parviflorus*) (ROXO (Coord.) *et al.*, 1993).

b) Mata Perenifólia (com domínio de *Olea europaea*)

Corresponde a zonas localizadas em encostas orientadas para o quadrante Sul e Sudoeste. Constituem frequentemente formações secundárias resultantes da evolução de matos pirofilicos. Incluem, também, outras espécies termófilas tais como *Pistacia lentiscus*, *Asparagus albus* e *Smilax aspera* (ROXO (Coord.) *et al.*, 1993).

c) Estruturas Ripárias

Formações associadas aos cursos de água, onde ocorrem espécies diversas, tais como: *Myrtus communis*, *Nerum oleander*, *Rubus ulmifolius*, *Salix alba*, *Ulmus minor*, *Sambucus nigra* e *Tamarix africana* (ROXO (Coord.) *et al.*, 1993).

d) Estruturas Rupícolas

Constituem formações muito diversificadas em termos de vegetação e de porte. As espécies mais significativas desta formação são, entre outras: *Pistacia lentiscus*, *Olea europaea* var. *sylvestris*, e *Cytisus baeticus* (ROXO (Coord.) *et al.*, 1993).

e) Montado de Azinho

Formação onde a azinheira (*Quercus rotundifolia*) é a espécie arbórea dominante. No estrato arbustivo predominam as estevas (*Cistus* sp.) (ROXO (Coord.) *et al.*, 1993).

f) Montado de Sobreiro

Formação do tipo estepe arborizada, onde o sobreiro (*Quercus suber*) é a espécie predominante. Existem, também, formações arbustivas e herbáceas constituídas basicamente por estevas e gramíneas, respectivamente (ROXO (Coord.) *et al.*, 1993).

g) Matos

Formações diversificadas, de porte e composição variados, em que os arbustos predominam. Entre estes salientem-se: *Cistus* sp., *Erica australis*, *Ulex* sp., *Genista hirsuta*, *Lygos sphaerocarpa*, e *Lavandula luisieri* (ROXO (Coord.) *et al.*, 1993).

h) Choupal

Formação de porte arbóreo com predomínio de *Populus alba* ou *Populus nigra* (ROXO (Coord.) *et al.*, 1993).

i) Eucaliptal

Formação silvícola com predomínio de *Eucalyptus globulus* ou *Eucalyptus camuldulensis* (ROXO (Coord.) *et al.*, 1993).

j) Olival ou olival associado a frutíferas.

l) Culturas Arvenses

m) Pinhal

Formação com predomínio de *Pinus pinea* ou *Pinus pinaster* (ROXO (Coord.) *et al.*, 1993).

n) Fruteiras Diversas

o) Planos de Água

p) Resinosas Diversas

Englobam espécies tais como: *Pinus halepensis* e *Cupressus* sp. (ROXO (Coord.) *et al.*, 1993).

q) Outras Formações

Incluem-se aqui as acaciais (*Acacia* spp.) (ROXO (Coord.) *et al.*, 1993).

4.9. FAUNA

Tendo em conta as características da flora e fauna do Concelho, algumas áreas (Vale do rio Guadiana, Pulo do Lobo, Mértola/Foz do rio Vascão) estão integradas nos chamados BIÓTOPOS CORINE¹ (ROXO (Coord.) *et al.*, 1993).

Das várias formações vegetais que integram o Concelho, o montado é aquela cujo valor biológico é mais elevado. Nas áreas de montado, a quantidade e diversidade de espécies é de tal forma elevada que a azinheira pode considerar-se um verdadeiro ecossistema em miniatura. O chapim-de-poupa (*Parus cristatus*), o chapim-azul (*Parus caeruleus*), a estrelinha-de-cabeça-listada (*Regulus ignicapillus*), o pombo-torcaz (*Columba palumbus*), o gaio-comum (*Garrulus glandarius*), a pega-azul (*Cyanopica cyanus*), a tordeia (*Turdus viscivorus*), a trepadeira-comum (*Certhia brachydactyla*), o milhafre-real (*Milvus milvus*), a águia-de-asa-redonda (*Buteo buteo*) são algumas das espécies características da avifauna destas áreas (PENA *et al.*, 1985).

Nas áreas de montado abandonado, onde os estratos arbustivo e herbáceo são densos e diversificados, encontram-se aqui além das espécies típicas do montado em exploração, outras como o picanço-barreteiro (*Lanius senator*), o rato-do-campo (*Apodemus sylvaticus*), a geneta (*Genetta genetta*), o rouxinol-do-mato (*Cercotrichas galactotes*), a águia-de-bonelli (*Hieraetus fasciatus*) e o javali (*Sus scrofa*) (PENA *et al.*, 1985).

Nas áreas de «matos» (áreas de vegetação subxerofítica), onde as estevas (*Cistus* spp.) são dominantes, encontra-se uma fauna pouco variada. Louva-a-Deus, libélulas, aranhas, escorpiões, constituem alguns exemplos. No caso das aves, o grupo das toutinegras (*Sylvi atricapilla*, *Sylvia melanocephala*, *Sylvia cantillans*, *Sylvia conspicillata* e *Sylvia undata*) é predominante, uma vez que encontram aqui o seu alimento, os insectos. Os pequenos mamíferos, essencialmente roedores e insectívoros, tais como o coelho-bravo (*Oryctolagus cuniculus* L.), o saca-rabo (*Herpestes ichneumon* L.), e o rato-toupeiro (*Pitymys duodecimcostatus* Sélys-Longchamps) são

¹ O Projecto BIÓTOPOS CORINE tem por objectivo a conservação, a nível comunitário, de determinadas espécies florísticas e faunísticas de algumas áreas naturais (ROXO (Coord.) *et al.*, 1993).

pouco frequentes, provavelmente, devido à natureza pedregosa do solo que dificulta a construção de tocas (PENA *et al.*, 1985).

Em áreas de pastagem temporária, com pequenas manchas de «matos», surgem espécies diversas e abundantes como é o caso da perdiz-comum (*Alectoris rufa*), do alcaravão (*Burhinus oediconemus*), do chasco-ruivo (*Oenanthe hispanica*), do picanço-real (*Lanius excubitor*), da cotovia (*Galerida* sp.) e do ouriço-cacheiro (*Erinaceus europaeus*). Estas áreas constituem os principais territórios de caça da águia-de-asa-redonda (*Buteo buteo*), do mocho-galego (*Athene noctua*) e da coruja-das-torres (*Tyto alba*) (PENA *et al.*, 1985).

Nas zonas ribeirinhas, a comunidade ripícola é caracterizada pela presença de anfíbios e de répteis. A rã-comum (*Rana ridibunda*), o sapo-corredor (*Bufo calamita*), o cágado-comum (*Mauremys caspica*), a cobra-de-água-viperina (*Natrix maura*) são as espécies dominantes. Além destas espécies, estas áreas são particularmente importantes para determinados mamíferos e aves. Dos primeiros é de salientar a presença da lontra (*Lutra lutra*) e do rato-de-água (*Arvicola sapidus*). Das aves destacam-se a garça-real (*Ardea cinerea*), o borrelho-pequeno-de-coleira (*Charadrius dubius*), a galinha-de-água (*Gallinula chloropus*) e a álveola-branca (*Motacilla alba*) (PENA *et al.*, 1985).

No caso dos grandes afloramentos rochosos encontra-se aí uma avifauna rupícola que engloba algumas espécies *Raras* e *Ameaçadas* em Portugal. É o caso por exemplo, da cegonha-preta (*Ciconia nigra*), do abutre-do-Egipto (*Neophron percnopterus*) e do mocho-real (*Bubo bubo*). Além destas, a andorinha-das-rochas (*Hirundo rupestris*), a andorinha-dáuria (*Hirundo daurica*) e o melro-azul (*Monticola solitarius*) encontram nas formações rupícolas o seu habitat por excelência. A raposa (*Vulpes vulpes*), o javali (*Sus scrofa*) e a fuinha (*Martes foina*) são alguns dos mamíferos que, também, se podem encontrar (PENA *et al.*, 1985).

As áreas de estepe mediterrânica, biótopo de maior representatividade em termos de superfície no Concelho, caracterizam-se pela presença de uma avifauna abundante. Dos vários mamíferos herbívoros presentes, a lebre (*Lepus capensis*) é a espécie selvagem

mais característica. No entanto as aves são dominantes. O sisão (*Otis tetrax*), a abetarda (*Otis tarda*), o tartaranhão-caçador (*Circus pygargus*), o peneireiro-vulgar (*Falco tinnunculus*), o cortiçol-de-barriga-preta (*Pterocles orientalis*), a cotovia (*Galerida* sp.), a cotovia-pequena (*Lullula arborea*) e a calhandrinha-comum (*Callandrella cinerea*) constituem espécies comuns na avifauna estepária (PENA *et al.*, 1985). Durante o Inverno, o número e diversidade de aves que povoam a estepe aumentam consideravelmente. Tal facto deve-se à presença das espécies migradoras, normalmente designadas por *Invernantes*. Contam-se entre essas espécies o grou-comum (*Grus grus*), a laverca (*Alanda arvensis*), a petinha-dos-prados (*Anthus pratensis*), o abibe-comum (*Vanellus vanellus*), a tarambola-dourada (*Pluvialis africana*) e os estorninhos (*Sturnus vulgaris* e *Sturnus unicolor*) (PENA *et al.*, 1985). A garça-boieira (*Bubulcus ibis*) é outra das espécies vulgarmente observada nas áreas de estepe. Acompanhando o gado durante as suas deslocações, mantém com o mesmo uma relação de comensalismo (PENA *et al.*, 1985).

Nas albufeiras e represas dispersas pelas áreas de estepe é possível encontrar uma fauna semelhante à do rio Guadiana e seus afluentes. No entanto, algumas espécies como o mergulhão-pequeno (*Podiceps ruficollis*), o pássaro-bique-bique (*Tringa ochropus*), a narceja-comum (*Gallinago gallinago*), o pato-real (*Anas platyrhynchos*), o galeirão-comum (*Fulica atra*) têm aí uma maior representatividade (PENA *et al.*, 1985).

As construções humanas, nomeadamente nas áreas de estepe, constituem o habitat preferido de algumas espécies para a construção dos seus ninhos. São exemplo a cegonha-branca (*Ciconia ciconia*), a andorinha-das-chaminés (*Hirundo rustica*), a andorinha-dos-beirais (*Delichon urbica*), a gralha-de-nuca-cinzenta (*Corvus monedula*), o pardal-comum (*Passer domesticus*), o peneireiro-das-torres (*Falco naumanni*), o peneireiro-vulgar (*Falco tinnunculus*) e a coruja-das-torres (*Tyto alba*) (PENA *et al.*, 1985).

4.10. DINÂMICA POPULACIONAL

4.10.1. EVOLUÇÃO DA POPULAÇÃO RESIDENTE

Tendo em consideração o período compreendido entre 1911 e o último recenseamento, em 1991, o Concelho apresenta um comportamento populacional irregular, conforme se pode verificar pela análise da Fig. 4.2 (LOPES (Coord.) *et al.*, 1992).

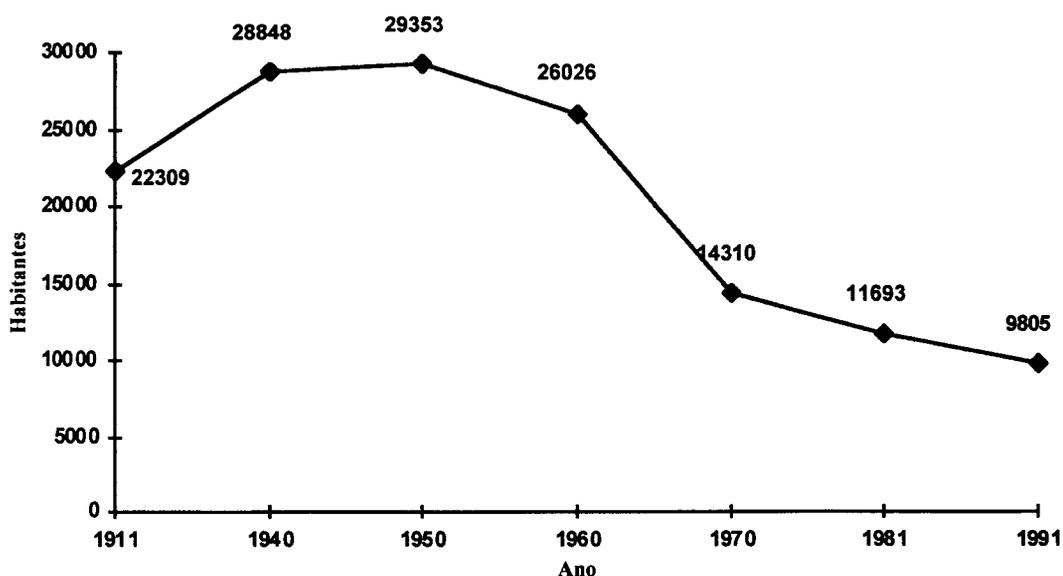


Fig. 4.2 - Evolução da População Residente no Concelho de Mértola (nos últimos 80 anos)

(Adaptada de LOPES (Coord.) *et al.*, 1992).

Em 1950 a população atingiu o seu valor máximo, com 29353 habitantes. Depois desse ano a população entra em fase de recessão, sendo notório o decréscimo no efectivo populacional. Em 1991, ano do último recenseamento, possuía um efectivo populacional de 9805 habitantes e uma densidade populacional de 7,7 hab/km² (LOPES (Coord.) *et al.*, 1992; INE, 1993). A regressão populacional mais acentuada verificou-se entre 1960 e 1970. Nesse período, o Concelho perdeu aproximadamente 45% da sua população a uma taxa de crescimento médio anual de -5,81%. Esta diminuição deveu-se, fundamentalmente, à emigração para os grandes centros urbanos, e também para o

estrangeiro. Nessa década, a taxa de migração para fora do Concelho registou o seu valor mais elevado: -6,34%. Este valor está, principalmente, relacionado com o encerramento da mina de S. Domingos (LOPES (Coord.) *et al.*, 1992).

Nos anos 70, há uma diminuição da Taxa de Crescimento Médio Anual (T.C.M.A.), registada na década anterior, passando o ritmo de regressão populacional de -5,81 para -1,82%. Esta diminuição deve-se, sobretudo, ao decréscimo do movimento migratório. O "crescimento natural negativo"² contribuiu, também, para o decréscimo populacional registado (LOPES (Coord.) *et al.*, 1992).

Na década de 80, o Concelho continuou a perder população, à semelhança dos anos anteriores (LOPES (Coord.) *et al.*, 1992).

Em 1991 a população continuou a diminuir a uma taxa de -1,86%, ligeiramente superior à da década anterior. O "crescimento natural negativo" aliado a uma "taxa migratória negativa" contribuíram para o decréscimo observado, embora a principal causa seja, ainda, a migração para fora do Concelho. Refira-se que o "crescimento natural negativo" é o resultado de um saldo fisiológico negativo³ (a partir de 1971, a natalidade é inferior à mortalidade) (LOPES (Coord.) *et al.*, 1992).

4.10.1.1. ESTIMATIVAS DA POPULAÇÃO RESIDENTE

Segundo estimativas do Instituto Nacional de Estatística, em 1995, o Concelho de Mértola possuía um efectivo populacional de 9150 habitantes (4530 do sexo masculino e 4620 do sexo feminino) (INE, 1996). Face a estes dados, verifica-se que a população continua a diminuir, à semelhança dos últimos anos.

² O crescimento natural, resultante do binómio natalidade-mortalidade, depende destes dois factores, que podem ser expressos quer pelo seu valor absoluto, quer por uma taxa anual (expressa em milhares), referente ao total da população. Se num dado período de tempo a mortalidade é superior à natalidade, o crescimento natural é negativo (DERRUAU, 1982).

³ O saldo fisiológico é negativo quando a taxa de mortalidade é superior à taxa de natalidade (DUARTE, 1995).

4.10.2. DISTRIBUIÇÃO ESPACIAL DA POPULAÇÃO POR FREGUESIAS

A distribuição espacial da população por freguesias⁴, em 1991, compreende três níveis de acordo com os volumes respectivos:

1º - A freguesia sede de Concelho que concentra 3166 habitantes;

2º - As freguesias de Alcaria Ruiva, Corte do Pinto, Santana de Cambas e S. Miguel do Pinheiro com 1201, 1260, 1009 e 1041 habitantes respectivamente.

3º - As freguesias de Espírito Santo, S. João dos Caldeireiros, S. Pedro de Sólis e S. Sebastião dos Carros com um quantitativo populacional inferior, em cada caso, a 1000 habitantes (542, 803, 377 e 406 habitantes respectivamente).

A freguesia de Mértola embora apenas concentre 32,2% da população do Concelho compreende, no entanto, um maior quantitativo populacional. Este valor associa-se ao facto de aí se encontrarem as principais actividades inerentes à sua função de sede de Concelho. No entanto, apresenta uma densidade populacional de 9,6 hab/km², inferior ao valor verificado na freguesia de Corte do Pinto. Esta diferença está relacionada com a área geográfica ocupada por estas duas freguesias. As restantes freguesias do Concelho apresentam, de um modo geral, densidades baixas (LOPES (Coord.) *et al.*, 1992).

4.11. ESTRUTURA ETÁRIA

4.11.1. EVOLUÇÃO DA ESTRUTURA ETÁRIA

Em 1960, era notório o rejuvenescimento da população, traduzido por uma natalidade e uma mortalidade elevadas, pelo que as camadas etárias mais jovens dominavam (Fig. 4.3) (LOPES (Coord.) *et al.*, 1992).

⁴ Os valores apresentados correspondem ao número de habitantes da População Residente, segundo os dados dos Resultados Definitivos dos CENSOS 91.

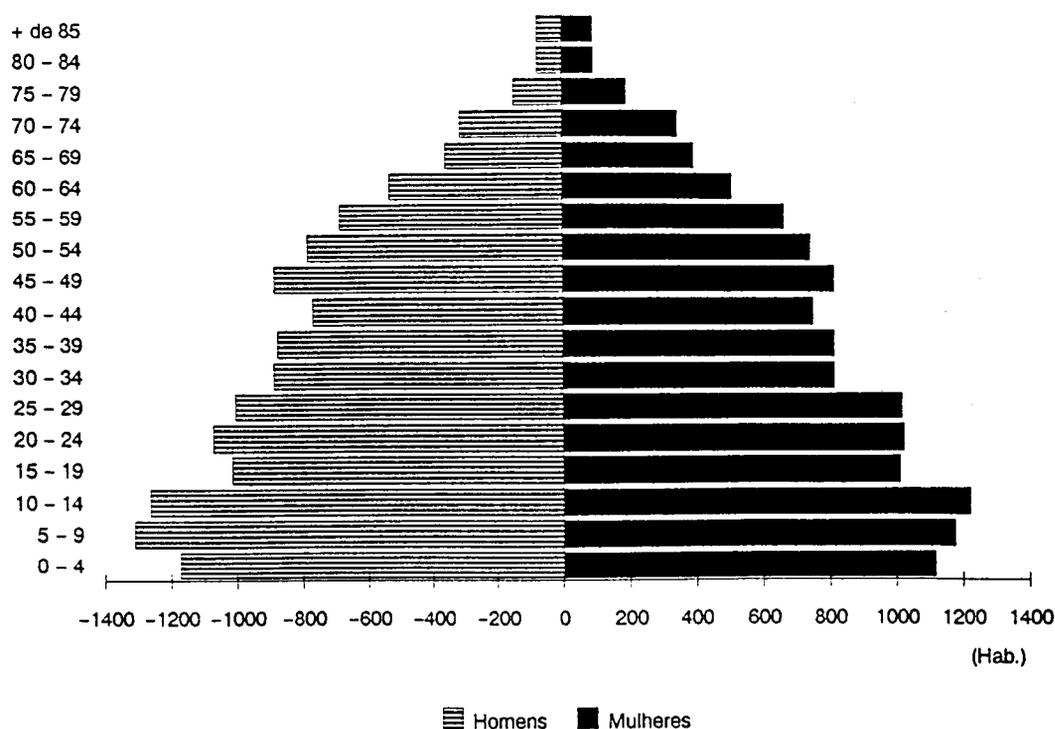


Fig. 4.3 - Pirâmide Etária para o Concelho de Mértola - 1960 (*in* LOPES *et al.*, 1992).

A partir de 1960 a evolução da estrutura etária, por grupos quinquenais e sexos, apresenta um processo acelerado de duplo envelhecimento populacional. Neste período o número de jovens entre os 0-14 anos registou uma redução muito acentuada, superior ao aumento das faixas etárias mais idosas, passando de 27,9% para 13,7%. Nos restantes grupos etários verifica-se, também, um decréscimo acentuado, principalmente nas faixas etárias compreendidas entre os 20-49 anos de idade. A diminuição das taxas de fecundidade e a forte emigração foram os principais factores condicionantes deste processo (LOPES (Coord.) *et al.*, 1992).

A partir de 1970 a pirâmide etária adquire progressivamente uma configuração diferente - estreitamento da base e alargamento do topo. Verifica-se uma redução do número de efectivos populacionais de quase todos os escalões etários, embora menos acentuada nas camadas etárias mais elevadas. Este resultado deveu-se, principalmente, ao elevado movimento migratório, à redução da natalidade e à quebra da mortalidade (LOPES (Coord.) *et al.*, 1992).

Nos anos 80 assiste-se ao empolamento das faixas etárias mais elevadas relativamente às mais jovens, devido à contínua saída de residentes nas idades compreendidas entre os 20 e os 39 anos (LOPES (Coord.) *et al.*, 1992).

Em 1991, e de acordo com uma estimativa de distribuição da população por grupos etários e sexo, é visível uma quase inversão da configuração da pirâmide etária de 1960, com dominância de grupos etários idosos (Fig. 4.4).

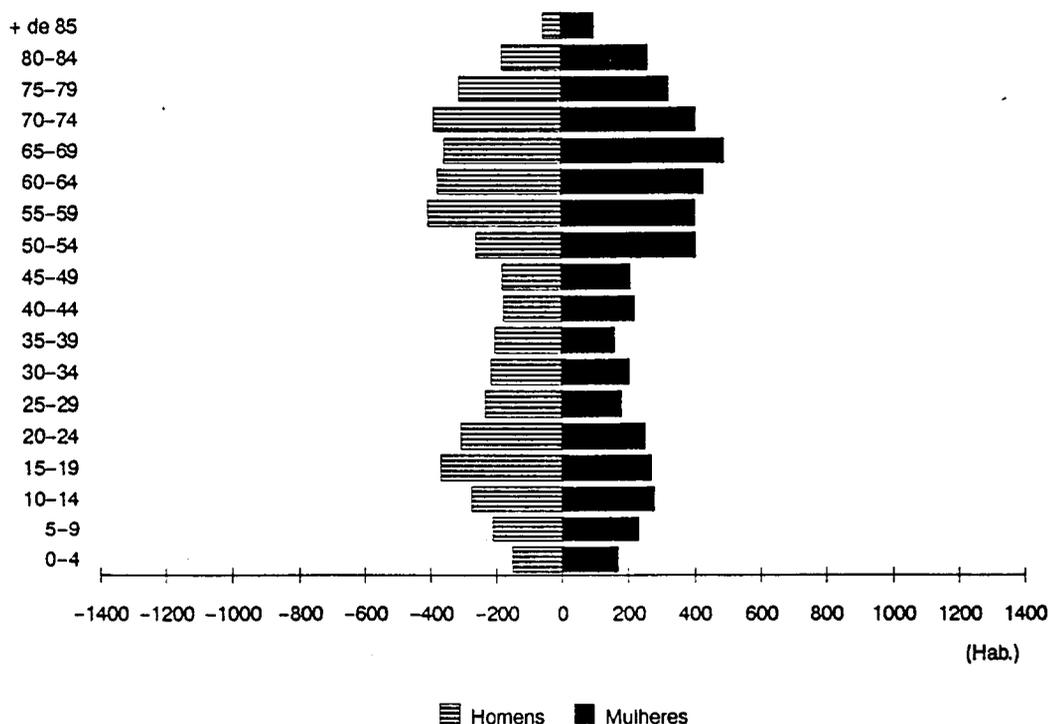


Fig. 4.4 - Pirâmide Etária para o Concelho de Mértola - 1991 (*in* LOPES *et al.*, 1992).

O grupo dos idosos apresenta um valor superior ao triplo da proporção que registava em 1960, passando de 8% para 29,8%. Em oposição, a população activa, particularmente o grupo dos jovens, passou de 27,9% para cerca de 14%. Esta evolução traduz-se numa estrutura etária bastante desequilibrada e no envelhecimento acelerado da população, uma vez que por cada 100 jovens existem cerca de 200 idosos. O processo de envelhecimento populacional tende a agravar-se, caso não se verificarem fenómenos conducentes à alteração desta tendência, nomeadamente a tomada de medidas com vista à atracção e fixação dos jovens no Concelho (LOPES (Coord.) *et al.*, 1992).

Em relação à estrutura etária concelhia existem áreas onde o processo de envelhecimento é mais acentuado. O Noroeste do Concelho, de que faz parte a freguesia de Mértola, apresenta "taxas de repulsão populacional" e "ritmos de regressão populacional" menos acentuados. É de destacar, na última década, um acréscimo populacional na freguesia de Mértola, no lugar sede de Concelho (LOPES (Coord.) *et al.*, 1992).

Alcaria Ruiva, S. João dos Caldeireiros e Mértola são as freguesias menos envelhecidas do Concelho, por apresentarem as mais elevadas proporções de jovens e as menores proporções de idosos (LOPES (Coord.) *et al.*, 1992).

A área de "repulsão populacional" mais recente corresponde à área Sudoeste do Concelho, mas já com tendência e índices de envelhecimento bastante elevados (LOPES (Coord.) *et al.*, 1992).

As freguesias localizadas na área Este do Concelho (Corte do Pinto e Santana de Cambas) têm vindo, desde a década de 60, a revelar ritmos de decréscimo populacional muito elevados (LOPES (Coord.) *et al.*, 1992).

Desta análise conclui-se que, existe uma forte tendência para a desertificação populacional que se tem vindo a agravar no Concelho. O "saldo fisiológico negativo" e o movimento migratório são os factores que, conjugados, levam ao envelhecimento da população do Concelho (LOPES (Coord.) *et al.*, 1992).

4.12. SECTORES DE ACTIVIDADE

Tendo por base os dados referentes ao Recenseamento Geral da População em 1991, dos 9805 habitantes residentes no Concelho, 2858 (29,1%) constituem o total da população com actividade económica (INE, 1993).

Destes, 2491 estavam empregados, 367 estavam desempregados. Em relação à população sem actividade económica, a mesma englobava, na altura, 5805 efectivos (59,2%), dos quais 710 constituíam a população estudantil, 3282 eram reformados e

pensionistas, 88 estavam incapacitados para o trabalho e 443 encontravam-se noutras situações (INE, 1993).

De acordo com aqueles dados, em 1991 a distribuição da população activa por sectores de actividade (Fig. 4.5) era a seguinte:

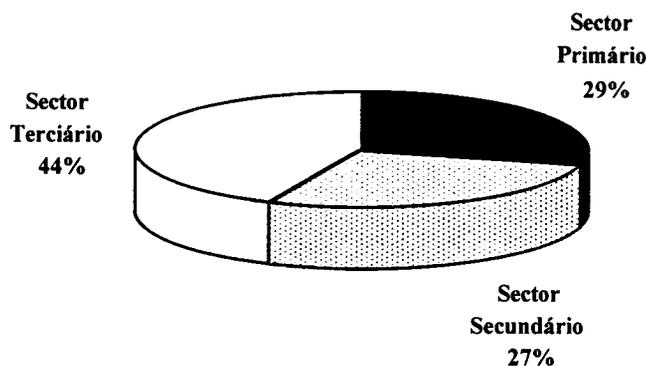


Fig. 4.5 - Distribuição da População Activa no Concelho de Mértola, em 1991, por Sectores de Actividade.

Em termos genéricos, no Concelho, pesa mais o sector terciário, que engloba 43,2% da população empregada, seguido do sector primário e secundário, que incluem 29,4% e 27,4% respectivamente (INE, 1993). A distribuição da população activa por ramos de actividade evidencia a importância do sector terciário ao nível do Concelho. Esta dominância deve-se, fundamentalmente, à criação gradual de serviços públicos e estruturas de apoio às populações. Por outro lado, o sector primário, outrora aquele que englobava maior percentagem de população activa, tem vindo a decrescer nos últimos anos (INE, 1993; LOPES (Coord.) *et al.*, 1992).

4.12.1. SECTOR PRIMÁRIO

O sector primário engloba actividades na área da agricultura, da pecuária, da silvicultura, da caça e da pesca. No entanto, este sector tem maior representação ao nível da agricultura, da pecuária e da caça, uma vez que na área da silvicultura as actividades são praticamente inexistentes e a pesca tem vindo progressivamente a sofrer um decréscimo por motivos que se prendem com a qualidade da água do rio Guadiana (NICOLAU (Coord.) & BARROCO, 1992).

Apesar dos solos, devido à sua fraca capacidade produtiva, estarem predominantemente vocacionados para produções florestais ou silvo-pastoris, a área agrícola é a dominante, seguida das terras com matos e estevas (NICOLAU (Coord.) & BARROCO, 1992).

A actividade agrícola, em regime de sequeiro, predominantemente extensiva conduz à diminuição da mão-de-obra e torna necessária a utilização de máquinas e equipamentos adequados. Os mais utilizados são os tractores de elevada potência e as ceifeiras-debulhadoras. Em média é utilizado um tractor por 259,9 ha de área agrícola, e uma ceifeira-debulhadora por 1334,3 ha (NICOLAU (Coord.) & BARROCO, 1992).

Os sistemas de produção baseiam-se em pastagens intercaladas com culturas arvenses, onde os cereais (trigo, aveia e cevada) são dominantes, e culturas forrageiras (NICOLAU (Coord.) & BARROCO, 1992).

Relativamente aos efectivos pecuários, os mais representativos ao nível do Concelho são os ovinos, explorados em sistemas extensivos e com baixos encabeçamentos por ha de área forrageira. Com menor representatividade estão os caprinos e bovinos, estes, principalmente, de raça mertolenga. A criação destes efectivos pecuários destina-se, fundamentalmente, à produção de carne e leite e de lã no caso dos ovinos (NICOLAU (Coord.) & BARROCO, 1992).

No que concerne à área florestal (18500 ha)⁵, na sua maioria constituída por montado de azinho, possui culturas sob coberto, arvenses ou pastagens de sequeiro, em regime de rotação, e sujeitas a longos períodos de pousio (NICOLAU (Coord.) & BARROCO, 1992).

Em relação à natureza jurídica dos produtores agrícolas, predominam os agricultores autónomos e os agricultores empresários, quer em número, quer em terra explorada. Por outro lado, a conta própria é a forma de exploração dominante (NICOLAU (Coord.) & BARROCO, 1992).

⁵ Dados gentilmente cedidos pela Delegação Florestal do Alentejo - Zona florestal de Barros e Alentejo Interior, 1996.

A pesca, outrora a principal actividade de um número significativo de famílias, principalmente daquelas que residem em localidades mais próximas do rio Guadiana: Corte Gafo, Corte Sines, Mértola, Pomarão e Penha de Águia encontra-se particularmente ameaçada. Trata-se de uma actividade que funciona de forma artesanal, exercida por conta própria e dentro do agregado familiar. Sendo uma actividade sazonal, os seus rendimentos dependem, grandemente, das épocas do ano e das espécies recolhidas. O grau de poluição do rio tem afectado esta actividade, principalmente durante o Verão, altura em que o caudal diminui e a carga poluente aumenta (MACHADO *et al.*, 1996).

Em 1886, os portos de pesca no Baixo Guadiana internacional⁶ localizavam-se em Mértola, Pomarão e Vila Real de Stº António. Das espécies mais capturadas destacavam-se a lampreia (*Petromyzon marinus* L.), o sável (*Alosa alosa* L.), a saboga ou savelha (*Alosa fallax* Lac.) e o solho-rei (*Acipenser sturio* L.), assim como vários géneros de Mugilidae, a enguia (*Anguilla anguilla* L.) e várias espécies de barbos. Naquele ano o valor ponderado do pescado, em Mértola e Pomarão, rondava as 27 e 2 toneladas respectivamente (FRANCA *et al.*, 1987).

Actualmente, no Alto Guadiana Internacional (do sul de Elvas a montante de Mourão) apenas se pratica a pesca em Juromenha, Moinhos Novos/Montes Juntos e Telheiro. No Alto Guadiana Nacional (entre o norte de Mourão e o montante de Mértola) a actividade piscatória é exercida apenas nalguns locais: Mourão, Luz, Barca/Moura, Pedrógão, Pulo do Lobo e Canais. Na zona de influência da maré (entre Mértola e Vila Real de Stº António) a pesca tem maior significado (FRANCA *et al.*, 1987).

O reconhecimento do número exacto de pescadores torna-se difícil, uma vez que muitos deles não possuem embarcação registada e outros nem sequer licença de pesca. Mértola constitui a maior comunidade piscatória logo a seguir a Vila Real de Stº António. Em 1986 aquela comunidade englobava 25 pescadores profissionais, seguida de Penha de Águia com 15 e Pomarão com 4 (FRANCA *et al.*, 1987). O número de pescadores profissionais tem vindo progressivamente a diminuir. A maioria dos que restam

⁶ Troço do Guadiana, que faz fronteira, entre o Pomarão e a foz (FRANCA *et al.*, 1987).

Impacto Ambiental do Eixo de Albufeiras no Concelho de Mértola, Concelho de Mértola

pertencem a classes etárias elevadas (entre 50 - 60 anos de idade). Actualmente existem entre 25 - 30 pescadores profissionais no Concelho de Mértola. Destes, apenas um número bastante reduzido vive exclusivamente desta actividade. A maior parte opta, em determinadas épocas do ano, por outro tipo de actividade. A construção civil e a plantação de árvores para reflorestação são as principais actividades alternativas. Outros mantêm paralelamente outro ramo de actividade e alguns, os mais jovens, procuram na emigração uma forma de angariar um salário.

No decurso do trabalho de campo realizado, foi possível compreender algumas das principais dificuldades sentidas pelos pescadores do Concelho. A poluição do rio e as artes ilegais são os principais factores que, segundo aqueles, afectam a sua actividade. Queixam-se sobretudo da época de Verão, altura em que surgem com frequência surtos de poluição que afectam a qualidade da água e do peixe. Nos restantes meses do ano as dificuldades sentidas são atribuídas à diminuição de algumas espécies piscícolas devido à prática de artes ilegais. A mais citada, por alguns, é a “rede da irozinha”⁷.

Para a generalidade das espécies a pesca efectua-se durante a noite, sós ou acompanhados. Cada pescador possui, geralmente, o seu próprio barco, por ele construído ou reparado (PESSOA, 1986). Os barcos, em madeira, são movidos a remos e/ou a motor, e medem aproximadamente 5 metros de comprimento. Os pescadores designam-nos por lanchas. Geralmente os motores servem para as deslocações, uma vez que nas operações de pesca se utilizam apenas os remos. Os barcos que pescam na área de influência das marés estão registados na Capitania do Porto de Vila Real de Stº António, na pesca artesanal local. A frota que trabalha nas águas doces depende de registo na Direcção-Geral das Florestas (PESSOA, 1986; FRANCA *et al.*, 1987).

Das espécies recolhidas⁸, o barbo, a boga, o achigã e a taíinha são as predominantes. Relativamente frequentes são a enguia e o sável ou a savelha. Raras são as lampreias, os bordalos, as pardelhas, espécies relativamente frequentes no passado. A introdução do

⁷ Nome dado à “tela concentradora” utilizada na captura dos juvenis de enguia (*Anguilla anguilla* L.), vulgarmente designados de meixão ou “irozinha”.

⁸ Dados gentilmente cedidos pela Direcção Geral de Florestas, 1996.

achigã parece ter contribuído para a diminuição da população de bordalos, pardelhas e outras espécies (PESSOA, 1986). Entre Outubro e Abril, os pescadores e até alguns indivíduos alheios à pesca dedicam-se, fundamentalmente, à captura dos juvenis de enguia (*Anguilla anguilla* L.), vulgarmente designados de meixão ou “irozinha”, com “rapeta⁹” ou com “tela concentradora¹⁰”. A captura ocorre durante a noite, sobretudo no Inverno, e em fase de Lua Nova, condições propícias a maiores concentrações daquela espécie no rio. Esta actividade, praticada entre Mértola e Alcoutim, sofreu novo incremento a partir de 1980, após alguns anos de decadência. Hoje, as condições de captura dos juvenis de enguia estão profundamente alteradas com a introdução da “tela concentradora” importada do Norte. A sua “malha” muito fina, o modo de implantação e o bloqueamento do rio, frequentemente de margem a margem, constitui uma barreira que para além de concentrar os juvenis de enguia, concentra também outras formas juvenis que são destruídas sem qualquer aproveitamento. Saliente-se, no entanto, que a “tela concentradora”, para captura dos juvenis de enguia, não é permitida oficialmente no rio Guadiana (FRANCA *et al.*, 1987). Durante o Verão a tainha constitui a espécie mais capturada (FRANCA *et al.*, 1987).

As artes mais praticadas são o “tresmalho¹¹”, embora também se utilizem a “tarrafa¹²”, as “nassas¹³” e os “anzoladas¹⁴”, “cordas” ou “guitas”, estas últimas comumente

⁹ Pequeno chalavar de cabo, formado por um aro metálico cosido a um saco pouco fundo de rede mosquiteira e ligado a uma haste de madeira (FRANCA *et al.*, 1987).

¹⁰ Armação fixa construída com rede mosquiteira de material sintético, com 10 metros no cabo das bóias, 15 no cabo dos chumbos, 8 na altura e 2,5 de boca. A arte é fundeada com ferros ficando a boca virada para o sentido da corrente, com o que se pretende orientar o meixão na direcção do vértice da tela, onde está encostada a embarcação dos pescadores que com a rapeta recolhem os juvenis de enguia. (FRANCA *et al.*, 1987).

¹¹ Conjunto de três redes rectangulares de malha e tamanho variáveis, consoante o pescador e a espécie que se pretende capturar, colocadas a par e cosidas à mesma tralha. A rede do meio tem malha mais fina que as laterais (alvitanas). O tresmalho é seguro na extremidade por dois cabos presos a bóias ou a pontos da superfície. A tralha (cabo superior), provida de bóias e de cordas de fundo, que une as redes na base, tem pesos para deslocar o tresmalho para o fundo (PESSOA, 1986).

¹² Rede circular com cerca de três metros de diâmetro, provida de chumbos em todo o seu perímetro. No centro existe uma corda que serve para puxar o aparelho. A malha não é uniforme, diminuindo para a periferia (PESSOA, 1986).

designadas, no Concelho, por "aparelho de anzol" ou "palangre". O "tresmalho" é utilizado na pesca do sável, da savelha, do barbo, da lampreia, etc. As enguias são capturadas nas margens pelas "anzoladas", "cordas" ou "guitas", quase sempre de noite. As "nassas", quase desaparecidas, são utilizadas, especialmente, para pescar enguias, mas também o podem ser para outros peixes, como por exemplo, o barbo. A "tarrafa", cujo uso é ilegal mas está muito generalizado, implica grande perícia do pescador não só no seu lançamento como na detecção dos locais com peixe (PESSOA, 1986). O "conto"¹⁵, armadilha que teve importância para a captura do sável e da lampreia, está hoje praticamente desaparecido (FRANCA *et al.*, 1987). Entre as artes de pesca, o "tresmalho" e o "aparelho de anzol" são as mais utilizadas pelos pescadores profissionais do Concelho. O "tresmalho" só varia no tipo de malha da rede conforme as espécies que se pretende capturar.

No que diz respeito aos valores médios do pescado/ano, é difícil a obtenção de dados concretos por parte dos pescadores. Aqueles valores rondavam os 3 000 Kg/pescador em 1986 (PESSOA, 1986). Em sua opinião, a quantidade de pescado varia muito, dependendo dos locais dos pesqueiros e da época do ano. Verificam-se, claramente, opiniões bastantes diversificadas no que diz respeito aos valores médios de pescado/noite. Há quem refira que continua a capturar a mesma quantidade de antigamente, podendo atingir os 30 Kg quando o rio não está poluído. Outros, referem valores superiores, e até inferiores. Francisco Gonçalves, pescador profissional há quase 50 anos, refere que antigamente não tinha problemas quanto à quantidade de pescado. Refere, inclusivamente, que chegou a pescar entre 200 - 300 Kg de sável num só dia, e em relação à saboga a quantidade era de tal ordem que não tinha consumo para a

¹³ Armadilhas, geralmente colocadas no fundo e iscadas. Podem ter vários modelos, sendo a mais frequente feita de vime, em forma de garrafão ou cesto apertado de fundo aberto. O peixe é atraído para a zona mais estreita, onde fica aprisionado (PESSOA, 1986).

¹⁴ Linhas com anzóis iscados, presos individualmente à margem (guitas) ou penduradas de um cabo, com diversos comprimentos. O cabo é geralmente preso numa extremidade da margem e numa bóia, presa no fundo, na outra ponta (PESSOA, 1986).

¹⁵ Saco de rede entalhado num aro de verga, mantido na posição de pesca por uma vara espetada no leito do rio. O pescador segura a vara e simultaneamente um pequeno cabo preso no fundo do saco que, quando vibra, lhe dá indicação da presença de peixe na armadilha (FRANCA, *et al.*, 1987).

mesma. Em sua opinião os problemas na sua actividade começaram a surgir há cerca de 15 - 16 anos, altura em os surtos de poluição no rio se tornaram frequentes durante o Verão.

Ao longo do rio Guadiana, não existem estruturas para recepção do pescado destinado à primeira venda, excepto em Vila Real de Stº António onde funciona uma loja (FRANCA *et al.*, 1987). Assim, a venda do pescado é feita pelo próprio pescador, pelo “sócio” ou pela mulher nas povoações mais próximas (PESSOA, 1986). Nalguns casos o pescado é vendido a outrem, o chamado “almocreve” ou “arreeiro”, que depois vende noutros locais. Relativamente à comercialização dos juvenis de enguia, a mesma passa, normalmente, por intermediários que vêm do Norte e asseguram o seu escoamento para Espanha (FRANCA *et al.*, 1987). Todo o processo seguido na comercialização do pescado contribui para o desconhecimento da quantidade e qualidade dos recursos piscícolas extraídos do rio e, conseqüentemente, torna-se quase impossível estabelecer normas de gestão necessárias ao seu equilíbrio do rio (FRANCA *et al.*, 1987).

No que diz respeito à caça¹⁶, Mértola é considerado um dos Concelhos do país com maiores potencialidades cinegéticas. Actualmente, a exploração da caça Turística e Associativa é já uma realidade com elevado significado. Actualmente, existem no Concelho 47 zonas de caça, distribuídas por um total de 72 254 ha. Destes, 61 215 ha distribuem-se por 36 zonas de caça Turística, 10 324 ha de zonas de caça Associativa e 715 ha constituem uma zona de caça Social. A perdiz, constitui a espécie mais capturada.

4.12.2. SECTOR SECUNDÁRIO

O sector secundário é aquele que concentra menor número de população activa, uma vez que os ramos de actividades que engloba não têm grande implementação (NICOLAU (Coord.) & BARROCO, 1992).

¹⁶ Dados gentilmente cedidos pela Delegação Florestal do Alentejo - Zona Florestal de Barros e Alentejo Interior, 1996.

Ao nível do Concelho, o ramo da Construção Civil e das Obras Públicas e a Indústria Agro-Alimentar constituem as actividades mais representativas neste sector (NICOLAU (Coord.) & BARROCO, 1992). O ramo das Construções e das Obras Públicas merece especial destaque, uma vez que engloba um número significativo de efectivo populacional (NICOLAU (Coord.) & BARROCO, 1992).

O nível de industrialização do Concelho é bastante fraco. Ao nível das indústrias transformadoras, a Indústria da Panificação é a mais significativa, seguida da Indústria Transformadora da Madeira. Com menor significado seguem-se-lhe as actividades artesanais de Tecelagem (produção de mantas), Tapeçaria (tapetes tipo Arraiolos) e pequenas unidades industriais de Fabrico do Queijo (NICOLAU (Coord.) & BARROCO, 1992).

4.12.3. SECTOR TERCIÁRIO

No sector terciário pode afirmar-se que o Concelho acompanhou, embora em menor grau, a evolução, registada nos últimos anos, no distrito de Beja (NICOLAU (Coord.) & BARROCO, 1992).

O Comércio, Restaurantes e a Actividade Hoteleira de pequena dimensão e os Serviços Prestados à Comunidade (saúde, educação, administração pública e segurança) constituem as principais actividades neste sector. Entre estas actividades, são os Serviços Prestados à Comunidade aqueles que concentram maior número de pessoas activas, e aqueles que maior crescimento registaram (NICOLAU (Coord.) & BARROCO, 1992).

O Turismo, principalmente na componente que se relaciona com os Alojamentos para Dormida e Restaurantes, tem uma representatividade com algum significado. O fluxo de turistas nacionais e estrangeiros tem contribuído para o aumento do investimento neste tipo de estruturas de apoio. No entanto, face às potencialidades do Património Natural e Histórico-Cultural da região, a situação actual deste tipo de estruturas é, ainda, deficitária e incapaz de promover a atracção turística (NICOLAU (Coord.) & BARROCO, 1992).

4.13. CARACTERIZAÇÃO SÓCIO-DEMOGRÁFICA

Sob o ponto de vista sócio-económico, a Actividade Agrícola, a qual produz uma economia de subsistência, contrasta com um Sector Terciário bastante desenvolvido (LOPES (Coord.) *et al.*, 1992). A Agricultura e a Pecuária são as actividades primárias com mais peso no Concelho. Actualmente a caça apresenta-se como um actividade bastante significativa no sector primário (LOPES (Coord.) *et al.*, 1992).

A estrutura do emprego é bastante precária em relação à população activa residente, especialmente a população feminina. Esta carência produz repercussões ao nível do desenvolvimento local, nomeadamente, na fixação da população jovem no Concelho.

Cerca de 10% da população activa trabalha fora da área do Concelho. Os Concelhos de Castro Verde e a região do Algarve são os locais onde se empregam maior número de residentes, principalmente na Indústria Extractiva, Construção Civil, Restaurantes e Hotelaria (LOPES (Coord.) *et al.*, 1992).

Relativamente à população activa que trabalha dentro dos limites do Concelho, apresenta-se distribuída da seguinte forma:

- 35% trabalha na agricultura e na pecuária;
- 41% trabalham na sede de Concelho e em S. Domingos, na administração pública, construção civil e nos serviços sociais.
- 21% trabalha no próprio local de residência (restaurantes, comércio, cafés, indústria agro-alimentar e hotelaria) (LOPES (Coord.) *et al.*, 1992).

Em relação ao nível de instrução, o mesmo é considerado muito baixo. O predomínio de uma população envelhecida reflecte-se numa percentagem bastante elevada de analfabetismo e de indivíduos que apenas sabem ler e escrever, representando quase 50% da população total. O Ensino Primário é o grau de instrução com maior representatividade no Concelho. Os outros graus de instrução apresentam números muito reduzidos, sobretudo a formação Superior e Técnico-profissional (LOPES (Coord.) *et al.*, 1992). Actualmente, os níveis de frequência no ensino estão, ainda, muito abaixo dos necessários para uma maior participação social. Apenas 2,4% da

população jovem frequenta o Ensino Superior e sómente 1,5% o Ensino Técnico-profissional (LOPES (Coord.) *et al.*, 1992).

No sector da Saúde os níveis de satisfação das necessidades são bastante deficientes. A falta de assistência médica, nos pequenos e grandes aglomerados populacionais, obriga grande parte da população a procurar noutras localidades fora do Concelho (Beja, Évora e Lisboa) a satisfação das suas necessidades no sector. No entanto, os meios sócio-económicos da maior parte da população nem sempre lhe permitem optar por este tipo de solução (LOPES (Coord.) *et al.*, 1992).

No sector da Habitação, verifica-se que, em todo o Concelho, as condições habitacionais são bastante precárias. Esta situação agrava-se nas zonas rurais. A ligação da habitação à rede de esgotos constitui o principal problema. O número de fogos de uso sazonal, e que corresponde à residência de férias ou segunda residência, merece destaque. Estes, têm maior incidência na localidade de S. Domingos e na freguesia de Santana de Cambas. No que diz respeito ao número de fogos cujo ocupante está ausente, as freguesias de Corte do Pinto, Espírito Santo e S. Sebastião dos Carros são as que apresentam maior número deste tipo de habitações (LOPES (Coord.) *et al.*, 1992).

4.14. CARACTERIZAÇÃO SÓCIO-CULTURAL

Genericamente, o Concelho de Mértola requiere de infra-estruturas socio-culturais como cinemas, teatros, associações recreativas, e outras. Apenas 1/4 das povoações do Concelho possuem estruturas de apoio ao desenvolvimento sócio-cultural, tais como sociedades recreativas, clubes desportivos e outras (LOPES (Coord.) *et al.*, 1992).

O ponto de encontro das populações está confinado às ruas principais, largos e praças públicos, cafés e tabernas. Estes últimos constituem o espaço privilegiado da sociabilidade. A ausência de outro tipo de infra-estruturas confere-lhes um estatuto preponderante na vida social e cultural. Relativamente à sede de Concelho, o Centro Histórico da Vila desempenha um papel relevante nas relações sociais dos indivíduos, dado constituir, só por si, um espaço de cultura e de lazer (LOPES (Coord.) *et al.*, 1992).

De um modo geral a população do Concelho revela uma certa apatia sócio-cultural. A fraca mobilidade física, devido à ausência de viatura própria, constitui um dos principais obstáculos à participação social activa e mais alargada. Todavia, o elevado número de idosos, o nível de instrução, o desenvolvimento económico, entre outros factores, são responsáveis, em parte, por esta situação (LOPES (Coord.) *et al.*, 1992). Exceptua-se a época de Verão, altura em que as colectividades existentes manifestam grande actividade através da realização de bailes e práticas desportivas. É nesta época que se realizam as principais Festas Tradicionais (LOPES (Coord.) *et al.*, 1992).

O Artesanato e as Indústrias Tradicionais revelam-se actividades de grande importância na vida sócio-económica da população. De entre as várias artes tradicionais são de destacar a tecelagem e o fabrico do mel. A tecelagem é a actividade tradicional com maior representatividade no Concelho. As mantas de retalhos e de lã, as colchas e os alforques constituem os principais produtos desta actividade. Ainda no âmbito destas actividades são de referir os artefactos de lã de ovelha, as miniaturas em madeira e os trabalhos em ferro forjado (LOPES (Coord.) *et al.*, 1992).

Outro aspecto não menos importante para a caracterização sócio-cultural do Concelho de Mértola, são os hábitos alimentares. Com características peculiares e correspondentes a um conjunto de características culturais, o regime alimentar é, em geral, pobre. O pão e a água constituem os ingredientes básicos de alguns pratos tradicionais. Açorda, migas, gaspacho, favas com casca, caldeirada de peixe do rio, cabidela de lampreia e o tradicional cozido de grãos ou feijão são alguns exemplos marcantes (LOPES (Coord.) *et al.*, 1992).

5. AZOLLA

5.1. TAXONOMIA

O termo *Azolla* deriva das palavras gregas azo (secar) e olloyo (matar), o que traduz de certo modo a grande sensibilidade da planta a situações de secura (MOORE, 1969; CARRAPIÇO (Coord.) *et al.*, 1996).

O género *Azolla* foi descrito, pela primeira vez, por Lamarck em 1783 (BRAUN-HOWLAND & NIERZWICKI-BAUER, 1990). As plantas deste género são pteridófitos aquáticos¹, monóicos, heterospóricos, de vida flutuante². Historicamente *Azolla* foi inserida na família Salviniaceae juntamente com *Salvinia*, outro feto aquático heterospórico. No entanto, algumas diferenças significativas entre os dois, particularmente no que respeita às estruturas reprodutoras, conduziram à introdução de *Azolla* na família monotípica Azollaceae (BRAUN-HOWLAND & NIERZWICKI-BAUER, 1990).

A identificação ao nível das espécies do género *Azolla* tem por base, normalmente, as características vegetativas e reprodutoras. A sua classificação nem sempre é fácil, uma vez que estas plantas apresentam grande plasticidade, que conduz, nomeadamente, a diferenças morfológicas. Por outro lado a imprevisibilidade da esporulação também condiciona essa classificação, uma vez que a formação dos esporocarpos³ nem sempre é frequente e ocorre apenas nalgumas espécies, em curtos espaços de tempo e em determinadas condições ambientais (SANTOS, 1992; TEIXEIRA *et al.*, 1996).

A ausência de uma classificação taxonómica estável tem dificultado, em numerosos casos, a identificação correcta dos espécimes. Muitos dos estudos taxonómicos de *Azolla* baseiam-se em observações morfológicas de material de herbário. É igualmente necessário examinar as colecções "in vivo" (germoplasma) para obter uma informação taxonómica

¹ O género *Azolla* pode, também, englobar plantas de habitat semi-aquático (CARRAPIÇO (Coord.) *et al.*, 1996).

² Esta adaptação do esporófito, tornou obscuras as relações estruturais com outros fetos. A própria inclusão dos esporângios dentro de um esporocarpo contribuiu para o desaparecimento de um dos índices filogenéticos característicos, o anel (SMITH, 1970).

³ Estruturas que encerram os esporângios (CARRAPIÇO (Coord.) *et al.*, 1996).

mais precisa (WATANABE & VAN HOVE, 1996), bem como o estudo das populações no seu habitat natural.

A partir das colecções de germoplasma de *Azolla* existentes no IRRI e na UCL (Universidade Católica de Louvain, Bélgica) muitos investigadores desenvolveram estudos avançados da taxonomia de *Azolla*. Alguns desses estudos revelaram que, embora a morfologia do macrosporocarpo permitisse a distinção de *A. mexicana*, *A. microphyla*, *A. filiculoides* e *A. rubra*, as estruturas vegetativas não preenchiem totalmente as finalidades taxonómicas (WATANABE & VAN HOVE, 1996). A morfologia do macrosporocarpo sugeriu ainda que *A. rubra* deveria ser considerada uma subespécie de *A. filiculoides*, assim como *A. japonica* Franch. & Sav. é sinónima de *A. filiculoides* (WATANABE & VAN HOVE, 1996).

Estudos de quimiotaxonomia mostraram uma nítida separação entre as duas secções do género *Azolla*: *Azolla* e *Rhizosperma*. Na secção *Azolla*, *A. filiculoides* e *A. rubra* eram claramente separáveis dos outros taxa. No entanto, não foi possível a distinção entre *A. mexicana*, *A. microphyla* e *A. caroliniana*. Mais tarde, a partir da aplicação do método RFLP (restriction fragment length polymorphism), confirmou-se, igualmente, a não distinção entre os 3 taxa. Foi também demonstrado que a maioria dos polimorfismos obtidos através do RFPL são inter-específicos e a resolução intraespecífica mantém-se baixa nalgumas espécies (WATANABE & VAN HOVE, 1996).

Noutros estudos de aplicação do RAPD (random amplified polymorphic DNA), para estudo das relações filogenéticas, verificou-se que *A. filiculoides* e *A. rubra* formavam um grupo, enquanto as restantes espécies formavam um grupo à parte (WATANABE & VAN HOVE, 1996).

Apesar destes novos dados, continuamos a pensar que a classificação proposta por Saunders & Fowler em 1993 é aquela que se reveste, globalmente, de maior coerência. Assim, Saunders & Fowler propõem uma nova classificação sub-genérica e seccional para o género *Azolla*, com base no estudo de material vivo e de herbário. De acordo com esta classificação o género divide-se em dois sub-géneros: *Azolla* e *Tetrasporocarpia*. O

primeiro incluindo as secções *Azolla* e *Rhizosperma*, e o segundo, não dividido em secções.

Classificação desenvolvida por Saunders & Fowler (1993):

Divisão	Pteridophyta		
Classe	Filicopsida		
Ordem	Salviniales		
Família	Azollaceae		
Género	<i>Azolla</i>		
Sub-género	<i>Azolla</i>		<i>Tetrasporocarpia</i>
Secções	<i>Azolla</i>	<i>Rhizosperma</i>	
Espécies	<i>A.caroliniana</i> <i>A. filiculoides</i> <i>A. mexicana</i> <i>A. microphyla</i> <i>A. rubra</i>	<i>A. pinnata</i>	<i>A. nilotica</i>
Sub-espécies		<i>A. pinnata</i> subsp. <i>africana</i> <i>A. pinnata</i> subsp. <i>asiatica</i> <i>A. pinnata</i> subsp. <i>pinnata</i>	

A inclusão do sub-género *Tetrasporocarpia* baseou-se no facto de *A. nilotica* produzir esporocarpos em conjuntos de quatro e com um número de cromossomas $2n = 52$, enquanto *A. pinnata* possui $2n = 44$, tal como as espécies da secção *Azolla* (WAGNER, 1997).

5.2. MORFOLOGIA - ASPECTOS GERAIS DO GÉNERO

As plantas do género *Azolla* são constituídas por um rizoma delgado, flutuante, de ramificação pinada, cuja face ventral apresenta longas raízes adventícias, solitárias ou em fascículos (SMITH, 1970; CARRAPIÇO *et al.*, 1994). O rizoma principal apresenta, a intervalos regulares, rizomas secundários, com as mesmas características gerais. Estes

podem apresentar várias ordens de rizomas laterais. Esta disposição é responsável pela forma mais ou menos poligonal ou triangular, segundo as espécies, das plantas do género *Azolla*. Os rizomas são, em geral, não clorofilinos, sem estomas e possuindo, ocasionalmente, cloroplastos junto aos gomos terminais. Na secção *Rhizosperma*, o rizoma apresenta tricomas, enquanto que na secção *Azolla* estão ausentes (SANTOS, 1992).

A face dorsal do caule e os seus ramos estão cobertos de numerosas folhas de pequenas dimensões (cada uma com cerca de 1 mm), alternas, imbricadas e profundamente bilobadas. Cada folha é formada por dois lobos, um dorsal clorofilino, espesso e aéreo, e um ventral hialino, delgado e submerso (Fig. 5.1). O lobo dorsal apresenta uma epiderme superior e outra inferior, a primeira com numerosos pêlos uni- ou bicelulares. Além de uma pequena nervura, faz parte daquela estrutura um parênquima em paliçada com grandes espaços intercelulares (SMITH, 1970; CARRAPIÇO *et al.*, 1994; CARRAPIÇO (Coord.) *et al.*, 1996). No seu conjunto a planta apresenta pequenas dimensões. Em geral os esporófitos de *Azolla* (geração diplóide) têm entre 0,5 a 7 cm de diâmetro e podem variar desde a forma triangular à poligonal (SMITH, 1970).

As espécies do género *Azolla* apresentam no interior do lobo dorsal das folhas uma cavidade oval⁴ onde vivem simbioses procarióticas, nomeadamente, cianobactérias fixadoras do azoto atmosférico, da espécie *Anabaena azollae*, bactérias não fixadoras de azoto, do género *Arthrobacter*, e outras ainda não totalmente identificadas, apresentando alguma capacidade diazotrófica (CARRAPIÇO *et al.*, 1994).

Os esporófitos de *Azolla* crescem flutuando livremente à superfície das águas, normalmente de cursos permanentes e de correntes lentas, das regiões tropicais e temperadas quentes. A repetida multiplicação vegetativa por progressivo crescimento e morte, e pela abscisão de ramos laterais dá origem, frequentemente, a uma acumulação densa destas pequenas plantas. Forma-se, assim, uma espécie de tapete que cobre a água,

⁴ Também designada câmara oval ou cavidade foliar (CARRAPIÇO (Coord.) *et al.*, 1996; SANTOS, 1992).

e cuja cor verde-avermelhada é facilmente reconhecida (SMITH, 1970; CARRAPIÇO *et al.*, 1994).

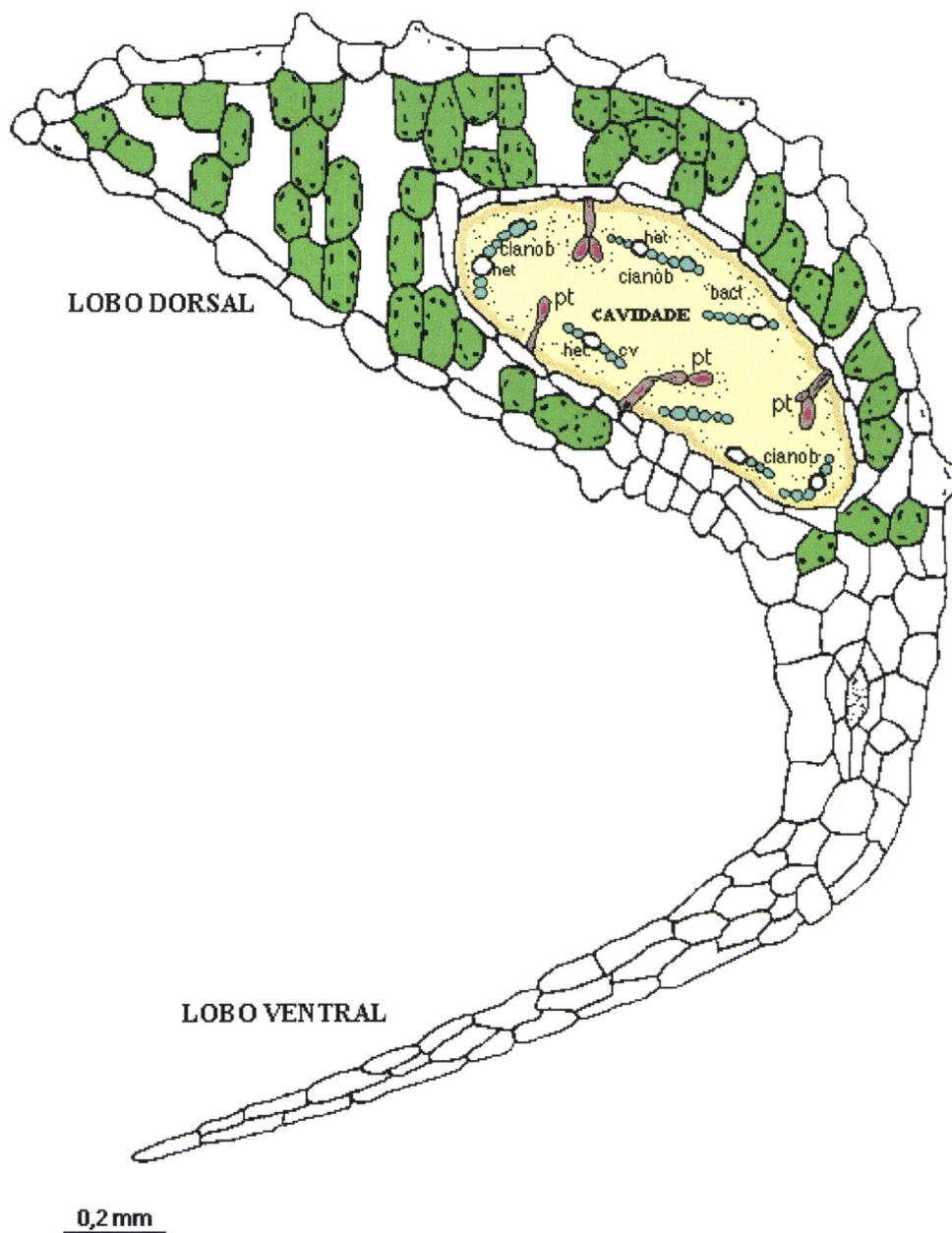


Fig. 5.1 - Secção transversal de uma folha de *Azolla* (in CARRAPIÇO (Coord.) *et al.*, 1996).
pt - pêlo de transferência; cianob - cianobactéria; bact - bactérias; ht - heterocisto; cv - célula vegetativa

As diferentes espécies de *Azolla* foram disseminadas por todas as regiões do globo através de vários mecanismos, sendo o homem um dos agentes dessa dispersão. Várias espécies foram introduzidas fora da sua região de origem, difundindo-se de tal modo que acabaram por se tornar infestantes (SANTOS, 1992).

Os exemplares da secção *Azolla* ocorrem, principalmente na América e Australásia. Em geral *A. caroliniana*, *A. filiculoides*, *A. mexicana* e *A. microphyla* são indígenas da América, enquanto *A. pinnata* está confinada ao Hemisfério Ocidental. *A. rubra* foi encontrada apenas em certas regiões do Japão, Coreia, Austrália e Nova Zelândia. *A. microphyla* foi encontrada nas Ilhas Galápagos. Os exemplares da secção *Rhizosperma* encontram-se distribuídos pela África, Índia, China, Sudeste da Ásia, Austrália e Nova Guiné. No entanto, a dispersão de *Azolla* originou mudanças consideráveis na distribuição geográfica das várias espécies (BRAUN-HOWLAND & NIERZWICKI-BAUER, 1990; SANTOS, 1992; TEIXEIRA *et al.*, 1996). *A. filiculoides* (espécie nativa da Europa, extinta provavelmente durante a última glaciação) e *A. caroliniana*, introduzidas na Europa como plantas ornamentais, difundiram-se para Leste até ao oriente da URSS e por toda a Europa, acabando por se tornar infestantes. *A. filiculoides* foi introduzida, também, na África do Sul e na China. *A. pinnata* foi introduzida na Nova Zelândia (SANTOS, 1992). Refira-se, igualmente, que *Azolla* foi introduzida no Egipto no final da década de 70 para fins agrícolas, tendo-se tornado numa praga nos canais do delta do Nilo (YANNI *et al.*, 1994).

Em Portugal estão descritas duas espécies: *Azolla caroliniana* Willd. e *Azolla filiculoides* Lam. (FRANCO, 1971). A sua distribuição, ainda pouco clara, aponta para a presença, nomeadamente, de *A. caroliniana* Willd na região de Colares, nos arrozais de Alcacer do Sal e Pinhal Novo e nas bacias hidrográficas dos rios Vouga, Mondego, Coa, alto Tejo, Sado e alto Guadiana. Relativamente à espécie *A. filiculoides* Lam. encontra-se presente desde as bacias hidrográficas do Mondego ao Sado, nomeadamente em arrozais e valas de irrigação (CARRAPIÇO *et al.*, 1994). No entanto, é provável que a distribuição desta planta já não corresponda ao anteriormente descrito, além de que existem alguns indícios que apontam para a presença de apenas uma espécie (*A. filiculoides*) em Portugal (CARRAPIÇO, comunicação pessoal).

Actualmente é já possível a hibridação entre várias espécies de *Azolla*, com vista à obtenção de novos indivíduos adaptados a uma maior diversidade de ambientes (SANTOS, 1992). Na FAAS (Fujian Academy of Agricultural Science) e no IRRI (International Rice Research Institute) há registos de hibridação entre *A. microphyla* (sexo feminino) e *A. filiculoides* (sexo masculino). Os cruzamentos inversos também foram realizados. Foram produzidos alguns esporófitos normais, e outros não sobreviveram uma vez que eram albinos ou lhes faltava a cianobactéria *Anabaena azollae*. Os híbridos resultantes produziram abundantemente micro- e macrosporocarpos. Cruzamentos entre *A. mexicana* e *A. microphyla* foram igualmente obtidos na Universidade das Filipinas, em Los Baños. Todavia, a reprodução por hibridação torna-se difícil devido ao desconhecimento ainda existente sobre as condições que conduzem à esporulação (WATANABE & VAN HOVE, 1996).

A distribuição mundial de *Azolla* exige presentemente uma revisão global, uma vez que a sua utilização, como biofertilizante, na cultura do arroz contribuiu para a introdução de espécies em zonas onde não eram indígenas. A espécies do Novo Mundo estão hoje disseminadas na Ásia e na África, como é o caso de *A. filiculoides*, que veio da Alemanha no final dos anos 70, e se tem desenvolvido no norte da China. O mesmo acontece com os híbridos que se têm disseminado na China a partir da sua distribuição pela FAAS (Fujian Academy of Agricultural Science) em 1984 (WATANABE & VAN HOVE, 1996).

5.2.1. REGISTO FÓSSIL

O registo fóssil do género *Azolla* estende-se até ao período Cretácico. Este género encontra-se representado, em camadas fossilíferas, nomeadamente, pelos seus macro- e microsporângios. Foram identificadas cerca de 60 espécies fósseis deste pteridófito. Fósseis de *Azolla*, com esporocarpos e estruturas vegetativas bem preservadas, foram encontrados no Cretácico Superior, e em depósitos do início do Terciário (Época Paleocénica). Os microfósseis do género *Azolla*, identificados como sendo do período Cretácico, normalmente possuem numerosas mássulas associadas aos

macrosporocarpos. Esta característica parece ter sofrido alterações ao longo dos tempos uma vez que, no final do Cretácico e início do Terciário, o número de mássulas parece ter sofrido uma redução, estabilizando em número de 9. No entanto, pensamos que estas características têm pouca relevância evolutiva ao contrário do que sucede em relação ao número de flutuadores presentes nos macrosporocarpos. Neste âmbito, o número dessas estruturas (flutuadores) encontradas nas espécies fósseis de *Azolla* presentes no Cretácico é de 1 ou 3. Noutras espécies, datadas da época Eocénica, o seu número é de 18. As espécies com 15 ou mais flutuadores dominaram na época Paleocénica. Nas épocas Oligocénica e Miocénica dominaram as espécies com 9 flutuadores. Actualmente são mais numerosas as espécies com 3 flutuadores (STEWART & ROTHWELL, 1993).

As espécies mais antigas são *A. filiculoides* e *A. pinnata*, que datam da época Plistocénica no período Quaternário. Registos fósseis de *A. filiculoides*, correspondentes ao Segundo Período Interglacial, foram encontrados na Alemanha, Bretanha, Escandinávia, Holanda, Polónia e Rússia. Estes registos parecem indicar que aquela espécie se expandiu da Europa para a América do Norte e norte da Ásia durante a Segunda Glaciação, tendo-se extinguido na Europa durante a Terceira Glaciação, uma vez que não há indícios da sua existência, neste continente, durante esse período (SANTOS, 1992).

5.2.2. *AZOLLA FILICULOIDES*

Planta aquática, flutuante, de forma poligonal, com um comprimento máximo de 25 mm (Fig. 5.2). Raízes simples, que podem atingir 6 cm; caule com ramos distanciados; folhas imbricadas, bilobadas, com 1-2(2,5) mm. O lobo dorsal das folhas, cujo comprimento varia entre 1-2 mm, é ovado, com papilas unicelulares, com o ângulo das margens obtuso, a zona central clorofilina e a margem hialina com 2-4 camadas de células. O lobo ventral é ligeiramente maior, a zona central é clorofilina e a margem ampla e hialina. Apresenta estomas regulares com 2 células estomáticas (CARRAPIÇO (Coord.) *et al.*, 1996; ALMEIDA, 1986).



Fig. 5.2 - *Azolla filiculoides*. Observa-se distintamente as folhas imbricadas e numerosos microsporocarpos (Fotografia amavelmente cedida pelo Prof. Doutor Francisco Carrapiço).

Os esporocarpos apresentam-se distribuídos aos pares. Os macrosporocarpos, com um comprimento máximo de 0,8 mm, apresentam um ápice saliente e escuro que contém um único macrósporo granuliforme encimado por 3 “câmaras flutuadoras” ou “flutuadores” (ALMEIDA, 1986; CARRAPIÇO (Coord.) *et al.*, 1996). Os microsporocarpos, sub-esféricos, apresentam um diâmetro máximo de 1,7 mm, contendo numerosos microsporângios sésseis (CARRAPIÇO (Coord.) *et al.*, 1996). As mássulas¹, cujo número varia entre 5 e 8, têm gloquídeos sagitados e asseptados, ou muito raramente septados na extremidade apical (CARRAPIÇO (Coord.) *et al.*, 1996; TEIXEIRA *et al.*, 1996), contrariamente a *A. caroliniana* (a outra espécie tradicionalmente identificada em Portugal) cujo número de mássulas varia entre 3 - 6 e os gloquídeos são sagitados e septados (ALMEIDA, 1986; TUTIN, *et al.*, 1964).

¹ Estruturas alveolares e mucilaginosas que contêm os micrósporos (CARRAPIÇO (Coord.) *et al.*, 1996).

5.3. REPRODUÇÃO

As plantas do género *Azolla* apresentam dois tipos distintos de reprodução: sexuada e assexuada (Fig. 5.3). A multiplicação vegetativa permite à planta, em condições ambientais favoráveis, rápido crescimento e expansão, o que possibilita a duplicação da sua biomassa em poucos dias. A reprodução assexuada de *Azolla* realiza-se através do crescimento progressivo, morte e abscisão de ramos laterais, originando com frequência um tapete de cor verde-avermelhada, suficientemente denso para cobrir toda a superfície da massa de água onde se encontra (CARRAPIÇO (Coord.) *et al.*, 1996). Num segundo tipo, reprodução sexuada, a planta reproduz-se por intermédio de estruturas resistentes (macro e microsporocarpos) formadas em condições ambientais desfavoráveis e com uma capacidade germinativa de seis a nove meses (CARRAPIÇO *et al.*, 1994).

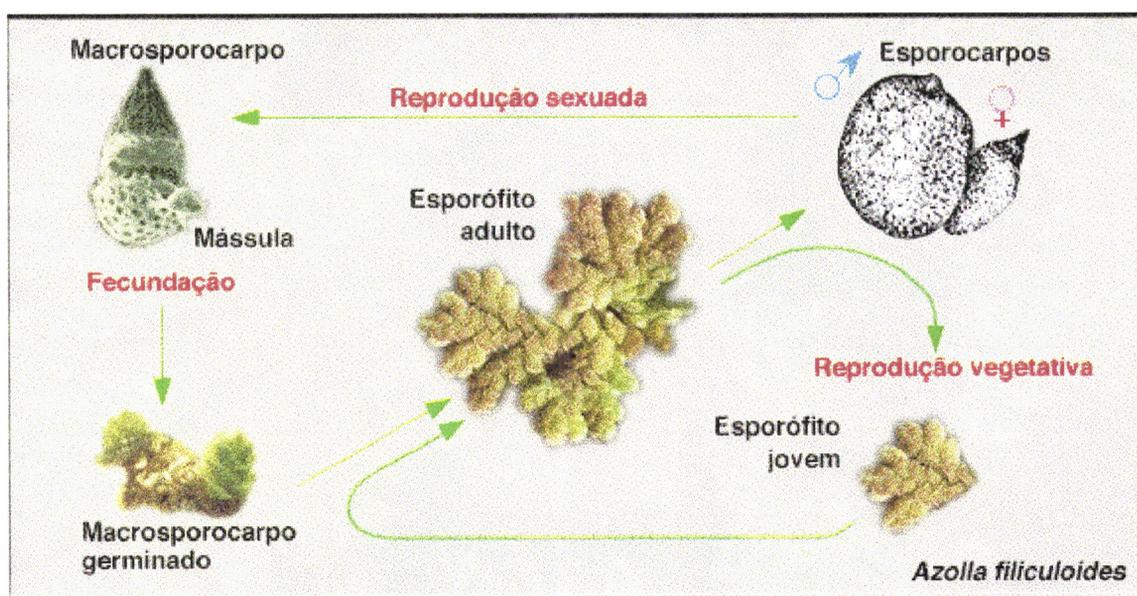


Fig. 5.3 - Ciclo de vida de *A. filiculoides* (in CARRAPIÇO (Coord.) *et al.*, 1996).

A reprodução sexuada, é o tipo de reprodução menos frequente nas plantas do género *Azolla*. A esporulação ocorre normalmente nalgumas espécies, mas apenas raramente noutras. Entre os vários factores que condicionam a formação dos esporocarpos destacam-se a intensidade luminosa, a temperatura, o fotoperíodo e a densidade das

plantas (BRAUN-HOWLAND & NIERZWICKI-BAUER, 1990). No nosso país este processo reprodutor é frequente e ocorre normalmente entre Fevereiro e Junho.

Os esporocarpos, estruturas reprodutoras resistentes, formam-se no lobo ventral da primeira folha de cada ramo lateral, única folha fértil (SMITH, 1970). *Azolla* é uma planta heterospórica, uma vez que produz dois tipos de esporos - macro e microspóros. Estas estruturas formam-se em esporângios, os quais se encontram no interior dos esporocarpos que estão ligados ao esporófito por pequenas hastes. No período anterior à maturação estão envolvidos por uma camada simples protectora - o indúcio. Em todas as espécies de *Azolla* formam-se dois esporocarpos, excepto na espécie *A. nilotica* onde ocorrem em tétradas. Os pares de esporocarpos podem incluir dois grandes microsporocarpos (estruturas globulares, masculinas), dois pequenos macrosporocarpos (estruturas ovais, femininas) ou um de cada. O rácio entre o número de macrosporocarpos e microsporocarpos é influenciado por factores ambientais (BRAUN-HOWLAND & NIERZWICKI-BAUER, 1990).

Relativamente à estrutura dos macrosporocarpos, cada um destes contém um macrosporângio e células de *Anabaena azollae* (acinetos) localizadas numa cavidade por baixo do indúcio. De igual modo, estão também presentes nessa cavidade bactérias morfológicamente semelhantes às encontradas na cavidade da folha de *Azolla* (CARRAPIÇO, 1991).

Antes da maturação, o macrosporocarpo está fechado por um indúcio com duas camadas protectoras, excepto na parte distal onde se localiza um poro indusial. Quando os macrósporos estão maduros, dá-se a ruptura do macrosporângio e do indúcio, e aqueles são libertados para a água. A porção proximal do indúcio atrofia-se, e a porção distal sofre um processo de lenhificação. Esta porção do indúcio permanece ligada ao aparelho do macrósporo até à emergência do esporófito, e funciona como protecção da colónia de *Anabaena azollae* e bactérias (BRAUN-HOWLAND & NIERZWICKI-BAUER, 1990).

Os microsporocarpos, estruturas globulares, significativamente maiores que os macrosporocarpos, estão envolvidos por um indúcio membranoso que degenera depois da maturação. Cada microsporocarpo contém entre 8-130 microsporângios. Cada

microsporângio contém 3-10 mássulas que englobam 32-64 micrósporos (BRAUN-HOWLAND & NIERZWICKI-BAUER, 1990).

Após a maturação, os esporocarpos libertam-se do esporófito, sofrem um processo de embebição, e em seguida imergem. Durante aproximadamente uma semana decorre o desenvolvimento do gametófito a partir da germinação dos macrósporos e micrósporos (BRAUN-HOWLAND & NIERZWICKI-BAUER, 1990). Embora não se saiba ao certo se existe um período de dormência antes da fertilização e da germinação, uma vez que os dados disponíveis são por vezes contraditórios, a produção de anterídios e a libertação de anterozóides ocorre ainda durante a permanência dos micrósporos na mássula (CARRAPIÇO (Coord.) *et al.*, 1996).

Quando as mássulas se fixam à superfície do macrosporocarpo, os micrósporos germinam originando o microgametófito (gametófito masculino), onde se desenvolvem os anterídios, produtores dos gâmetas masculinos (anterozóides) (SANTOS, 1992).

O macrósporo germina no interior do macrosporocarpo (desenvolvimento endospórico) originando o macrogametófito (gametófito feminino), onde se forma um ou mais arquegónios, que originam os gâmetas femininos (oosferas) (SANTOS, 1992).

Os anterozóides libertam-se das mássulas, atravessando a matriz gelatinosa, indo fecundar a oofera contida no arquegónio e originando o zigoto (SANTOS, 1992). A formação do zigoto ocorre, assim, no interior do aparelho do macrósporo, abaixo da superfície da água (BRAUN-HOWLAND & NIERZWICKI-BAUER, 1990).

Durante o desenvolvimento embrionário de *Azolla*, o indúcio distal do macrosporocarpo sofre uma torção (gira para um lado) e a planta jovem é libertada, emergindo para a superfície da água. Nessa altura estão formadas 1-2 folhas e a planta cresce na vertical, à excepção da espécie *A. filiculoides* que cresce e flutua horizontalmente, após a formação de 4-5 folhas, e cuja ramificação tem início a partir do surgimento da sexta folha. O desenvolvimento embrionário prossegue e após 1-2 meses a planta atinge a sua dimensão máxima (BRAUN-HOWLAND & NIERZWICKI-BAUER, 1990).

5.4. A SIMBIOSE *AZOLLA-ANABAENA*-BACTÉRIAS

A simbiose *Azolla-Anabaena*, descrita inicialmente por Strasburger em 1873, tem merecido, desde então, e em particular nos últimos anos, uma atenção especial, dado poder representar uma alternativa viável ou complementar aos fertilizantes azotados de natureza química (CARRAPIÇO & TAVARES, 1989; DIAS & CARRAPIÇO, 1993).

A cianobactéria *Anabaena azollae*² vive numa cavidade oval do lobo dorsal das folhas das plantas do género *Azolla* (Fig. 5.4).

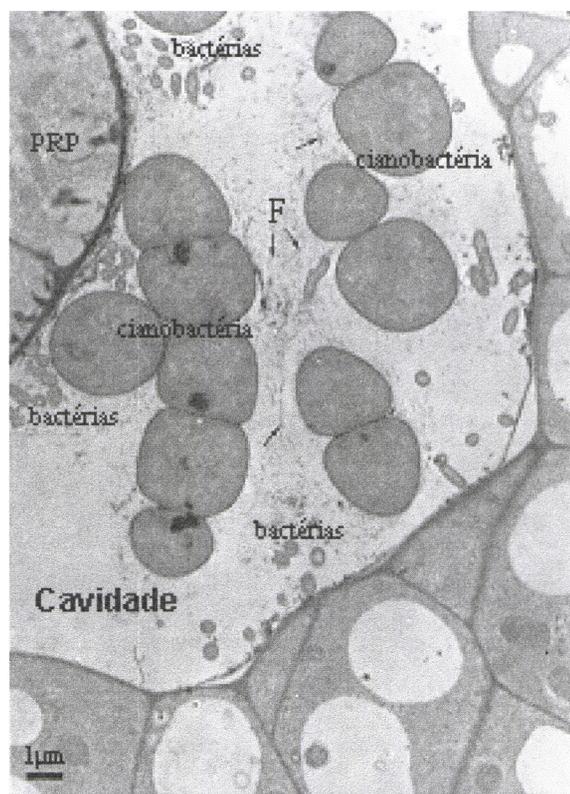


Fig. 5.4 - Cavidade de uma folha jovem de *Azolla filiculoides* observada em microscopia electrónica de transmissão. Note-se a ausência de heterocistos nos filamentos da cianobactéria (*Anabaena azollae*). São igualmente visíveis numerosas bactérias na cavidade. PRP - pêlo ramificado primário; F - filamentos da rede mucilaginosa (in CARRAPIÇO (Coord.) et al., 1996).

² *Anabaena azollae* está incluída na Divisão Cyanophyta, Ordem Nostocales, Família Nostocaceae (CARRAPIÇO (Coord.) et al., 1996).

Também no macrosporocarpo se encontram células de *Anabaena azollae* - acinetos (CARRAPIÇO, 1991). A cianobactéria é transportada do esporófito para a geração seguinte através do macrosporocarpo. Uma colónia de cianobactérias, localizada entre a parede do macrosporocarpo (indúcio) e a parede do macrosporângio (membranas apicais), inocula o novo esporófito em formação. Forma-se uma colónia de *Anabaena azollae* na zona apical, correspondente aos primórdios foliares, que permite o restabelecimento da simbiose dentro da cavidade da folha em desenvolvimento (WATANABE & VAN HOVE, 1996).

Anabaena azollae apresenta três tipos de células:

- células vegetativas, de natureza fotossintética, de dimensões da ordem dos 6-10 μm . Estas, são o tipo de células mais abundantes (CARRAPIÇO (Coord.) *et al.*, 1996).
- heterocistos, células especializadas, ligeiramente maiores que as células vegetativas, de parede espessa, responsáveis pela fixação do azoto atmosférico³ (CARRAPIÇO (Coord.) *et al.*, 1996). Um complexo enzimático, a nitrogenase, realiza a conversão do azoto atmosférico em amoníaco numa atmosfera não oxidativa (BRAUN-HOWLAND & NIERZWICKI-BAUER, 1990). Nas folhas em formação e nas folhas jovens, os filamentos de cianobactérias apresentam uma total ou quase total ausência de heterocistos, pelo que a taxa de fixação do azoto atmosférico é praticamente nula. O número de heterocistos aumenta, progressivamente com o desenvolvimento das folhas, atingindo um número máximo nas folhas adultas. Nesta fase, a taxa de fixação do azoto atinge o valor mais elevado. Posteriormente, aquela taxa vai diminuindo, até atingir valores quase nulos na fase de senescência das folhas. Saliente-se que numa mesma planta coexistem os três estádios de desenvolvimento da folha (jovem, adulta e senescente) o que corresponde a três níveis de fixação do azoto atmosférico (CARRAPIÇO (Coord.) *et al.*, 1996).
- acinetos, células nem sempre presentes, que funcionam como esporos de resistência (CARRAPIÇO (Coord.) *et al.*, 1996).

Nas folhas mais velhas, *Anabaena azollae* apresenta uma distribuição periférica na cavidade; nas folhas mais jovens, os filamentos da cianobactéria estão normalmente

³ A taxa de fixação do azoto atmosférico realizada pela cianobactéria em simbiose é cerca de 10-20 vezes superior à realizada por cianobactérias de vida livre (CARRAPIÇO (Coord.) *et al.*, 1996).

dispersos por toda a cavidade (BRAUN-HOWLAND & NIERZWICKI-BAUER, 1990). A cianobactéria e as bactérias estão imersas e provavelmente imobilizadas numa rede mucilaginosa, que preenche parte da cavidade foliar e estabelece conexões entre *Azolla* e aqueles simbiossitos (SERRANO *et al.*, 1994, CARRAPIÇO & TAVARES, 1989), funcionando todo este sistema como um bioreactor natural (CARRAPIÇO, 1991).

No meristema apical de cada ramificação do rizoma de *Azolla*, encontra-se uma pequena colónia de filamentos indiferenciados de *Anabaena*. Nos primórdios foliares das células meristemáticas, na região correspondente ao lobo dorsal, inicia-se a formação de pêlos epidérmicos, denominados pêlos ramificados primários. O crescimento destes pêlos faz-se na direcção da colónia de *Anabaena* presente no meristema apical. O desenvolvimento prossegue e os filamentos da cianobactéria são atraídos por substâncias produzidas pelas células terminais dos pêlos ramificados primários. Simultaneamente ao desenvolvimento dos primórdios foliares, origina-se uma ligeira depressão na face adaxial do lobo superior. A posterior invaginação da epiderme adaxial do lobo superior irá encerrar os pêlos ramificados primários e os filamentos de *Anabaena* associados. Na face inferior do lobo dorsal origina-se uma depressão cujas células da margem se tornam meristemáticas e originam uma epiderme. Estas células epidérmicas irão fechar a cavidade foliar, ficando apenas um poro no centro da face interna do lobo. A partir desta altura, as células de *Anabaena* diferenciam rapidamente heterocistos, iniciando-se a actividade de fixação do azoto atmosférico (SANTOS, 1992).

Além dos pêlos ramificados primários, no interior da cavidade foliar formam-se outros pêlos epidérmicos (pêlos simples) e um pêlo ramificado secundário. Os pêlos epidérmicos parecem desempenhar um papel importante na troca de metabolitos entre os parceiros da simbiose. Os pêlos ramificados secundários parecem estar relacionados com a recuperação de NH_3 libertado na cavidade foliar. Os pêlos simples (também designados tricomas) estarão, provavelmente, relacionados com a transferência de metabolitos, como sacarose e frutose, do mesófilo do pteridófito para a cavidade foliar (CARRAPIÇO & TAVARES, 1989; SANTOS, 1992). A cavidade da folha de *Azolla* não está ligada directamente ao sistema vascular da planta (BRAUN-HOWLAND & NIERZWICKI-BAUER, 1990).

O interior da cavidade foliar está preenchido por uma rede mucilagínosa de natureza polissacarídica ou mucopolissacarídica. Segundo CARRAPIÇO & TAVARES (1989) essa rede mucilagínosa poderá ter um papel importante no processo de reconhecimento dos parceiros da simbiose. Estes estudos parecem confirmar a hipótese desta mucilagem ser produzida pela comunidade de procariontes, uma vez que aqueles compostos estão, também, presentes em cianobactérias de vida livre. Segundo SERRANO *et al.* (1994) essa mucilagem, composta por hidratos de carbono, aminoácidos, péptidos e outros metabolitos numa solução viscosa, demonstra desempenhar uma importante interação entre os simbioss e o hospedeiro. Tudo indica que as lectinas⁴ têm um papel importante nessa interação entre hospedeiro-simbioss, tendo sido demonstrado que estas moléculas são produzidas pelas bactérias isoladas a partir da cavidade da folha de *Azolla* (SERRANO *et al.*, 1994).

A capacidade de *Anabaena azollae* em fixar o azoto atmosférico permite ao pteridófito desenvolver-se em zonas onde há pouca quantidade ou ausência de azoto combinado. A fixação do azoto atmosférico consegue satisfazer as necessidades totais de azoto tanto de *Azolla* como de *Anabaena azollae* (PETERS & MAYNE, 1974). Em consequência desta característica, em determinadas regiões do globo (África e Ásia), especialmente nas culturas de arroz, *Azolla* é utilizada como fertilizante orgânico fornecedor de azoto (DIAS & CARRAPIÇO, 1993).

A cianobactéria além de fixar o azoto atmosférico, também liberta, na cavidade foliar, uma grande parte da amónia produzida. Esta constitui a principal fonte de azoto disponível ao pteridófito, na ausência de uma fonte de azoto combinado (SANTOS, 1992).

O crescimento e desenvolvimento de *Anabaena azollae* são fortemente influenciados pelo hospedeiro. A média de crescimento da cianobactéria nunca ultrapassa a média de crescimento de *Azolla*, assegurando-se, assim, a manutenção da simbiose. A regulação do crescimento de *Anabaena azollae* é evidenciado pelo facto das cavidades das folhas adultas conterem grandes espaços livres de cianobactéria (BRAUN-HOWLAND &

⁴ Glicoproteínas de origem vegetal que se associam a açúcares específicos (mono- ou oligossacáridos) (CARRAPIÇO (Coord.) *et al.*, 1996).

NIERZWICKI-BAUER, 1990). O pteridófito parece exercer um controlo sobre o poder de multiplicação da cianobactéria, dado que o desenvolvimento da colónia de *Anabaena* faz-se de modo a assegurar a inoculação de cada novo primórdio foliar sem nunca proliferar anarquicamente (SANTOS, 1992). De igual modo, o pteridófito parece exercer um controlo sobre a cianobactéria, no que diz respeito à indução desta a formar heterocistos (CARRAPIÇO & TAVARES, 1989).

Esta associação simbiótica é mantida em ambos os tipos de reprodução de *Azolla* (assexuada e sexuada). No meristema apical do esporófito a população de cianobactérias está em constante divisão celular e desenvolvimento, pelo que cada planta produzida por fragmentação é inoculada com *Anabaena azollae* (BRAUN-HOWLAND & NIERZWICKI-BAUER, 1990; SANTOS, 1992).

Na reprodução sexuada, os macrosporocarpos contêm uma colónia de *Anabaena* localizada distalmente. Relativamente aos microsporocarpos, foram observadas células daquela cianobactéria associadas aos microsporângios. O significado da sua presença nestas estruturas reprodutoras é desconhecido (BRAUN-HOWLAND & NIERZWICKI-BAUER, 1990; SANTOS, 1992).

Apesar da cianobactéria ser tradicionalmente classificada como *Anabaena azollae*, esta deveria, provavelmente, estar incluída no género *Nostoc*. De facto, a análise comparativa de amostras de DNA das duas cianobactérias indicam que aquele endossimbionte é extremamente semelhante ao género *Nostoc* (WATANABE & VAN HOVE, 1996). Por outro lado, estudos imunológicos recentes indicam a possibilidade de existência de mais de uma população de cianobactérias simbióticas na cavidade da folha de *Azolla* (CARRAPIÇO (Coord.) *et al.*, 1996).

Até há algum tempo, era aceite que esta simbiose era formada, unicamente, por dois parceiros. No entanto, estudos efectuados nas décadas de 80 e 90 identificaram um terceiro elemento simbiótico - bactérias aeróbias, não fixadoras do azoto atmosférico, do género *Arthrobacter*, e outras, ainda não totalmente identificadas, apresentando algumas delas capacidade diazotrófica. Diferentes espécies de bactérias do género *Arthrobacter*

foram isoladas em cinco espécies⁵ de *Azolla*. *A. globiformis*, *A. nicotianae*, *A. aurescens* e *A. crystallopoietes* ou *A. pascens* foram as espécies de bactérias isoladas e que constituem, provavelmente, o terceiro parceiro desta associação simbiótica (CARRAPIÇO & TAVARES, 1989; CARRAPIÇO, 1991; FORNI *et al.*, 1989; SERRANO *et al.*, 1994; WALLACE & GATES, 1986).

A ideia de um terceiro parceiro na simbiose, foi pela primeira vez referida por GRILLI (1964). Mais tarde, desencadearam-se uma série de estudos, dos quais se concluiu que as bactérias estão sempre presentes, constituindo um elemento permanente em todas as fases de desenvolvimento da folha de *Azolla* (CARRAPIÇO & TAVARES, 1989). As bactérias apresentam uma localização idêntica à da cianobactéria. Estas bactérias, conjuntamente com as células de *Anabaena*, encontram-se, também, nos macrosporocarpos (CARRAPIÇO & TAVARES, 1989; CARRAPIÇO, 1991; SERRANO *et al.*, 1994). As bactérias encontradas nos macrosporocarpos mostram ser morfológicamente idênticas às presentes na cavidade foliar nos diferentes estádios de desenvolvimento da folha. No entanto, os estudos efectuados não permitem, globalmente, afirmar se as bactérias encontradas nos macrosporocarpos são da mesma natureza das encontradas na cavidade foliar, e qual a sua função na simbiose (CARRAPIÇO, 1991), embora possam estar relacionadas, nomeadamente, com a produção de lectinas (SERRANO *et al.*, 1994).

5.4.1. FACTORES CONDICIONANTES DO DESENVOLVIMENTO DE *AZOLLA*

Entre os factores que afectam o desenvolvimento da simbiose *Azolla-Anabaena* destacam-se a temperatura da água, os nutrientes inorgânicos, o teor de humidade e a intensidade da luz. Com efeitos significativos no nível de crescimento daquela associação, incluem-se o pH, a qualidade e quantidade de luz, a temperatura, a densidade das plantas, a esporulação, a turbulência da água e a humidade (BRAUN-HOWLAND & NIERZWICKI-BAUER, 1990).

⁵ As espécies consideradas foram: *A. caroliniana* Willd., *A. filiculoides* Lam., *A. mexicana* Presl., *A. microphylla* Kaulf. e *A. pinnata* R. BR. (CARRAPIÇO, 1991).

A indisponibilidade de água constitui um factor limitante ao desenvolvimento de *Azolla*, uma vez que esta é constituída por 90-95% de água, composto indispensável à sua manutenção estrutural e fisiológica (BRAUN-HOWLAND & NIERZWICKI-BAUER, 1990).

A profundidade da água também pode influenciar o crescimento daquela planta. A profundidade ideal para o seu crescimento é de 3-5 cm, quer em condições naturais, quer em laboratório (BRAUN-HOWLAND & NIERZWICKI-BAUER, 1990).

As plantas do género *Azolla* são muito sensíveis à dessecação, pelo que requerem de uma humidade relativa mínima (60%) e de uma humidade relativa óptima (85-90%) (BRAUN-HOWLAND & NIERZWICKI-BAUER, 1990). Na ausência de água a planta morre no espaço de algumas horas (SANTOS, 1992).

Em situações de *stress*, nomeadamente de esgotamento das reservas de água do meio, a planta reproduz-se e sobrevive através de esporocarpos, que garantem o aparecimento de um novo ciclo de vida, logo que as condições ambientais sejam favoráveis (SANTOS, 1992).

Devido à turbulência da água ser um factor com efeito nefasto no crescimento dos esporófitos, as plantas do género *Azolla* não se desenvolvem em águas agitadas. Ao contrário, encontra-se em águas calmas de lagos, rios de correntes lentas, canais de irrigação, campos de cultura de arroz, das regiões de clima temperado e tropical ou subtropical (BRAUN-HOWLAND & NIERZWICKI-BAUER, 1990).

A salinidade crescente da água é um factor que afecta negativamente o crescimento de *Azolla*. Para uma concentração de 1,3% o crescimento desta planta cessa. Concentrações superiores provocam a sua morte. O teor em cloreto de sódio (NaCl) deverá ser inferior a 0,1 % para que *Azolla* apresente um crescimento satisfatório. A cianobactéria *Anabaena* parece ser mais sensível à salinidade que *Azolla*, pelo que em casos de salinidade excessiva o pteridófito pode não apresentar este simbiote (LUMPKIN & PLUCKNETT, 1980; SANTOS, 1992).

Relativamente aos nutrientes inorgânicos, o crescimento de *Azolla* depende de um mínimo de concentração dos mesmos. O potássio (K), o cálcio (Ca), o magnésio (Mg), e o fósforo (P) constituem os macronutrientes mais importantes (BRAUN-HOWLAND & NIERZWICKI-BAUER, 1990).

A deficiência em cálcio (Ca) produz graves consequências no crescimento e nos níveis de fixação de azoto atmosférico por parte da cianobactéria. Além disso, provoca o aparecimento de uma coloração acastanhada no pteridófito, e a sua atrofia (SANTOS, 1992).

O fósforo (P) é na maior parte das vezes o único factor limitante do crescimento e produtividade de *Azolla*. Em casos de deficiência neste nutriente, a planta adquire uma coloração avermelhada, a taxa de crescimento diminui, podendo mesmo parar de crescer (SANTOS, 1992). As exigências neste nutriente variam com as espécies. *A. microphyla* e *A. filiculoides* são mais sensíveis às deficiências em fósforo; *A. pinnata* parece ser a espécie mais eficiente a absorver o fósforo em condições de deficiência (SANTOS, 1992).

O potássio (K) tem um efeito positivo no crescimento de *Azolla*. A deficiência deste macronutriente provoca decréscimos na produção e no teor de azoto na planta, que podem variar de 32% a 24%. As plantas com deficiência de potássio apresentam um menor número de cianobactérias no interior das cavidades foliares (SANTOS, 1992).

Por outro lado a deficiência em micronutrientes, como o ferro (Fe), manganês (Mn), molibdénio (Mb), cobalto (Co), boro (B), zinco (Zn) ou cobre (Cu) têm, igualmente, efeitos desfavoráveis no crescimento de *Azolla* (BRAUN-HOWLAND & NIERZWICKI-BAUER, 1990).

Dos vários micronutrientes que afectam o crescimento de *Azolla*, o ferro (Fe) é particularmente importante, dado ser um dos constituintes do enzima nitrogenase. Por esse motivo deve encontrar-se no meio, na forma solúvel, em quantidades adequadas. A

sua presença depende do pH do meio. Apesar de *Azolla* se desenvolver em meios cujos valores de pH variam entre 4 e 10, encontra condições mais favoráveis num meio com pH baixo. Estas condições favorecem a presença de iões ferrosos (Fe^{2+}) em relação aos iões férricos (Fe^{3+}), mais facilmente absorvidos pelas plantas. Em condições de deficiência em ferro, o pteridófito adquire uma coloração amarela e o seu crescimento diminui (SANTOS, 1992).

Em relação ao cobalto (Co), este é um elemento não necessário ao crescimento de *Azolla* quando esta se encontra num meio com azoto mineral disponível. Este facto sugere que o cobalto está directamente associado ao processo de fixação do azoto (SANTOS, 1992).

O molibdénio (Mb), conjuntamente com o ferro, entra na constituição da enzima responsável pela fixação do azoto atmosférico, pelo que a disponibilidade destes elementos é fundamental àquele processo (SANTOS, 1992).

A maior parte das espécies de *Azolla* apresenta um crescimento óptimo para valores de pH entre 5 e 8 (BRAUN-HOWLAND & NIERZWICKI-BAUER, 1990). O pH pode interferir na insolubilidade de alguns elementos nutritivos essenciais. Além disso, a sua acção está directamente relacionada com a disponibilidade em ferro e fósforo. Em condições de pH elevado pode ocorrer proliferação de cianobactérias que competem com *Azolla* (SANTOS, 1992).

A temperatura da água é um dos factores ambientais com maior influência na distribuição e crescimento de *Azolla*. Tudo indica que a intensidade luminosa, o pH e a fonte de azoto interagem com a temperatura para influenciar o nível de crescimento daquele pteridófito. O nível máximo de crescimento, actividade da nitrogenase e conteúdo de azoto em função da temperatura, variam de espécie para espécie (BRAUN-HOWLAND & NIERZWICKI-BAUER, 1990).

A temperatura média do ar mais favorável ao crescimento de todas as espécies de *Azolla* varia entre os 20 e 30° C. Todavia, há espécies que podem sobreviver a períodos

variáveis de temperaturas de -5°C a 45°C (SANTOS, 1992). Na espécie *A. filiculoides*, por exemplo, a temperatura ideal para o seu desenvolvimento é de 25° C. Esta espécie é tolerante ao frio e sensível ao calor. Durante o Verão, apresenta baixa produtividade devido, provavelmente, à inibição do crescimento devido às temperaturas elevadas da água (BRAUN-HOWLAND & NIERZWICKI-BAUER, 1990).

A. mexicana não suporta geadas, mas é mais tolerante às temperaturas elevadas. *A. pinnata* é resistente às temperaturas elevadas, mas podem surgir diferenças entre ecotipos. Entre as espécies *A. pinnata*, *A. mexicana*, *A. caroliniana* e *A. filiculoides*, esta última é a que apresenta um crescimento óptimo a temperaturas baixas. *A. pinnata* é a espécie mais tolerante às temperaturas elevadas, conjuntamente com *A. mexicana*. *A. caroliniana* está numa posição intermédia entre *A. filiculoides* e *A. pinnata* na resposta à temperatura (SANTOS, 1992).

A intensidade luminosa e o fotoperíodo influenciam, fortemente, o crescimento e fixação do azoto em *Azolla*. A alta intensidade luminosa parece constituir o principal factor responsável pela senescência daquela planta. A taxa de crescimento e a actividade da nitrogenase crescem até uma intensidade luminosa que corresponde a 50% da intensidade luminosa máxima, ou seja aproximadamente 50 Klux ($1000\mu\text{Einstein.m}^{-2}.\text{s}^{-1}$). Para intensidades luminosas mais baixas a taxa de crescimento e a actividade de fixação do azoto diminuem. Relativamente ao fotoperíodo, um aumento da duração do dia até 24 h, provoca o aumento do nível de crescimento nalgumas espécies de *Azolla*. Contrariamente, o nível de fixação de azoto, em *A. filiculoides*, por exemplo, atinge a saturação com um fotoperíodo de 8 h. A acção da luz no aumento da actividade da nitrogenase é função de diversas interações, ainda não totalmente esclarecidas, com outros parâmetros, nomeadamente, o pH e a temperatura. (BRAUN-HOWLAND & NIERZWICKI-BAUER, 1990; SANTOS, 1992).

Além destes factores, o crescimento e a fixação do azoto atmosférico em *Azolla* são influenciados negativamente pela densidade das plantas e pela esporulação. Em situações de alta densidade populacional, é requerida uma maior intensidade luminosa para atingir

níveis máximos de fixação do azoto, devido à sobreposição das plantas. Por outro lado, as plantas em esporulação revelam níveis de crescimento decrescentes. Este decréscimo está provavelmente relacionado com o consumo de produtos resultantes da fotossíntese requerido pela esporulação (BRAUN-HOWLAND & NIERZWICKI-BAUER, 1990).

5.5. UTILIZAÇÃO DE *AZOLLA*

Actualmente *Azolla* é utilizada em diversas áreas, tais como agricultura, indústria e ambiente.

5.5.1. AGRICULTURA

Na agricultura, *Azolla* é fundamentalmente utilizada como biofertilizante, uma vez que constitui uma alternativa viável aos fertilizantes químicos azotados. *Azolla* enriquece de azoto o meio onde se desenvolve, constituindo uma importante fonte de azoto disponível aos outros vegetais. Uma das formas eficientes de utilizar *Azolla* como fonte de azoto, consiste na sua incorporação no solo, por exemplo sob a forma de composto ou fresca. Este método, utilizado na cultura do arroz, conduz à libertação de azoto no solo, que fica disponível para aquela cultura. A incorporação de uma camada de *Azolla* de boa qualidade equivale, aproximadamente, a 30 a 40 unidades de azoto por hectare (CARRAPIÇO (Coord.) *et al.*, 1996). Por outro lado, a acumulação do catião potássio é muito mais eficaz pela *Azolla* do que pelo arroz, no que respeita à acumulação num meio pobre nesse elemento. Depois da decomposição de *Azolla*, o potássio é devolvido ao solo, funcionando esta como fertilizante potássico (CARRAPIÇO (Coord.) *et al.*, 1996).

Além de fonte de azoto e potássio, *Azolla* é também utilizada como fonte de fósforo. Este elemento normalmente limita o crescimento desta planta. No entanto, quando o seu fornecimento é assegurado pode ser acumulado em concentrações entre 1-2% da matéria seca. Nesta condições, quando *Azolla* é incorporada em solos pobres em fósforo, permite o fornecimento deste elemento (CARRAPIÇO (Coord.) *et al.*, 1996).

A incorporação de *Azolla* no solo, aumenta o teor em húmus e azoto orgânico, melhora as propriedades físicas e químicas, nomeadamente no que respeita à microflora,

disponibilidades de micronutrientes, capacidade de retenção da água e troca de cationes (SANTOS, 1992). Em comparação com os fertilizantes químicos, quando utilizada em quantidades comparáveis de azoto, como fertilizante, *Azolla* conduz a teores mais elevados de proteína nos grãos. Na China, por exemplo, a utilização de *Azolla* como fertilizante em diversas culturas, permitiu obter aumentos de rendimentos de mais de 800 Kg/ha no trigo, 710 Kg/ha na cultura da faveira e 945 Kg/ha na cultura do milho (SANTOS, 1992).

Além da sua utilização como biofertilizante, *Azolla* é também utilizada na alimentação de animais, nomeadamente suínos, aves, peixes, coelhos e alguns gastrópodes utilizados na alimentação humana (CARRAPIÇO (Coord.) *et al.*, 1996). Pelo facto de conter um teor elevado de proteína e gordura, superior ao de algumas plantas forrageiras, *Azolla* é considerada uma planta de elevado valor nutritivo (SANTOS, 1992). Na Ásia e certas regiões de África, *Azolla* é utilizada fresca, seca ou fermentada, como alimento para aves, suínos e peixes (SANTOS, 1992).

No caso das aves, em especial os galináceos, podem consumir *Azolla* fresca ou seca. 100 a 300 g de *Azolla* fresca/dia, substituem cerca de 20% da ração comercial na dieta das galinhas. Os patos consomem voluntariamente *Azolla* fresca, pelo que não podem ser criados em áreas onde se faça a cultura desta planta. Normalmente, cultiva-se *Azolla* numa parte da superfície aquática, protegida por barreiras de bambu ou rede, e o excesso de biomassa é lançado na zona reservada à criação daqueles animais. Noutros casos, *Azolla* é cultivada em áreas vizinhas dos locais de criação, sendo para aí transportada regularmente. Vulgarmente, a criação de patos é feita em regime de semi-liberdade, procedendo-se à proliferação de *Azolla* nos lagos e campos inundados, frequentados por estas aves (VAN HOVE, 1989).

Na China e outros países do Oriente, *Azolla* tem sido utilizada em grande escala na criação de porcos. Um viveiro de 1000 m², produzindo 100 a 200 Kg de biomassa fresca/dia, pode assegurar um complemento alimentar de 30 a 60 porcos. Segundo as estimativas, 100 Kg de *Azolla* fresca permitiriam a produção de 1,5 Kg de carne. No caso

de *Azolla* ensilada, a sua introdução na alimentação daqueles animais deverá ser feita gradualmente, até atingir 1 a 1,5 Kg/dia (VAN HOVE, 1989).

Azolla é consumida por numerosas espécies de peixes, que em muitos casos preferem esta planta a outras plantas aquáticas, nomeadamente as espécies macrofitófagas como *Tilapia rendalli* ou *Ctenopharyngodon idellus* e as espécies omnívoras ou planctófagas como *Tilapia nilotica* ou *Cyprinus carpio*. Nas espécies herbívoras, que se alimentam preferencialmente de *Azolla*, esta contribui para o aumento do seu peso. Noutras espécies, que não beneficiam muito com a ingestão de *Azolla*, os seus dejectos enriquecem o meio, contribuindo para a proliferação de outros organismos que servirão de alimento aos peixes (VAN HOVE, 1989).

Um aspecto a ter em atenção nas áreas de piscicultura, são as alterações produzidas, pela presença de um tapete de *Azolla*, nas características físico-químicas do meio. Deve evitar-se que *Azolla* cubra completamente a superfície aquática em causa, mantendo-se espaços abertos através da colocação de barreiras flutuantes, constituídas por exemplo por canas de bambu. Por outro lado, em períodos de rápido crescimento e desenvolvimento acentuado desta planta, esta deve ser removida de modo a evitar a sua morte e decomposição e uma consequente eutrofização do meio aquático. Deste modo é necessário manter em equilíbrio as populações de *Azolla* e peixes, mantendo uma área suficiente de superfície aquática livre, adicionando ou removendo biomassa em caso de necessidade, de tal forma que a população de *Azolla* se mantenha em fase linear de crescimento (VAN HOVE, 1989). Contudo, apesar de *Azolla* poder constituir uma importante fonte de alimento na produção piscícola, não se poderá obter produtividades elevadas através da sua utilização exclusiva. (VAN HOVE, 1989).

É de referir, também, a utilização de *Azolla* como alimento para coelhos, e gastrópodes da espécie *Pomacea canaliculata*, estes últimos muito apreciados pelo homem. Relativamente à cunicultura, a utilização de *Azolla* como alimento dos coelhos é um dado recente. Os resultados obtidos apontam para a possibilidade de introdução de *Azolla* nas rações daqueles animais na proporção de 20 a 30% (VAN HOVE, 1989).

Na década de 80, desenvolveram-se sistemas de produção de *Azolla* integrando conjuntamente a produção de arroz e a criação animal (sistema arroz-*Azolla*-peixes, sistema suínos-*Azolla*-peixes e sistema aves-*Azolla*-peixes) Tais sistemas são largamente utilizados na China, e parecem ser bastante eficientes (VAN HOVE, 1989).

O sistema arroz-*Azolla*-peixes, desenvolvido na China, consiste na criação de peixe nos campos de arroz e a cultura associada de arroz-*Azolla*, permitindo deste modo o desenvolvimento simultâneo do arroz, de *Azolla* e de diversas espécies de peixes com exigências nutricionais complementares. Este sistema permite aumentar os rendimentos da cultura do arroz devido ao efeito fertilizante de *Azolla* e dos dejectos dos peixes. Por outro lado, a incidência de pragas e doenças é menor que nas culturas tradicionais. Alguns peixes alimentam-se de certos organismos que constituem pragas do arroz, constituindo-se um ambiente propício à fixação de inimigos naturais dessas mesmas pragas (VAN HOVE, 1989; SANTOS, 1992). A utilização conjunta de espécies de peixes com hábitos alimentares diversificados, permite uma melhor utilização dos recursos disponíveis e uma mais fácil gestão da produção, e conduz a produtividades mais elevadas. As principais espécies de peixes utilizadas são: *Ctenopharyngodon idellus* e *Oreochromis niloticus*, muitas associadas às espécies, *Cyprinus carpio*, *Mmisingurnis anguillicaudatus* e *Hypophthalmichthys molitrix*. Devido às diferentes exigências térmicas das espécies de *Azolla*, é frequente a utilização de diferentes espécies deste pteridófito neste tipo de sistema de produção, como *A. filiculoides*, *A. caroliniana* e *A. microphylla* (VAN HOVE, 1989; SANTOS, 1992).

No sistema suínos-*Azolla*-peixes, associa-se a exploração de porcos à produção de peixe em tanques cobertos parcialmente por um tapete de *Azolla*. Os resíduos da exploração são lançados em tanques, localizados a uma cota inferior, assegurando-se, assim, o fornecimento contínuo de nutrientes ao crescimento de *Azolla* e a proliferação de plâncton, podendo fazer-se a produção simultânea de peixes diversos (macrofitófagos e planctófagos). O excesso de biomassa de *Azolla* é recolhida, e utilizada para a alimentação dos suínos (VAN HOVE, 1989).

No sistema aves-*Azolla*-peixes, semelhante ao anterior (sistema suínos-*Azolla*-peixes), a exploração de suínos é substituída pela exploração de aves. Neste caso, as instalações das aves situam-se sobre os tanques que contêm *Azolla*, assegurando-se deste modo o lançamento dos dejectos das aves na água (VAN HOVE, 1989).

Outra das potencialidades de *Azolla*, consiste na sua utilização no combate às plantas infestantes. A possibilidade de *Azolla* formar uma densa camada sobre a superfície da água onde se encontra, permite-lhe actuar como barreira física à emergência daquelas plantas. Além disso, a transmissão da luz é reduzida em cerca de 90%, o que se traduz na redução da actividade fotossintética e redução do oxigénio. Consequentemente, muitas infestantes acabam por morrer antes de penetrarem através da camada de *Azolla*. Esta situação é válida sómente para alguns tipos de infestantes, normalmente plantas anuais e de colmos débeis (SANTOS, 1992).

No entanto, a longa história do uso tradicional de *Azolla* na Ásia tem-se alterado desde meados da década de 80. Esta alteração está relacionada com a introdução de uma nova economia de mercado na China e Vietname, ao uso crescente de fertilizantes químicos, à necessidade de melhorar o rendimento da cultura durante o período de crescimento de *Azolla* e ao colapso das organizações de agricultores que forneciam o inóculo de *Azolla* para a cultura do arroz. De facto, o fornecimento contínuo de fertilizantes químicos tem contribuído para o rápido declínio do uso de *Azolla* como fertilizante natural no cultivo de arroz naqueles países. (WATANABE & VAN HOVE, 1996).

5.5.2. INDÚSTRIA

Em condições de *stress* ambiental *Azolla* produz antocianinas⁶. A deficiência em fósforo e a insolação elevada contribuem para a produção e acumulação desses compostos nas folhas da planta. As antocianinas são utilizadas como corante natural na indústria alimentar. Segundo directiva da UE respeitante a corantes, aqueles compostos são designados genericamente por E-163 (CARRAPIÇO (Coord.) *et al.*, 1996).

⁶ Compostos fenólicos responsáveis pela coloração característica da maioria das pétalas e frutos das plantas. São derivados glucídicos das antocianidinas e apresentam coloração que varia entre o azul e o púrpura e estão presentes no interior do vacúolo ou vacúolos celulares (CARRAPIÇO (Coord.), 1996).

Numa unidade de produção de biogás, a fermentação anaeróbia de uma mistura de *Azolla* e palha de arroz permite obter metano. Esta inovação tecnológica poderá eventualmente tornar-se útil e constituir uma fonte de energia alternativa, nomeadamente, para algumas explorações agrícolas (SANTOS, 1992).

Outra das possíveis utilizações de *Azolla* no domínio da indústria, consiste no desenvolvimento de um bioreactor que realize a conversão da energia solar, água e azoto atmosférico em amónia (fertilizante) ou na produção de hidrogénio (como combustível) utilizando para o efeito, cianobactérias imobilizadas. A imobilização de células de microorganismos e plantas como biocatalizadores, é já bastante utilizada no domínio da biotecnologia. Através de técnicas especiais foi possível imobilizar filamentos de *Anabaena azollae*, extraídos da cavidade da folha de *Azolla* (SHI & HALL, 1988). Estes filamentos imobilizados apresentam uma alta frequência heterocística, elevada actividade nitrogenásica e libertam amónia para o meio sem adição de inibidores da glutamina sintetase, facto que abre possibilidades ao desenvolvimento de um bioreactor que efectue a conversão da energia solar, água e azoto atmosférico, em amónia ou na produção de hidrogénio como combustível (SHI & HALL, 1988).

Recentemente, um novo método de utilização de cianobactérias para a produção de amónia em culturas de arroz foi desenvolvido pela equipa do Prof. Kannaiyan através da imobilização de cianobactérias fixadoras de azoto atmosférico, tais como as espécies *Anabaena azollae* e *Anabaena variabilis*, em matriz sólida que permite a excreção contínua de amónia, obtendo-se assim resultados bastante positivos para a cultura de arroz (KANNAIYAN *et al.*, 1996).

5.5.3. AMBIENTE

A simbiose *Azolla-Anabaena* pode ser utilizada na purificação de águas, principalmente águas residuais domésticas, dada a sua capacidade de remoção de fosfatos, nitratos e outros iões da água. Esta capacidade revela-se bastante útil na limpeza de sistemas aquáticos eutrofizados. Estes sistemas, ricos em nutrientes e pobres em oxigénio,

favorecem o crescimento de *Azolla*, que extraíndo da água esses elementos contribui para a sua depuração. Assim, *Azolla* apresenta boas potencialidades de utilização no tratamento de águas residuais domésticas, sobretudo para o melhoramento da qualidade dos efluentes resultantes de tratamentos biológicos. A sua implementação em fases terminais de tratamento poderá conduzir a eficiências de remoção de fósforo total na ordem dos 36%. A biomassa produzida poderá ser utilizada como fertilizante, na alimentação animal ou na indústria química e farmacêutica (COSTA *et al.*, 1996).

A utilização de *Azolla* na extracção de metais pesados, dos efluentes das indústrias metalomecânica e electrónica parece ser rápida e eficiente. Posteriormente, alguns desses metais podem ser recuperados e reciclados (SANTOS, 1992).

Recentemente a construção de um filtro biológico baseado em *Azolla* seca e desenvolvido pela equipa do Prof. Tel-Or (Universidade Hebraica de Jerusalém) encontra-se já em fase de aplicação em diversas empresas. Este filtro permite rendimentos de retenção de metais pesados na ordem dos 99%, a partir de efluentes industriais contaminados (WORLD WATER & ENVIRONMENTAL ENGINEERING, 1995).

Azolla, à semelhança de outros macrófitos aquáticos, poderá contribuir para a manutenção da produtividade biológica de ecossistemas, dado permitir, em determinadas condições naturais, o desenvolvimento de um ambiente propício à fixação e desenvolvimento de formas juvenis de certas espécies de organismos aquáticos. Nestas circunstâncias, a eliminação ou remoção indiscriminada deste pteridófito poderá causar danos na produtividade biológica nos ecossistemas onde aquela planta se encontra, já que a mesma pode ocupar grandes extensões quer em canais, quer em rios (CARRAPIÇO (Coord.) *et al.*, 1996).

5.5.4. OUTRAS UTILIZAÇÕES

Apesar de *Azolla* não ser frequentemente utilizada na alimentação humana, existem algumas referências à sua utilização nesta área. Estão inventariadas diversas receitas



base desta planta: sopa de *Azolla*, almôndegas de carne e *Azolla*, *Azolla* frita ou cozida em água, etc. Os pratos à base de *Azolla* têm paladar agradável e não causam dificuldades digestivas (SANTOS, 1992).

As referências da utilização de *Azolla* como planta medicinal, são conhecidas desde o século XVI, pelos chineses, sem no entanto serem referenciadas áreas concretas da sua aplicação na medicina. Na Nova Zelândia a *Azolla* era mascada para curar dores de garganta (SANTOS, 1992). Recentemente, na República da Guiné-Bissau (1995), foi referenciada a utilização de *Azolla* para fins medicinais, no tratamento de uma doença denominada em idioma fula, “Kalia”, que tudo indica tratar-se de uma insuficiência renal. Assim, *Azolla* funcionaria como planta diurética uma vez que é rica em potássio (CARRAPIÇO (Coord.) *et al.*, 1996).

Outra utilização no continente Africano está associada à actividade desenvolvida por certas tribos da África Central que secavam as plantas de *Azolla* e outros macrófitos aquáticos (*Pistia* e *Lemna*), queimando-as e utilizando as cinzas, ricas em potássio, para o fabrico de um sabão grosseiro (SANTOS, 1992; CARRAPIÇO (Coord.) *et al.*, 1996).

5.6. *AZOLLA* COMO INFESTANTE

5.6.1. INTRODUÇÃO

O conceito de infestante tem sido alvo de numerosas interpretações no seio da comunidade científica. Pelo facto de ser desenvolvido numa perspectiva antropocêntrica, reflecte alguma subjectividade. Inicialmente ligado à Agronomia, este conceito tomou um carácter mais abrangente, perspectivando-se, também, no domínio da Ecologia (AGUIAR, 1996).

Segundo CATARINO (1995), infestante é uma planta que está bem adaptada para tirar partido dos recursos disponíveis, interferindo de certo modo com a utilização que o homem lhe pretende dar.

Para se considerar uma planta como infestante torna-se necessário ter em atenção os aspectos benéficos da sua presença nos ecossistemas, como elemento da comunidade biótica, e os prejuízos que causa ao homem na gestão e utilização dos recursos hídricos ou na conservação dos ecossistemas. Relativamente aos prejuízos que atingem directamente o homem são de salientar: o impedimento ou diminuição do fluxo de água, as perdas de água por evapotranspiração, a diminuição do oxigénio dissolvido na água, os prejuízos nas operações de irrigação em complexos hidroeléctricos e outras construções, redução da produção secundária, efeitos adversos em actividades recreativas e de lazer, problemas para a saúde pública e diminuição da qualidade da água, hospedeiros inimigos das culturas, prejuízos directos ou indirectos da utilização de meios de luta e competição com culturas de regadio. Por outro lado, a diminuição da riqueza de fauna e flora, eliminação ou redução do número de espécies endémicas, degradação da estrutura da biocenose, diminuição do valor paisagístico e as consequências directas e indirectas do desequilíbrio do ecossistema, constituem prejuízos de natureza conservacionista (AGUIAR, 1996; CARRAPIÇO, 1996).

Outro aspecto a ter em consideração, é a utilização das infestantes aquáticas que poderá traduzir-se em benefício económico ou na redução dos custos de remoção. De facto as infestantes aquáticas podem ter variadíssimas aplicações: na fertilização dos solos, na produção de biogás, na alimentação animal ou humana, no tratamento de águas residuais (das quais extraem metais pesados e outros elementos químicos), na produção de pasta de papel, para uso ornamental e medicinal, como bioindicadores, entre outras (AGUIAR, 1996).

Geralmente, o termo plantas aquáticas⁷ utiliza-se para denominar as plantas que crescem dentro, na superfície ou perto da massa de água, desde que não ocorram, frequentemente, noutros locais. Neste grupo inserem-se as formas macroscópicas (macrófitos), como as macroalgas, os líquenes, os briófitos, pteridófitos e angiospérmicas, e as formas microscópicas (micrófitos), que incluem as microalgas (AGUIAR, 1996)

⁷ Também designadas de Hidrófitos (AGUIAR, 1996).

Relativamente aos macrófitos, a maioria dos autores considera a existência de quatro grandes grupos (AGUIAR, 1996; CATARINO, 1995):

(a) Macrófitos emergentes⁸ - plantas enraizadas no substrato, com a maior parte dos caules, folhas e órgãos reprodutores acima da linha de água. Ocupam, em geral, as margens dos cursos e massas de água. Constituem um grupo tolerante à submersão por períodos mais ou menos prolongados. *Phragmites australis*, *Typha* spp., *Cyperus* spp. e *Scirpus* spp. constituem alguns exemplos deste tipo de plantas (AGUIAR, 1996; CARRAPIÇO, 1996; CATARINO, 1995; SCULTHORPE, 1967).

(b) Macrófitos flutuantes - plantas que flutuam à superfície das massas de água, não estando enraizadas no substrato. Apresentam a maior parte dos caules e folhas emersos. A sua localização varia com a corrente e a direcção do vento. *Eichhornia crassipes*, *Lemna* spp. e *Azolla* spp. constituem exemplos destas plantas (AGUIAR, 1996; CARRAPIÇO, 1996; CATARINO, 1995; SCULTHORPE, 1967).

(c) Macrófitos enraizados com folhas flutuantes⁹ - plantas que estão enraizadas ou ancoradas ao substrato, mas têm a maioria das folhas à superfície, acompanhando o nível da água. Ocupam geralmente uma faixa perto da margem, mas quando a água é pouco profunda podem ocupar todo o leito das massas de água. *Myriophyllum aquaticum*, *Nuphar* spp. e *Nymphaea* spp. constituem alguns exemplos (AGUIAR, 1996; CARRAPIÇO, 1996; CATARINO, 1995; SCULTHORPE, 1967).

(d) Macrófitos submersos¹⁰ - plantas que podem estar enraizadas ou ancoradas ao substrato ou manterem-se em suspensão na água. Os órgãos vegetativos situam-se abaixo da superfície da água e as estruturas reprodutoras podem estar submersas, embora muitas vezes estes órgãos estejam à superfície ou acima dela. Localizam-se no leito dos cursos e massas de água até uma profundidade que depende da penetração da luz solar na água. *Myriophyllum spicatum*, *Ceratophyllum* spp. e *Chara vulgaris* constituem

⁸ Tomam igualmente a designação de Helófitos (AGUIAR, 1996).

⁹ Designados por Euhidrófitos (AGUIAR, 1996).

¹⁰ Designados por Euhidrófitos (AGUIAR, 1996).

exemplos deste tipo de plantas (AGUIAR, 1996; CARRAPIÇO, 1996; CATARINO, 1995; SCULTHORPE, 1967).

As plantas associadas ao meio aquático, incluindo as aquáticas propriamente ditas, e todas as que se encontram nas proximidades desse meio, denominadas anfíbias e ribeirinhas, designam-se geralmente por higrófitos. Neste grupo estão inseridas, também, as espécies arbóreas ripícolas (AGUIAR, 1996).

As plantas aquáticas, em geral perenes ou vivazes, reproduzem-se, predominantemente, por reprodução vegetativa, em detrimento da reprodução sexuada. Todavia esta característica não explica por si só a capacidade de invasão das massas de água, como acontece com algumas destas plantas.

De um modo geral a proliferação de determinadas espécies de plantas em ecossistemas aquáticos é uma consequência directa da degradação dos mesmos. Essa degradação, resultante em grande parte da intervenção humana, traduz-se em alterações significativas dos diversos factores ambientais e contribui para o crescimento descontrolado de determinadas plantas. Estas, pelos estragos directos ou indirectos que causam, denominam-se, genericamente, por infestantes¹¹ aquáticas (AGUIAR, 1996; CARRAPIÇO, 1996).

A introdução de determinadas espécies de plantas exóticas (ou invasoras) nos ecossistemas dulçaquícolas provoca desequilíbrios nas comunidades vegetais existentes (autóctones), com as quais entram em competição. Aquelas plantas, encontrando-se em condições propícias ao seu desenvolvimento devido à ausência de factores limitantes naturais (predadores e agentes causadores de doenças), desenvolvem-se rapidamente, cobrindo vastas áreas, adquirindo o estatuto de infestantes. Nestas circunstâncias, as comunidades vegetais endémicas sofrem uma redução da sua diversidade ou desaparecem por completo (CARRAPIÇO, 1996).

¹¹ Infestante: « Planta cuja densidade populacional em ecossistemas intervencionados ou naturais excede um determinado nível limitativo (nível prejudicial de ataque) em que os prejuízos de natureza económica e/ou ecológica são superiores aos benefícios da sua presença no ecossistema e/ou da sua potencial utilização» AGUIAR, 1996.

As espécies *Eichhornia crassipes* (jacinto-aquático) e *Myriophyllum aquaticum* (pinheirinha-de-água) são exemplos de plantas invasoras, causadoras de problemas, bem conhecidos em Portugal (AGUIAR, 1996; MOREIRA & FERREIRA, 1986; FERREIRA & MONTEIRO, 1988).

As plantas aquáticas utilizam estratégias de invasão e infestação, normalmente relacionadas com a forma de vida que habitualmente adoptam. No caso concreto dos macrófitos flutuantes não enraizados, de que são exemplo as espécies *Eichhornia crassipes* e *Azolla filiculoides*, são dotados de características únicas, favorecedoras do seu sucesso como infestantes. A independência do substrato (que lhes confere elevada mobilidade e poder de disseminação a outras áreas), a rápida capacidade de multiplicação vegetativa e de regeneração, a completa ou parcial independência da reprodução sexuada, a adaptação morfológica dos tecidos fotossinteticamente activos (que resulta numa grande área foliar em relação ao volume global) e a grande tolerância a oscilações do nível da água são algumas das características mais importantes ao sucesso daquelas plantas (AGUIAR, 1996). Existem outras características importantes, tais como adaptações morfológicas e ecofisiológicas, que variam conforme as espécies e os factores bióticos e abióticos envolvidos (AGUIAR, 1996).

A invasão das massas de água por plantas aquáticas pode ser natural ou por transporte activo. A primeira, menos frequente, acontece normalmente devido à remoção natural de obstáculos, enquanto a segunda está dependente da acção de mecanismos de transporte naturais (vento, animais, corrente da água, introdução de propágulos ou sementes, etc.) ou de natureza humana (introdução voluntária ou acidental de propágulos ou sementes) (AGUIAR, 1996).

Se entendermos infestante por “planta, cuja densidade populacional em ecossistemas intervencionados ou naturais excede um determinado nível limitativo (nível prejudicial de ataque) em que os os prejuízos de natureza económica e/ou ecológica são superiores aos benefícios da sua presença no ecossistema e/ou da sua potencial utilização” (AGUIAR,

1996) podemos, em determinados meios ou situações ecológicas específicas, considerar *Azolla* como tal.

De facto, *Azolla* é considerada uma planta infestante, nos locais onde não é explorada, isto é, onde não é utilizada (SANTOS, 1992). Em situações ecológicas precisas, *Azolla* pode adquirir um comportamento de planta invasora. A sua integração perfeita nos ecossistemas onde se encontra (em Portugal pode ser considerada como sub-endémica) e a ausência de predadores específicos, o que não permite um controlo natural da mesma, transformou-a, por vezes, em verdadeira praga, com significativas implicações ambientais, económicas e sociais, como aconteceu no rio Guadiana em Abril de 1993 (CARRAPIÇO *et al.*, 1994) e em Abril/Maio de 1995.

O desenvolvimento explosivo deste pteridófito, devido ao seu rápido crescimento e ocupação da massa de água, resulta numa invasão dos ecossistemas aquáticos onde o mesmo se encontra. Este desenvolvimento excessivo em rios, canais de rega, diques e outros ecossistemas aquáticos pode interferir, e até competir, com as plantas cultivadas nessas áreas (SANTOS, 1992).

A espécie *A. filiculoides* possui características que favorecem o seu sucesso como infestante. A independência em relação ao substrato, a rápida capacidade de multiplicação vegetativa e de regeneração, a parcial independência da reprodução sexuada, a adaptação morfológica dos tecidos fotossintéticos activos e a elevada tolerância a oscilações do nível da água constituem algumas características favorecedoras daquele estatuto (AGUIAR, 1996).

Normalmente, *Azolla* desenvolve-se em associação com outras infestantes aquáticas, tais como espécies do género *Lemna*, *Salvinia*, *Eichhornia* e *Myriophyllum* (SANTOS, 1992).

5.6.2. MEIOS DE LUTA

A crescente sensibilidade aos problemas ambientais, bem como a tomada de consciência de que os meios de luta convencionais¹², utilizados no combate às plantas infestantes, se apresentam ineficazes na maior parte das vezes, além da instabilidade ecológica que podem causar, conduziram à investigação na protecção ou gestão integrada. Este método, considerado um meio de luta mais racional e eficaz no combate às infestantes aquáticas, tanto no plano económico como ecológico não é, ainda, uma prática aplicada globalmente (AGUIAR, 1996).

Os componentes essenciais deste meio de luta são:

- (a) A estimativa de risco;
- (b) O nível prejudicial de ataque;
- (c) A escolha dos meios de protecção.

Numa primeira fase (estimativa do risco) é definida a importância da ameaça pelo uso de metodologias de amostragem adequadas (estimativa qualitativa) e a contribuição dos factores de nocividade (estimativa quantitativa). Os factores de nocividade podem ser de natureza biótica, abiótica, cultural ou económica e podem influenciar positivamente a importância da ameaça, ou negativamente a contribuição dos antagonistas (AGUIAR, 1996).

O nível prejudicial de ataque, pode ser definido como a densidade da infestação a partir da qual os custos de aplicação dos meios de luta convencionais (Ex: aplicação de herbicidas) se tornam inferiores aos prejuízos causados pelas infestantes (CARRAPIÇO, 1996). Este conceito, quando aplicado ao caso das infestantes aquáticas, pode ser definido como: « densidade populacional atingida por uma população aquática, a partir da qual se devem aplicar meios de luta limitativos, de modo a que o prejuízo sofrido no uso dos recursos hídricos não seja superior aos custos dos meios de luta a adoptar, integrando os efeitos indesejáveis da aplicação de medidas de luta e os

¹² Meios de luta baseados na tentativa de erradicação ou com uso de um único meio de luta, tendentes à simplificação do ecossistema e ao retorno a estados de sucessão anteriores, instáveis e mais susceptíveis a novas infestações (AGUIAR, 1996).

benefícios da sua presença no ecossistema em causa e a vantagem económica da sua potencial utilização. » (AGUIAR, 1996).

Após a estimativa do risco e a definição do nível prejudicial de ataque, devem ser seleccionados os meios de protecção a adoptar, de acordo com a especificidade de cada situação (AGUIAR, 1996).

Consideram-se quatro grupos de meios de protecção:

(a) Meios de luta físicos

- directos - remoção ou colheita manual ou mecânica.

desvantagens: a colheita manual é um processo de baixa eficiência técnica, limitado pela profundidade e largura da massa de água e acarreta elevados custos de mão-de-obra; na colheita mecânica, aos custos da compra e manutenção do equipamento e combustível, acresce a dificuldade de acesso, o impacte negativo no ecossistema e a baixa selectividade em relação a outras plantas aquáticas. Em caso da não remoção completa das infestantes, pode ocorrer uma nova e rápida reinfestação (AGUIAR, 1996).

- indirectos - consiste na alteração dos factores abióticos do ecossistema em causa, através de ensombramento natural ou artificial; queima; alterações do nível da água e velocidade da corrente; controlo das escorrências; tratamentos dos efluentes; ordenamentos das bacias hidrográficas; ocupação dos solos; uso de redes para evitar a dispersão e propagação; uso de radiações laser ou de ultrassons (AGUIAR, 1996).

(b) Meios de luta químicos

- uso de herbicidas orgânicos ou inorgânicos

- vantagens: é um processo de protecção rápida, eficaz e mais económica que os métodos físicos e biológicos.

- desvantagens: impacte ecológico subjacente ao seu uso. A correcta utilização e aplicação de herbicidas requer conhecimentos das suas propriedades e eficácia em relação à(s) espécie(s) infestante(s) em causa, bem como dos seus efeitos nefastos no ecossistema (AGUIAR, 1996).

(c) Meios de luta biológicos

- utilização de organismos antagonistas naturais, indígenas ou introduzidos, com vista à redução da densidade populacional da(s) infestante(s). Os organismos mais utilizados são os artrópodes. Actualmente os organismos patogénicos e outros (peixes, répteis e mamíferos) são objecto de investigações científicas no processo de luta biológica.
 - vantagens: sucesso em relação a alguns métodos convencionais.
 - desvantagens: custos iniciais de implementação elevados, devido á necessidade de prospecção na zona de infestação dos eventuais antagonistas e subsequente importação, selecção, reprodução e eficácia do(s) agente(s) biótico(s) a introduzir (AGUIAR, 1996).

(d) Meios de luta biotécnicos

- incluem os meios presentes no organismo ou habitat da praga, passíveis de alguma manipulação conducente à alteração de certas funções metabólicas do organismo em causa. A utilização de substâncias inibidoras (substâncias alelopáticas) do crescimento ou desenvolvimento da(s) espécie(s) infestante(s). O uso destas substâncias pode ser efectuado por duas vias: pela introdução de plantas aquáticas mais poderosas do ponto de vista alelopático , ou através da sua introdução artificial no meio aquático. Este processo de luta encontra-se, ainda, em fase experimental, principalmente o uso de inibidores do crescimento de algas (AGUIAR, 1996).
 - vantagens: processo de limitação natural de alguma importância no combate a infestantes.
 - desvantagens: no primeiro caso corre-se o risco de substituir a(s) espécie(s) infestante(s) por outra ainda mais competitiva. A segunda via pode ser encarada como um processo de luta química, uma vez que se procede à introdução, no ecossistema, de um herbicida com propriedades alelopáticas (AGUIAR, 1996).

Em Portugal a gestão integrada dos ecossistema aquáticos está, ainda, numa fase preliminar da sua implementação. O interesse por este processo de combate às infestantes aquáticas surgiu pelo insucesso da utilização de um único meio de luta

(sobretudo luta química e colheita manual) não apoiada numa análise de custos/benefícios, e sem se ter em conta a dinâmica do ecossistema e o ciclo de vida e hábitos da planta em causa (AGUIAR, 1996).

No caso de *Azolla*, quando a mesma invade áreas onde a sua presença é considerada indesejável torna-se, por vezes, necessário proceder à sua remoção. A completa erradicação deste pteridófito pode tornar-se difícil ou mesmo impossível, por razões que se prendem com características do seu ciclo de vida (SANTOS, 1992).

Face a situações desta natureza torna-se premente um planeamento e gestão adequados com vista ao combate da infestação. Assim, considera-se que uma gestão integrada poderá, efectivamente, reunir as condições necessárias ao correcto maneio da planta sem pôr em risco a dinâmica do ecossistema em causa. No entanto, para que tal aconteça, torna-se imprescindível que as populações directamente atingidas, assim como as entidades locais, estejam sensibilizadas e munidas dos meios técnicos e humanos necessários.

A gestão integrada de qualquer infestante deverá ter em atenção, não apenas os aspectos negativos da sua presença no ecossistema, mas também as consequências da tentativa de erradicação com as possíveis, e por vezes imprevisíveis, consequências sobre esse ecossistema quer através do uso indiscriminado de produtos químicos, quer através do uso excessivo da remoção mecânica (CARRAPIÇO, 1994).

Face a situações desta natureza, torna-se importante o controlo e gestão adequados das infestantes aquáticas no nosso país, através de um programa nacional de gestão integrada. Este deverá incluir acções de Educação Ambiental junto das populações, apoio técnico e especializado junto das autarquias e medidas de controlo que não se devem restringir, sómente, à simples eliminação física das espécies em causa. De igual modo, a rentabilização económica da comunidade de infestantes aquáticas, ou de algumas das suas espécies, deve ser considerada como uma das vertentes a seguir num programa de gestão integrada (CARRAPIÇO, 1994).

6. O “BLOOM” DE *AZOLLA* NO RIO GUADIANA

6.1. INTRODUÇÃO

Em Abril de 1993, o pteridófito aquático do género *Azolla* atingiu um desenvolvimento anormal (tecnicamente designado por “bloom” ou florescência) no rio Guadiana, com incidência, nomeadamente, na região de Mértola.

Este fenómeno apresentou dimensões muito pouco vulgares para rios, sendo a primeira vez que tal sucedeu em Portugal. O desenvolvimento explosivo deste feto atingiu vários quilómetros de extensão ao longo da parte portuguesa do rio Guadiana, cobrindo nalguns locais, nomeadamente na região de Mértola, quase todo o curso de água, com uma espessura média de 5-7 cm (CARRAPIÇO, *et al.*, 1994).

Tendo em atenção a natureza daquele acontecimento, consideramos que o mesmo pode ser incluído nos denominados *perigos ambientais* (SMITH, 1996). No entanto, a definição deste conceito não é fácil. A maioria da literatura existente sobre esta temática centra-se nos processos geofísicos, como é o caso dos elementos ambientais físicos, prejudiciais ao Homem e provocados por forças exteriores a ele. Parece ser consensual que os perigos ambientais são o resultado da interacção entre os processos geofísicos e a acção humana. Pode dizer-se que aqueles se situam na interface entre os fenómenos naturais e os sistemas usados pelo Homem. Qualquer que seja a definição utilizada para perigos ambientais, ela será sempre considerada numa perspectiva antropogénica e portanto discutível (SMITH, 1996). Segundo Hewitt e Burton, 1971 (*in* SMITH, 1996), os perigos ambientais classificam-se em cinco grandes grupos: 1-Perigos Atmosféricos; 2-Perigos Hidrológicos; 3-Perigos Geológicos; 4-Perigos Biológicos e 5-Perigos Tecnológicos. Relativamente aos perigos biológicos os mesmos incluem, entre outras situações, a invasão dos ecossistemas por animais ou plantas.

Os perigos ambientais são diferentes dos problemas ambientais, incluindo-se neste caso a desflorestação, a desertificação, a destruição da camada de ozono, etc. Mas estes são os

denominados *perigos ilusórios*, que compreendem aspectos globais a longo prazo, por vezes de origem e consequências incertas. Contrariamente aos primeiros (perigos ambientais) são geralmente menos concentrados no tempo e no espaço e causam menos vítimas mortais. Apesar das suas várias origens, a maioria dos perigos ambientais possui uma série de características comuns: a) a origem do processo é óbvia e produz ameaças características à vida ou bem-estar humanos; b) o período de aviso é normalmente curto, ou seja, os perigos são acontecimentos despoletados rapidamente, e de certo modo inesperados; c) a maior parte das perdas directas para a vida ou propriedade fazem-se sentir quase imediatamente após o acontecimento; d) a exposição ao perigo ou ao potencial risco é sobretudo involuntária e deve-se geralmente à localização das pessoas na zona de perigo; e) a catástrofe que ocorre dá-se com uma intensidade que justifica uma reacção de emergência, ou seja, a ajuda às vítimas. A partir da distinção entre perigos e problemas ambientais é possível estabelecer uma definição prática para os primeiros: acontecimentos geofísicos extremos, processos biológicos e acidentes tecnológicos caracterizados por descargas concentradas de energia ou de materiais que constituem uma ameaça inesperadamente séria para a vida humana e que poderão causar danos avultados para os bens e para o ambiente (SMITH, 1996).

Concomitantemente e de acordo com a classificação de Hewitt e Burton, 1971 (*in* SMITH, 1996) e na opinião de Keith Smith (SMITH, comunicação pessoal), o “bloom” de *Azolla*, ocorrido no rio Guadiana, pode ser considerado um perigo biológico. Todavia, e tendo em consideração as causas que estiveram na origem daquele acontecimento (por exemplo, factores de natureza geofísica) o mesmo poder-se-ia classificar como um perigo biofísico. Esta opinião justifica, só por si, a dificuldade sentida na classificação deste género de fenómenos. A expressão *perigos biofísicos* inclui uma grande diversidade de perigos ambientais que surgem devido às interacções entre o ambiente geofísico e os organismos biológicos, incluindo os seres humanos (SMITH, 1996).

Apesar de tudo, consideramos que a classificação segundo Hewitt e Burton, 1971 (*in* SMITH, 1996), nomeadamente no que se refere aos fenómenos de natureza biológica, parece ser a mais consentânea com a realidade ocorrida no Guadiana em Abril de 1993, em que de facto se verificou a “invasão” desse ecossistema por parte de uma planta.

6.2. CAUSAS

De acordo com CARRAPIÇO *et al.* (1994) a espécie *A. filiculoides* foi a espécie responsável pelo "bloom" em causa. A análise efectuada por aqueles autores, permitiu visualizar alguns caracteres justificativos desse facto, tais como: a) lobos dorsais das folhas obtusos, b) margem hialina do lobo dorsal da folha com 2-4 camadas de células, c) papilas unicelulares e d) microsporocarpos com mássulas recobertas de gloquídeos externos gancheados e não septados, podendo muito raramente apresentar, na mesma mássula, além dos gloquídeos não septados, outros com 1-2 septos.

Embora a espécie tradicionalmente referenciada para o baixo Guadiana fosse *A. caroliniana* (FRANCO, 1971), os caracteres morfológicos, citológicos e reprodutores observados nos espécimes recolhidos, em Abril de 1993, em vários locais daquele rio, enquadram-se claramente em *A. filiculoides* (CARRAPIÇO *et al.*, 1994).

As principais causas daquele fenómeno parecem ser atribuíveis à interacção de três factores principais:

- 1) caudais bastante reduzidos no decurso do ano hidrológico de 1992/1993, os quais se situaram, em média, entre 10 e $1\text{m}^3 \cdot \text{s}^{-1}$ ou mesmo inferiores;
- 2) valores de P_2O_5 que variaram, de montante para jusante, em Abril de 1993, entre 12,31 e 1,46 $\text{mg} \cdot \text{l}^{-1}$, valores estes registados em Monte da Vinha e Rocha da Galé respectivamente;
- 3) índices de esporulação da planta nesse ano, bem como provavelmente nos dois anos anteriores, superiores a 75%.

Associados àqueles factores, verificou-se igualmente uma forte pressão da utilização hídrica da bacia do Guadiana, bem como o facto de, nos anos anteriores, se ter verificado uma alteração acentuada das condições climáticas no Sul de Portugal, caracterizadas por baixa pluviosidade, temperaturas elevadas e longas épocas de seca. Por outro lado, a actividade agrícola desenvolvida na zona do alto Guadiana, em associação com a existência de diversas indústrias e em especial com o lançamento de efluentes domésticos não tratados, provenientes de várias vilas e cidades, quer espanholas quer portuguesas,

contribuíram para o aumento da carga orgânica existente, na altura, no rio (CARRAPIÇO, *et al.*, 1994).

No ano hidrológico de 1992/1993 foram registados valores muito elevados de nutrientes em três estações de monitorização (Monte da Vinha, Azenha dos Cerieiros e Rocha da Galé). Embora a existência de caudais tão baixos tenha contribuído para uma maior concentração de nutrientes na água, estes apenas aparecem fortemente correlacionados entre si, estando apenas o fósforo correlacionado significativamente com o caudal a montante. Este facto e os picos verificados apontam para a existência de descargas pontuais, provavelmente com origem em Espanha, já que a estação do Monte da Vinha se localiza junto à fronteira. Os fosfatos expressos em P_2O_5 (Fig. 6.1), apresentaram valores particularmente elevados no mês de ocorrência do “bloom” (Abril de 1993), tendo as concentrações extremas sido registadas a montante ($12,31 \text{ mg.l}^{-1}$ no Monte da Vinha), diminuindo ao longo do curso do rio ($1,46 \text{ mg.l}^{-1}$ na Rocha da Galé). Esta diminuição deverá ser o resultado de um efeito de diluição, uma vez que o Guadiana recebe diversos tributários entre Monte da Vinha e Mértola, e de processos de adsorção a matéria particulada e progressiva remoção para o sedimento e ainda de um consumo pela comunidade vegetal aquática. Em relação às formas de azoto, o comportamento geral foi idêntico ao do fósforo, com concentrações superiores a montante no ano de 1992/1993, tendo particularmente no que respeita ao azoto amoniacal atingido o valor de $1,710 \pm 0,819 \text{ mg. l}^{-1}$. O oxigénio dissolvido (OD) apresentou teores mais reduzidos, nos dois anos anteriores a 1993, mantendo, no entanto, valores médios anuais $> 65\%$ de saturação, apesar de se terem verificado correlações negativas entre este parâmetro e os diversos nutrientes analisados, em particular na estação da Rocha da Galé. A manutenção dos teores elevados de oxigénio dissolvido verificados poderá ter sido devida ao eventual aumento da taxa fotossintética, para além do aumento da relação superfície/volume (CARRAPIÇO, 1994).

O elevado índice de esporulação da planta associado aos baixos caudais e à elevada concentração de nutrientes no rio, em particular fosfatos, permitiram a *Azolla*, a ocupação de novos espaços ecológicos, que culminou no seu desenvolvimento explosivo, em Abril de 1993, apenas na parte portuguesa do rio Guadiana (CARRAPIÇO *et al.*, 1994).

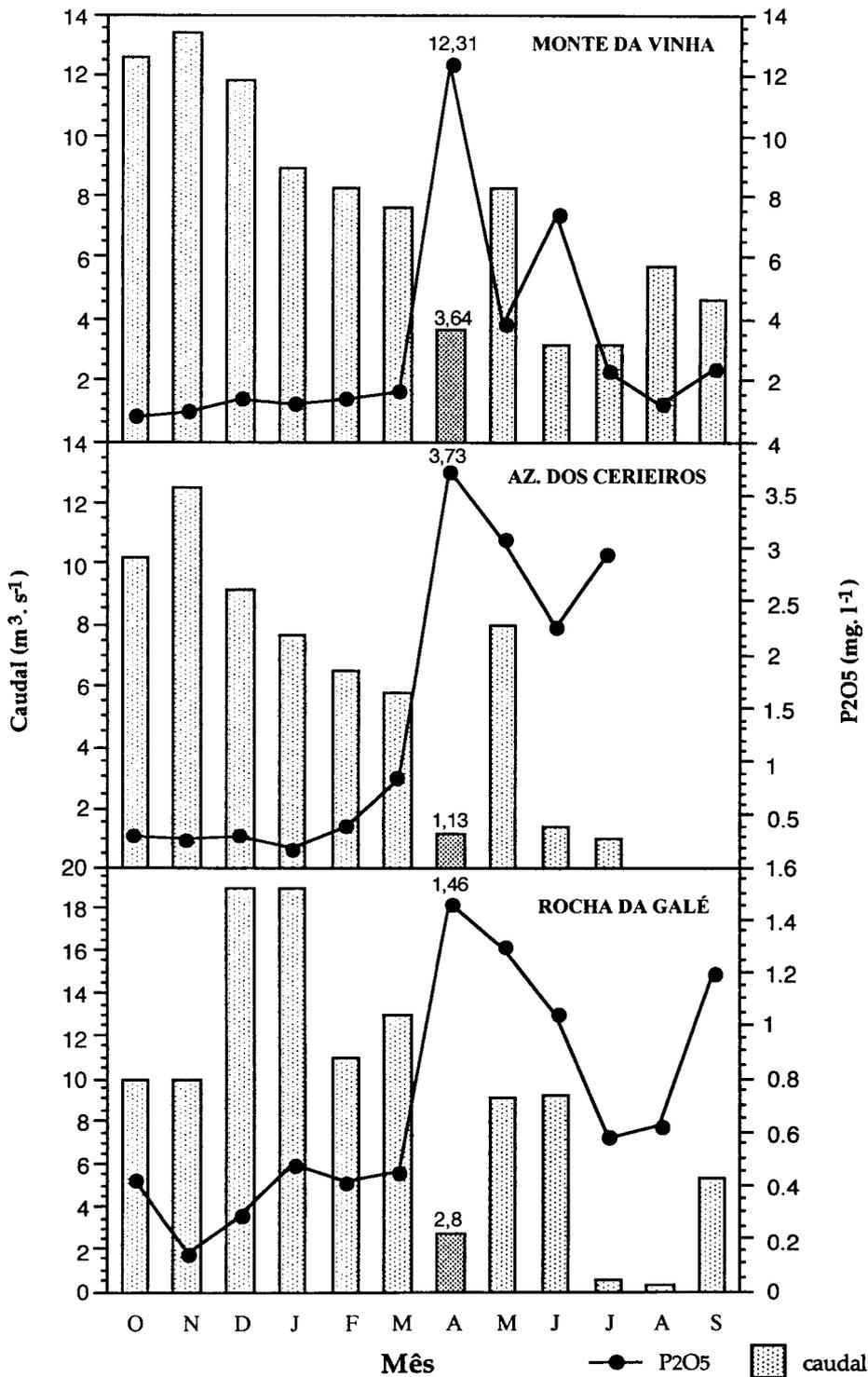


Fig. 6.1 - Evolução dos caudais e da concentração de fosfatos (P₂O₅) no ano hidrológico de 1992/93 nas três estações consideradas (in CARRAPIÇO, 1994).

6.3. EXTENSÃO

Em relação à extensão do “bloom” não foi possível encontrar qualquer relatório informativo detalhado por parte das Instituições envolvidas na remoção do pteridófito, pelo que esta descrição se baseou no visionamento do filme em VHS e nas fotografias aéreas efectuados pela Força Aérea Portuguesa (Esquadra 401 da Base Aérea Nº 1 - Sintra) em 15 e 16 de Abril de 1993, respectivamente, bem como no relatório da referida missão. Saliente-se que o filme foi efectuado entre a zona da foz do rio Guadiana (Vila Real de Stº António) e a zona da sua entrada em território português.

De acordo com os dados recolhidos, verifica-se que a planta se encontrava dispersa por diversos locais do curso do rio, formando “manchas” contínuas e/ou descontínuas e cuja dimensão aumentava de jusante para montante (Fig. 6.2).

De acordo com o relatório de missão efectuado pela Esquadra 401, desde Vila Real de Stº António até Odeleite as águas encontravam-se aparentemente normais, sem sinais visíveis de poluição. Entre Odeleite e a zona situada a 7,5 km a Sul de Mértola, a água apresentava um tonalidade acastanhada. A partir de Mértola são visíveis “manchas” de *Azolla*.

De facto, e de acordo com o visionamento do material audiovisual disponibilizado pela Força Aérea Portuguesa (filme em VHS e fotografias aéreas), junto à vila de Mértola observavam-se algumas “manchas” junto às margens. Em Azenhas de Mértola (aproximadamente 2 km a montante da vila) localizava-se uma “mancha” de grande dimensão. A Norte daquele local, um pequeno afluente da margem esquerda (Ribª da Lage) encontrava-se completamente coberto de *Azolla*. Mais a montante, na zona do Barranco das Vinhas, o rio apresentava também *Azolla*, aparentemente mais dispersa. Na zona do Carvoeiro (a montante do Barranco das Vinhas) as “manchas” de *Azolla* apresentavam uma extensão bastante significativa, cobrindo nalguns pontos, completamente, o leito do rio. A montante do Carvoeiro, junto às margens, *Azolla* era sempre visível até ao Moínho dos Canais, local onde se situava uma das maiores “manchas”. Entre o montante do Moínho dos Canais e a Ponte da estrada Beja-Serpa a planta ocupava extensões da ordem dos quilómetros (1-2 km), cobrindo nalguns casos a

totalidade do curso de água. A montante daquela ponte, *Azolla* concentrava-se em pequenas “manchas” junto às margens e nos remansos.

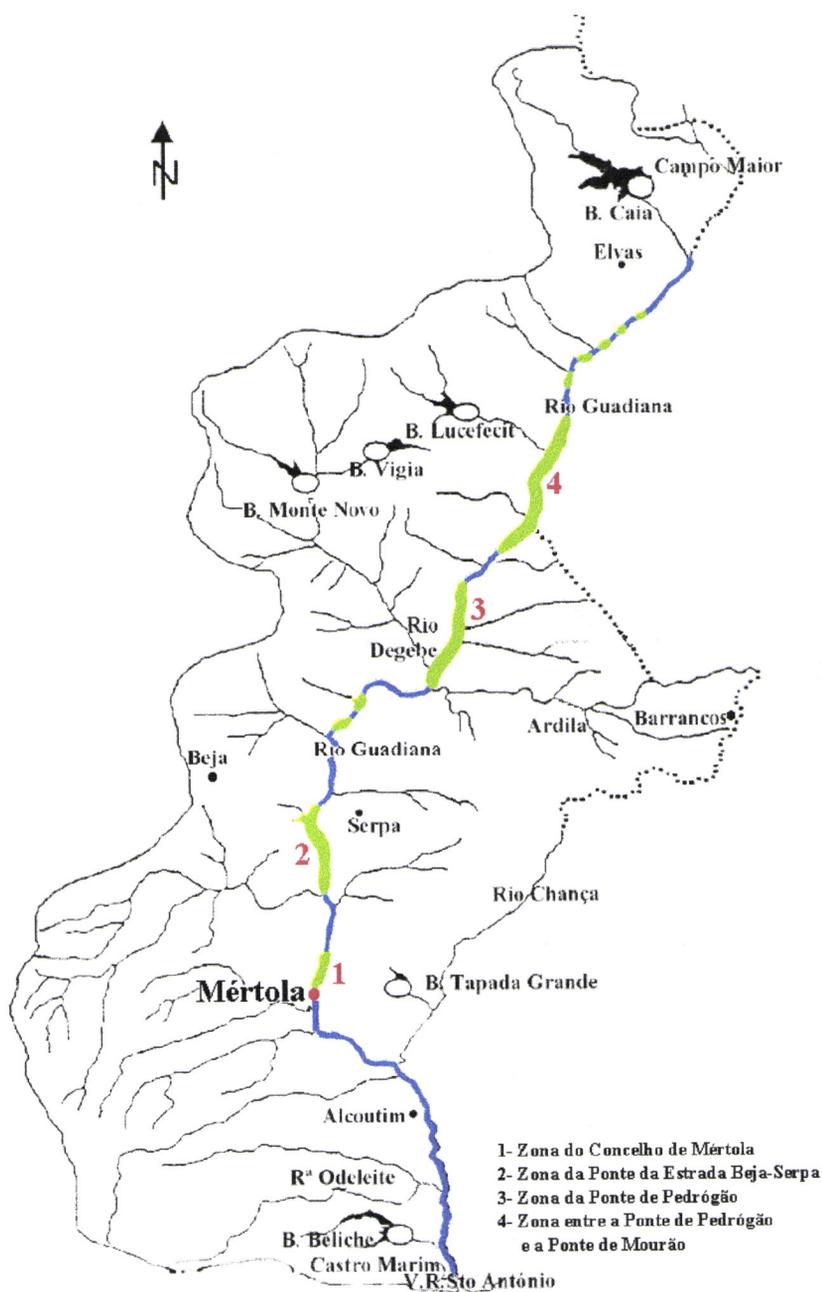


Fig. 6.2 - Localização das principais “manchas” de *Azolla* na parte portuguesa da Bacia Hidrográfica do rio Guadiana.

Próximo da Ponte de Pedrógão (a jusante) encontravam-se extensões contínuas de *Azolla*, com dimensões entre 1-2 km. Entre a Ponte de Pedrógão e a Ponte de Mourão, parece ter sido o local onde se encontrava a maior concentração daquela planta (Fig. 6.3).



Fig. 6.3 - Fotografia aérea de um troço do rio Guadiana, na zona entre Pedrógão e Mourão, sendo visível uma extensa “mancha” de *Azolla* (Fotografia amavelmente cedida pelo Prof. Doutor Francisco Carrapiço.

Esta fotografia foi efectuada a partir de um original existente no INAG em Abril de 1993).

Nalguns casos as “manchas” apresentavam extensões superiores a 1-2 km. A montante da Ponte de Mourão, *Azolla* concentrava-se em pequenas “manchas” junto às margens e nos remansos. A partir daí encontrava-se já bastante dispersa, até desaparecer por completo na zona fronteiriça.

De acordo com os dados recolhidos, verifica-se que na zona do Concelho de Mértola as “manchas” de *Azolla* de maior dimensão concentravam-se em Azenhas de Mértola,

Carvoeiro e Moínho dos Canais (Fig. 6.4), locais onde se procedeu à sua remoção. Entre aqueles locais, era visível a sua aglomeração na zona das margens e nos remansos.

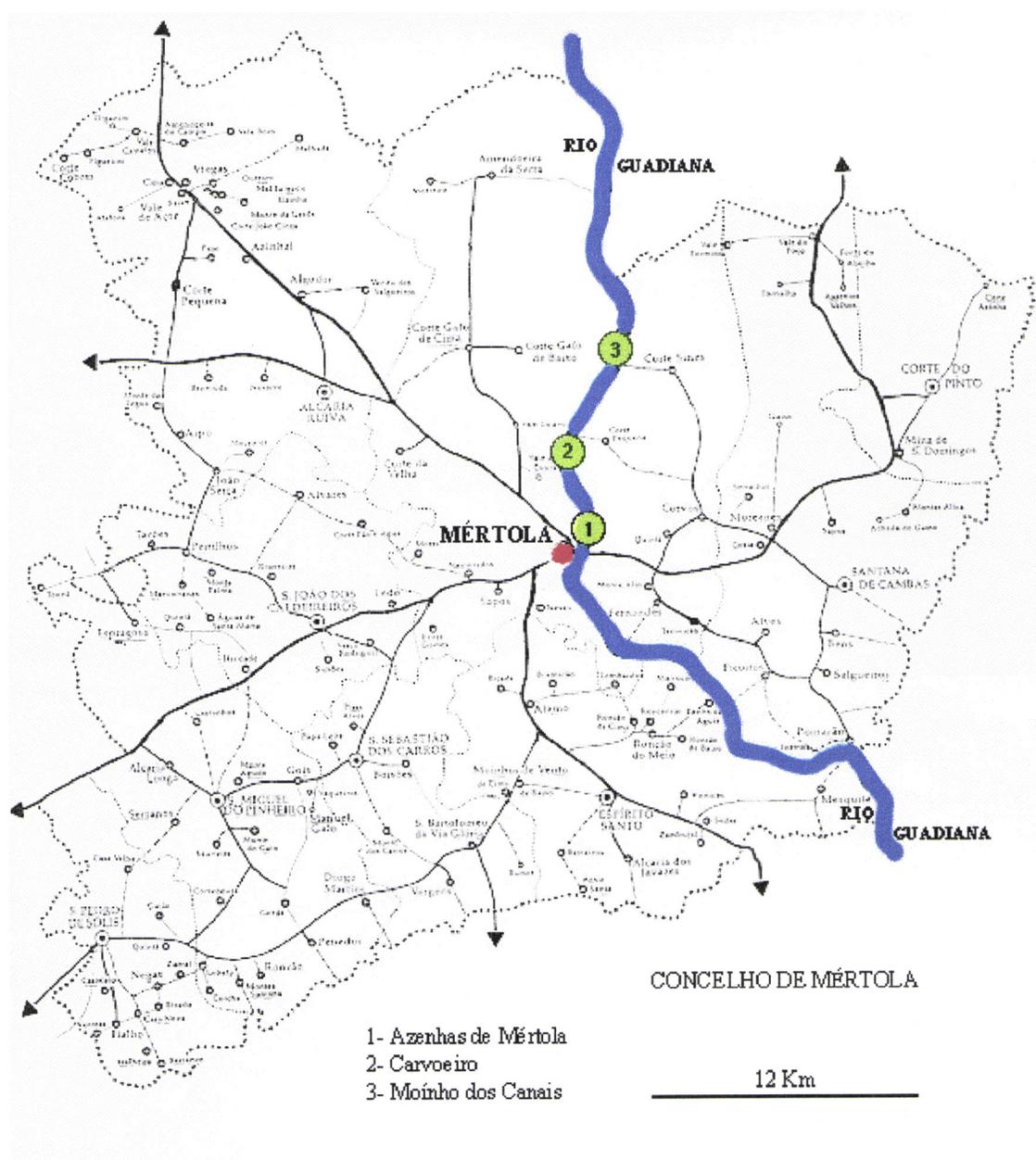


Fig. 6.4 - Localização das principais “manchas” de *Azolla* no Concelho de Mértola.

6.4. PROCESSOS DE GESTÃO E IMPACTE

6.4.1. INTERPRETAÇÃO DADA AO FENÓMENO

Da interpretação dada, pelas Entidades inquiridas, ao fenómeno (“bloom” de *Azolla*) (Anexos III e IV) verifica-se que algumas das Entidades (Instituto da Água, Direcção-Geral de Marinha) envolvidas no processo de gestão/remoção de *Azolla* no rio Guadiana, quando se deslocaram para o local da operação de remoção já eram conhecedoras da natureza do fenómeno, isto é, já sabiam o tipo de planta que estava na sua origem, uma vez que já tinha sido confirmada a sua identificação.

No entanto, a maioria das Entidades (Gabinete do Ministro do Ambiente e dos Recursos Naturais, Direcção Regional do Ambiente e dos Recursos Naturais do Alentejo, Associação de Defesa do Património de Mértola, Brigada de Hidrometria de Beja, Inspeção do Ambiente, Centro de Saúde de Mértola) interpretou o “bloom” como um fenómeno desconhecido. Este, segundo alguns, seria resultante de determinadas condições ambientais que se faziam sentir na altura: reduzido caudal do rio, temperatura da água demasiado elevada para a época do ano e carga poluente excessiva.

Outras Entidades (Comando do Corpo de Fuzileiros, Capitania do Porto de Vila Real de Stº António, Câmara Municipal de Mértola) julgaram tratar-se de uma alga.

Algumas Entidades (Regimento de Infantaria de Beja, Força Aérea Portuguesa, Direcção dos Serviços da Água) referiram que não sabiam do que se tratava e segundo o Capitão Paulo Alves (Esquadra 401 da Base Aérea Nº 1 - Sintra) as únicas informações de que dispunham eram as divulgadas pelos Órgãos de Comunicação Social.

Apenas um elemento da Direcção dos Serviços da Água - Évora (Engº Guia Marques) interpretou, desde início, o “bloom” de *Azolla* como um fenómeno natural.

Quando questionados acerca do grau de conhecimento em relação ao fenómeno em si (Fig. 6.5), 55% dos inquiridos consideraram-se informados e 11% bem informados. Dos

inquiridos que se consideraram informados ou bem informados, 56% responderam que o "bloom" foi devido ao desenvolvimento de uma alga (Fig. 6.6). Apenas 36% referiram tratar-se de um feto. Outros (8%) referiram tratar-se de uma bactéria. Saliente-se, porém, que os inquiridos que responderam bactéria (2) referiram simultaneamente: alga e bactéria (Anexo IV).

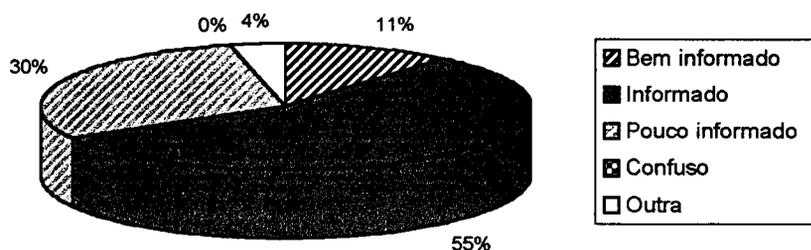


Fig. 6.5 - Graue de conhecimento em relação ao fenómeno - Perspectiva das Entidades Inquiridas.

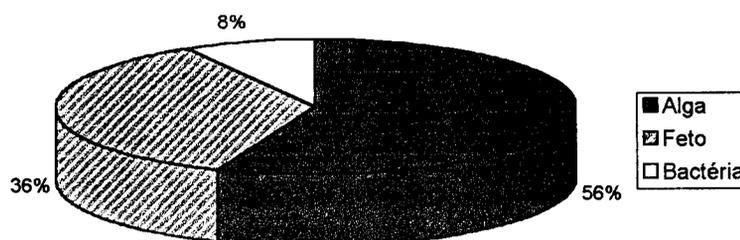


Fig. 6.6 - Natureza do organismo causador do "bloom" - Perspectiva das Entidades Inquiridas.

Na opinião geral da população inquirida, aquele fenómeno foi interpretado como algo desconhecido e anormal. A maior parte dos inquiridos referiram que não faziam ideia do que se tratava (Questão 1, Anexo V).

Quando questionada acerca do grau de conhecimento em relação ao fenómeno (Anexo V) (Fig. 6.7) a maior parte da população inquirida (32%) considera-se pouco informada.

Todavia, uma parte bastante significativa daquela população (50%) sente-se bem informada ou simplesmente informada. Outros, 10%, referem, geralmente, que “não entendem muito do assunto”.

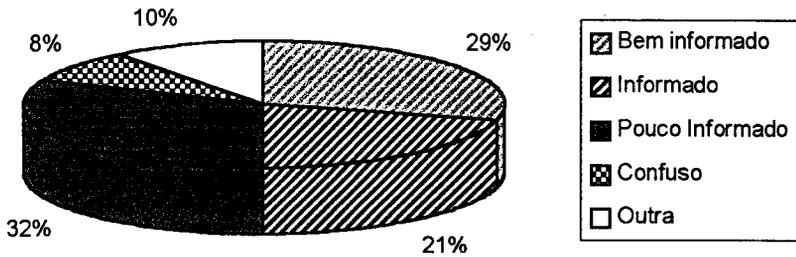


Fig. 6.7 - Grau de conhecimento em relação ao fenómeno - Perspectiva da População Inquirida.

Dos inquiridos que se consideram informados ou bem informados, a maioria (66%) considera que o “bloom” se deveu ao desenvolvimento de uma alga (Fig. 6.8). Somente 8% referiram feto. Uma parte significativa respondeu bactéria (18%). Saliente-se que 2 dos inquiridos responderam simultaneamente alga e bactéria. No total dos inquiridos, 11 não deram qualquer resposta no âmbito da questão: “*Considerando-se informado sobre esta matéria, este tipo de ocorrência deveu-se ao desenvolvimento explosivo de (...)*”. Estes referiram, em geral, que desconheciam ou simplesmente não sabiam.

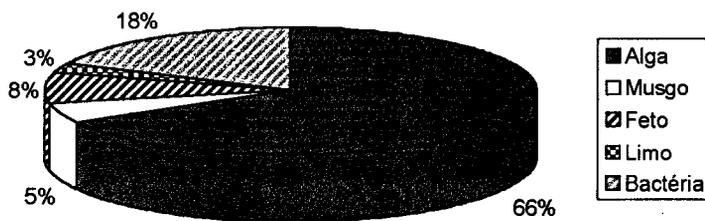


Fig. 6.8 - Natureza do organismo causador do “bloom” - Perspectiva da População Inquirida.

A maioria das pessoas inquiridas refere que numa eventual repetição do “bloom” de *Azolla* agiriam de forma diferente, pois teriam em atenção os conhecimentos já adquiridos. Alguns pescadores referem que não se preocupariam como da primeira vez e

em princípio nada fariam de especial. Outros referem que voltariam a remover a planta do rio (Questão 24, Anexo V).

Relativamente ao tipo de informação dada à população pelas Instituições Oficiais, acerca do fenómeno, verifica-se que face à questão: "*Acha que as Entidades Oficiais informaram adequadamente a população sobre o fenómeno em causa?*" (Fig. 6.9), a maioria dos inquiridos (65%), embora desconhecendo a verdadeira origem daquele fenómeno, considera que as Entidades Oficiais, envolvidas na gestão do problema, informaram adequadamente a população. Referem, ainda, que essa informação foi obtida, essencialmente, através de comunicados e editais emanados da própria Autarquia e por intermédio dos Órgãos de Comunicação Social. Os restantes (35%) consideram que a informação, sobre o fenómeno, dada pelas Entidades Oficiais foi tardia e insuficiente.

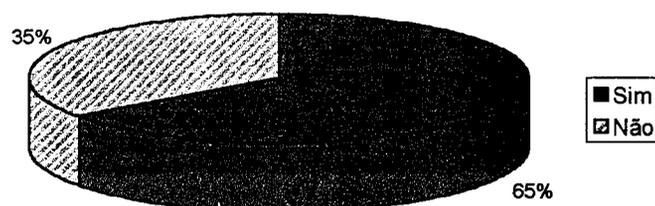


Fig. 6.9 - Adequação da informação dada pelas Entidades Oficiais acerca do fenómeno - Perspectiva da População Inquirida.

Por outro lado, as Entidades inquiridas quando questionadas sobre se: "*A população foi informada, por parte desta instituição, acerca do fenómeno em causa?*" (Anexo IV) respondem, na sua maioria, negativamente. Incluem este grupo, além de outras, as Entidades directamente envolvidas na parte operativa da recolha de *Azolla* (Regimento de Infantaria de Beja, Direcção-Geral de Marinha, Capitania do Porto de Vila Real de Stº António). Algumas Entidades (Gabinete do Ministro do Ambiente e dos Recursos Naturais, Instituto da Água, Câmara Municipal de Mértola e Associação de Defesa do Património de Mértola) afirmam que a população foi informada, essencialmente, através de comunicados oficiais e dos Órgãos de Comunicação Social. As Entidades Locais referem, ainda, que houve contactos directos com a população, nomeadamente junto dos pescadores e da comunidade escolar.

Todavia, e face ao desconhecimento geral sobre o fenómeno evidenciado pela população inquirida, a sensibilização/informação aparentemente parece não ter sido suficiente. De facto, a realização de acções de Educação Ambiental, conducentes à mudança de atitudes face a fenómenos desta natureza, foi pouco significativa. Perante a questão: “*Foram desenvolvidas, posteriormente, acções de Educação Ambiental junto da população sobre este tipo de ocorrências (desenvolvimento anormal de determinadas plantas aquáticas)?*” (Anexo IV) apenas três das Entidades envolvidas no processo de gestão/remoção de *Azolla* do rio (Gabinete do Ministro do Ambiente e dos Recursos Naturais, Associação de Defesa do Património de Mértola e Guarda Nacional Republicana) referiram que foram realizadas palestras e distribuído diverso material informativo junto da comunidade local. Saliente-se, no entanto, que apesar dos esforços desenvolvidos não foi possível encontrar quaisquer documentos referentes ao material distribuído ou ao tipo de palestras realizadas, o que teria sido um importante contributo para a análise do fenómeno na vertente formativa da população.

Por outro lado, verifica-se que nem todas as Entidades envolvidas no processo de gestão/remoção da *Azolla* procederam, posteriormente, à elaboração de qualquer tipo de relatório detalhado, relacionado com o fenómeno. Apenas as Entidades directamente envolvidas na operação de remoção (Direcção-Geral de Marinha, Comando do Corpo de Fuzileiros e Regimento de Infantaria de Beja) elaboraram relatórios individuais sobre a missão, destinados à instituição em si. Na maior parte dos casos esses relatórios tinham como objectivo principal a descrição da missão realizada e os custos efectuados com a mesma. Em relação ao Comando do Corpo de Fuzileiros é de salientar que o respectivo relatório seguiu para o Ministério da Defesa Nacional, tendo aquele Comando sido agraciado com o prémio de Defesa Nacional e Ambiente em 1994, fruto da sua intervenção na operação de remoção de *Azolla*. Refira-se que o mesmo prémio foi atribuído ao Regimento de Infantaria de Beja e à Força Aérea (Esquadra 401 da Base Aérea N° 1 - Sintra). Também a Força Aérea referiu que foi elaborado um relatório, como é norma em qualquer missão efectuada. A Direcção Regional do Ambiente e dos Recursos Naturais do Alentejo e a Inspecção do Ambiente elaboraram, igualmente, relatórios da ocorrência do fenómeno. No caso da Direcção Regional do Ambiente e dos Recursos Naturais do Alentejo os relatórios efectuados destinaram-se,

fundamentalmente, a dar conhecimento ao Chefe de Gabinete do Ministro do Ambiente e dos Recursos Naturais sobre o ponto da situação relativo à *Azolla* no rio Guadiana. O relatório da Direcção Geral do Ambiente (Inspecção do Ambiente), cujo assunto dizia respeito à eutrofização do rio Guadiana na zona de Mértola, destinou-se a dar conhecimento à Direcção Regional do Ambiente e dos Recursos Naturais do Alentejo.

Relativamente às causas que estiveram na origem da ocorrência daquele fenómeno, face à questão: “*Em sua opinião que causa(s) estiveram na origem do referido “bloom”?*” (Anexo IV) os representantes das várias Entidades inquiridas referem, na generalidade, que a ocorrência daquele fenómeno resultou, essencialmente, da conjugação de vários factores, entre os quais se destacam o reduzido caudal do rio, a temperatura da água (demasiado elevada) e o excesso de nutrientes. Referem, ainda, na sua maioria, que não tiveram conhecimento de quaisquer alterações na água do rio antes do aparecimento do “bloom” de *Azolla*. A população local, aparentemente, parece ter uma opinião diferente. A maioria dos inquiridos associa o fenómeno à limpeza de uma barragem. O excesso de carga poluente na água do rio, o reduzido caudal, e a situação de seca que se vivia na altura no Alentejo constituem outras causas enumeradas por alguns dos inquiridos. Por outro lado, referem, na sua maioria, que antes do aparecimento do “bloom” notaram algumas alterações na água do rio, principalmente ao nível da cor e do cheiro.

Da análise destes dados pode concluir-se:

1. A maioria das Entidades inquiridas interpretou, inicialmente, o “bloom” como um fenómeno desconhecido.
2. Embora a maior parte dos representantes das várias Entidades se considerem informados acerca do assunto em questão, desconhecem, no entanto, a verdadeira natureza da planta causadora do “bloom”. A maioria considera, ainda hoje, que o mesmo se deveu ao desenvolvimento explosivo de uma alga.

3. O não conhecimento da natureza da planta causadora do “bloom” poderá estar relacionado com a ausência de troca de informação, numa fase posterior àquele acontecimento, entre as várias Entidades envolvidas.

4. O desconhecimento geral, face ao fenómeno, evidenciado pela população inquirida poderá estar relacionado com a natureza inédita do mesmo, bem como, com a deficiente informação fornecida por parte das Entidades envolvidas. Além disso, o nível de instrução da população em geral dificulta a interpretação dada ao fenómeno. Este aspecto revela-se, principalmente, na contradição existente entre o número de pessoas que se considera informado ou bem informado acerca do assunto (50%) e o conhecimento do organismo causador do fenómeno. Destes, a maioria (66%) responde que aquele acontecimento se deveu ao desenvolvimento de uma alga.

5. Apesar do desconhecimento geral, face ao fenómeno, a maioria da população inquirida (65%) considera que foi adequadamente informada pelas Entidades envolvidas no processo de gestão/remoção de *Azolla* do rio Guadiana. Este facto é, aparentemente, pouco consentâneo com a realidade dos dados já que existe uma aparente contradição entre as acções de formação realizadas e o conhecimento geral do fenómeno evidenciado pela população. Além disso, o grau de informação demonstrado por algumas das Entidades inquiridas, revela a existência de lacunas sobre a verdadeira natureza do fenómeno em causa.

6. A realização de acções de Educação Ambiental para sensibilização/informação da população face a fenómenos deste género foi, em princípio, insuficiente.

7. Quer a população, quer as Entidades inquiridas revelam possuir deficiências no que diz respeito à natureza do fenómeno, nomeadamente, sobre o organismo que esteve na sua origem.

8. Aparentemente não houve troca e disponibilização da informação obtida entre as várias Entidades e as Entidades e a população para um verdadeiro esclarecimento sobre o fenómeno ocorrido, assim como para a correcção de procedimentos em situações futuras.

6.4.2. DESENCADEAMENTO DA ACÇÃO

As Entidades Locais (Câmara Municipal de Mértola e Associação de Defesa do Património de Mértola) tendo tido conhecimento imediato do fenómeno, quer através dos pescadores, quer por observação directa, tentaram numa primeira fase proceder à remoção da planta do rio através da mobilização de equipas de limpeza constituídas por elementos da Câmara Municipal, da Associação de Defesa do Património e pescadores. A par desta intervenção foram alertados de imediato os serviços centrais e regionais do Ministério do Ambiente e dos Recursos Naturais. Também os Órgãos de Comunicação Social foram alertados, bem como outros organismos que intervêm no domínio da investigação científica. Após uma das primeiras reportagens efectuadas pela televisão, sobre o fenómeno na altura, o Prof. Doutor Francisco Carrapiço contactou telefonicamente o Presidente da Câmara Municipal, informando que tudo parecia indicar tratar-se de *Azolla*, com base na análise visual das imagens difundidas. No seguimento desse contacto, solicitou que fossem enviadas amostras para o Departamento de Biologia Vegetal da Faculdade de Ciências da Universidade de Lisboa para uma adequada identificação da planta. A este pedido acedeu o referido Autarca, fazendo chegar àquele Departamento, no dia seguinte, as respectivas amostras da planta. Os resultados obtidos vieram confirmar a identificação inicialmente feita. A Autarquia coordenou localmente, conjuntamente com outras Entidades Regionais e Nacionais, todo o processo de gestão de *Azolla*. Numa fase posterior, a Guarda Nacional Republicana local deu apoio logístico, que oficialmente estava autorizada a prestar, às equipas de limpeza que se encontravam na zona de Mértola.

A Direcção Regional do Ambiente e Recursos Naturais do Alentejo após conhecimento do “bloom” (através de fax conjunto enviado pela Câmara Municipal de Mértola e pela Associação de Defesa do Património de Mértola em 7 de Abril de 1993) contactou o Presidente da Câmara Municipal em 12 de Abril, ao qual solicitou que se procedesse de imediato à remoção de *Azolla* do rio (na altura ainda não identificada como tal). No entanto, a própria Autarquia tinha, nessa altura, já iniciado os trabalhos de remoção, os quais decorreram nos dias 8, 13, 14 e 15 de Abril. Tais trabalhos foram efectuados com a ajuda de redes dos pescadores e outras adquiridas na altura por aquela Entidade, para tentar travar o avanço das “manchas” de *Azolla*. As redes foram colocadas nos locais de

maior concentração da planta: Canais e Azenhas de Mértola, localizados respectivamente a cerca de 8 e 2 quilómetros a montante da vila de Mértola (Fig. 6.4) (DRARN Alentejo, 1993a).

Já conhecedora da situação, a Direcção Regional do Ambiente e dos Recursos Naturais do Alentejo, na pessoa da sua directora, Dr^a Lina Jan, no dia 8 de Abril deu instruções aos técnicos do Laboratório da Delegação do Instituto da Água em Santo André e aos Guarda-Rios da zona para se apresentarem na Câmara Municipal de Mértola no dia 12, a fim de recolherem informações sobre o fenómeno em causa e amostras de água e fitoplâncton para análise. Simultaneamente, desencadeou uma série de contactos com várias Entidades (Direcção Geral do Ambiente e Instituições Universitárias) com vista à obtenção de apoio técnico-científico para identificação do fenómeno. Na sequência deste processo a Direcção Regional do Ambiente e dos Recursos Naturais do Alentejo contactou nos dias 13 e 14 de Abril o Departamento de Biologia da Universidade de Évora, o Departamento de Biologia Vegetal da Faculdade de Ciências da Universidade de Lisboa e a Faculdade de Ciências e Tecnologia da Universidade Nova de Lisboa. Na Faculdade de Ciências da Universidade de Lisboa foram deixadas amostras e solicitados os respectivos relatórios. Ao Prof. Doutor Francisco Carrapiço foram solicitadas indicações das medidas a tomar para a gestão da planta, bem como a reconfirmação da identificação da planta causadora do "bloom". Foi igualmente contactada a Confederação Hidráulica do Guadiana em Badajoz e o Secretário da mesma confederação em Ciudad Real, com o objectivo de se saber se o problema existia em Espanha, os quais referiram não ter conhecimento de qualquer situação anómala. No dia 15 de Abril, através de um relatório sobre o ponto da situação relativo ao "bloom" de *Azolla* no Guadiana, a Direcção Regional do Ambiente e dos Recursos Naturais do Alentejo deu informações ao Chefe de Gabinete do Ministro do Ambiente e dos Recursos Naturais sobre os trabalhos realizados até ao momento. Propôs ainda aquela Entidade o contacto com o Chefe de Estado-Maior da Armada e o Chefe de Estado-Maior da Força Aérea para a disponibilização de recursos humanos e materiais para colaboração na operação de gestão/remoção de *Azolla* do rio Guadiana (DRARN Alentejo, 1993b).

A decisão de envolvimento das Forças Armadas no processo foi uma decisão governamental, conforme informação do Prof. Doutor Carlos Borrego, então Ministro do Ambiente e dos Recursos Naturais. O Ministério do Ambiente e dos Recursos Naturais

solicitou ao Ministério da Defesa Nacional a autorização para o pedido de intervenção das Forças Armadas (Anexo III).

No seguimento da acção desencadeada pela Direcção Regional do Ambiente e dos Recursos Naturais do Alentejo, e através dos contactos efectuados entre o Gabinete do Ministro do Ambiente e dos Recursos Naturais e o Ministério da Defesa Nacional foram mobilizados elementos das Forças Armadas (Direcção-Geral de Marinha, Comando do Corpo de Fuzileiros e Regimento de Infantaria de Beja) para colaboração na operação de limpeza do rio. Foi também solicitado à Força Aérea Portuguesa (Esquadra 401 da Base Aérea Nº 1, em Sintra) um voo de reconhecimento das “manchas” de *Azolla* (dia 15 de Abril) e um levantamento aéreo fotográfico do rio Guadiana desde a sua entrada em território português até ao Pomarão (dia 16 de Abril). O filme realizado, em VHS, assim como as fotografias aéreas permitiram visualizar a extensão do referido “bloom”.

Simultaneamente, e durante todo este processo, foram realizadas periodicamente (de 2 em 2 dias) análises à água do rio.

A Direcção Regional do Ambiente e dos Recursos Naturais do Alentejo contactou, também, a Delegação Regional do Instituto do Emprego e Formação Profissional com vista à disponibilização de 40 lugares do POC - Programa Ocupacional de Emergência - (decorrente da situação de seca que se fazia sentir) para os pescadores interessados (DRARN Alentejo, 1993a).

A par do desenrolar de todo este processo de gestão estavam, além da Direcção Regional do Ambiente e dos Recursos Naturais do Alentejo e das Entidades Locais, o Gabinete do Ministro do Ambiente e dos Recursos Naturais, o Instituto da Água, a Direcção-Geral do Ambiente (Inspeção do Ambiente), a Direcção dos Serviços da Água - Évora e a Brigada de Hidrometria de Beja, Entidades a quem competiu respectivamente:

- Coordenar o processo e fazer a ligação com o Gabinete do Secretário de Estado do Ambiente e dos Recursos Naturais, bem como a articulação administrativa e logística com outros organismos/universidades/serviços regionais;
- Pedir a intervenção de quem na altura pudesse ter uma acção directa na limpeza do rio, o que foi feito recorrendo ao Ministério da Defesa Nacional e à Direcção-Geral de Marinha, identificar o fenómeno e as razões do seu aparecimento;

- Equacionar as possíveis causas do aparecimento do fenómeno;
- Assegurar no terreno as directivas emanadas superiormente, nomeadamente do INAG;
- Reconhecimento visual do rio e recolha de amostras (Anexo III e IV).

No dia 20 de Abril, foi efectuada uma reunião no Gabinete do Ministro do Ambiente e Recursos Naturais, com a presença do Chefe do Gabinete do Ministro do Ambiente e dos Recursos Naturais, da Directora Regional de Ambiente e dos Recursos Naturais do Alentejo, do Eng^o Baganha Fernandes (Direcção-Geral de Marinha), da Dr^a Laudomira Ramos (Instituto da Água) e do Prof. Francisco Carrapiço (Departamento de Biologia Vegetal da Faculdade de Ciências da Universidade de Lisboa), para fazer o ponto da situação relativamente ao processo de gestão/remoção de *Azolla* do Guadiana, bem como ponderar novas medidas de actuação. Dessa reunião, e segundo informação recolhida, em dossier sobre o processo *Azolla*, na Direcção-Geral de Marinha, foram elaboradas as seguintes conclusões por parte daquela Entidade:

- «Aguardar os resultados da operação de recolha no local designado e definição de procedimentos futuros.»;
- «A manter-se a dificuldade na movimentação das manchas de algas até ao local de recolha, irá ser tentado com os meios locais (bombeiros) a possibilidade de as empurrar por bombagem de água. Se localmente não existir esta possibilidade poder-se-ia recorrer a bombas existentes no serviço.»;
- «Caso a situação se desenrole normalmente, a operação dos meios da marinha poderá terminar no próximo dia 25 de Abril.».

Os dados obtidos permitem concluir:

1. As Entidades Locais (Câmara Municipal de Mértola e Associação de Defesa do Património de Mértola) tiveram conhecimento do fenómeno, quer por observação directa no local, quer por intermédio dos pescadores.
2. As Entidades Nacionais e Regionais do Ministério do Ambiente e dos Recursos Naturais foram alertadas para a ocorrência do fenómeno através das Entidades Locais.
3. À Direcção Regional do Ambiente e dos Recursos Naturais do Alentejo foi incumbida a tarefa de coordenar localmente, conjuntamente com as Entidades Locais (Câmara

Municipal de Mértola e Associação de Defesa do Património de Mértola), o processo de gestão/remoção de *Azolla* do rio, de acordo com directivas emanadas superiormente.

4. À Direcção-Geral de Marinha, ao Comando do Corpo de Fuzileiros e ao Regimento de Infantaria de Beja foi delegada a tarefa de remoção da planta do rio, com a ajuda dos pescadores locais.

6.4.3. COORDENAÇÃO DO PROCESSO

O Gabinete do Ministro do Ambiente e dos Recursos Naturais após conhecimento do fenómeno, delegou na Direcção Regional do Ambiente e dos Recursos Naturais do Alentejo as funções de coordenação de todo o processo de gestão/remoção de *Azolla* do rio Guadiana. Nesta coordenação, a Direcção Regional do Ambiente e dos Recursos Naturais do Alentejo teve o apoio das Entidades Locais (Câmara Municipal de Mértola e Associação de Defesa do Património de Mértola).

Interessa salientar a perspectiva das várias Entidades, envolvidas no processo de gestão/remoção de *Azolla*, acerca da coordenação do mesmo (Anexo III). Assim, as Entidades Locais e Regionais (Direcção Regional do Ambiente e dos Recursos Naturais do Alentejo, Câmara Municipal de Mértola e Associação de Defesa do Património de Mértola) consideram que a coordenação foi suficiente, embora tenham existido pequenas falhas devido, sobretudo, à novidade do fenómeno em si (Anexo III).

Outras (Capitania do Porto de Vila Real de Stº António, Direcção dos Serviços da Água, Comando do Corpo de Fuzileiros e Regimento de Infantaria de Beja) consideram que não sentiram problemas ao nível da coordenação. No entanto, dois elementos do Regimento de Infantaria de Beja referem que no primeiro dia da operação de remoção houve alguma descoordenação, justificando que as forças operativas envolvidas naquele processo tiveram muito pouco tempo de preparação entre a incumbência da missão e a sua ida para o local da acção (Anexo III). Por outro lado, os elementos da Força Aérea e da Brigada de Hidrometria referem que o facto de não terem participado directamente na operação de remoção não lhes permite emitir um opinião acerca do assunto (Anexo III).

Por outro lado, o Eng^o Baganha Fernandes, que chefiou a equipa da Direcção-Geral de Marinha, considera que na globalidade houve alguma descoordenação no processo. Em sua opinião a partir do momento que este tipo de situações se despoleta deverá ser criado um “grupo de gestão da crise” com várias componentes: a operativa da recolha, a da informação para a Comunicação Social, a técnica para conhecimento do produto em causa, a ambiental e a componente autárquica. Esse grupo, segundo aquele oficial, deverá ser coeso, operativo, e reunir periodicamente para fazer o ponto da situação e a correcção de procedimentos (Anexo III). Também o Dr. Orlando Borges (Instituto da Água) refere que os mecanismos de coordenação não foram suficientes. O próprio Prof. Doutor Carlos Borrego, Ministro do Ambiente e dos Recursos Naturais, na altura, admite que possa ter havido alguma descoordenação. No entanto, e como refere, julga ter havido da parte da Direcção Regional do Ambiente e dos Recursos Naturais do Alentejo uma preocupação constante em acompanhar no próprio local, durante todo o tempo, a evolução da situação, uma vez que ao nível do Ministério houve, de facto, a tentativa de que a coordenação fosse feita regionalmente (Anexo III).

Na Fig. 6.10 destaca-se a avaliação da intervenção das Entidades envolvidas, no processo de gestão/remoção de *Azolla* do Guadiana, na perspectiva das Entidades inquiridas (Anexo IV).

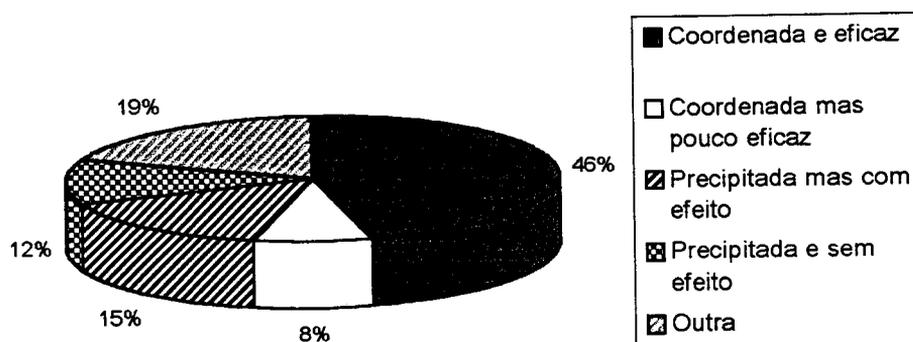


Fig. 6.10 - Avaliação da intervenção das Entidades envolvidas no processo de gestão/remoção de *Azolla* - Perspectiva das Entidades Inquiridas.

A maioria das Entidades inquiridas (54%) considera que houve coordenação no processo de gestão/remoção de *Azolla* do rio. No entanto, alguns dos representantes daquelas Entidades (8%) considera que a intervenção embora coordenada foi pouco eficaz.

Outros, 27%, consideram que a intervenção das várias Entidades foi precipitada, tendo no entanto, na opinião da maioria destes inquiridos (15%), resultado eficazmente. Alguns dos inquiridos (19%) têm opiniões diversificadas. Estes, consideram que a intervenção das Entidades envolvidas foi “descoordenada, mas com algum efeito”; “descoordenada, mas com efeito”; “demorada e de eficácia duvidosa” e “razoavelmente coordenada e com alguma eficácia”.

Ainda em relação à intervenção das Entidades envolvidas naquele processo interessa salientar a opinião da população inquirida (Fig. 6.11).

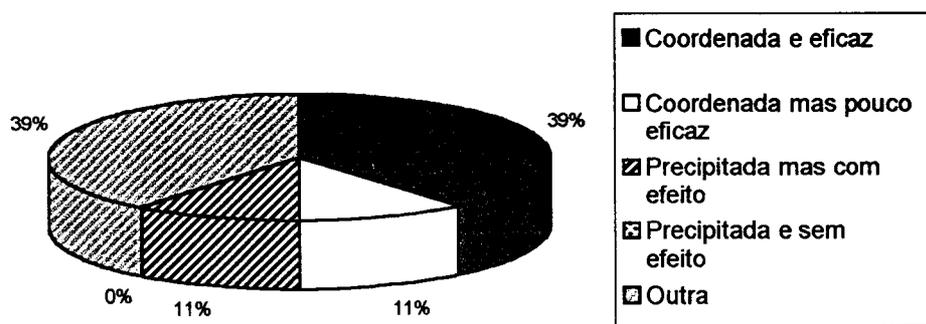


Fig. 6.11 - Avaliação da intervenção das Entidades envolvidas no processo de gestão/remoção de *Azolla* - Perspectiva da População Inquirida.

De acordo com os dados obtidos verifica-se que a maior parte da população inquirida (50%) considera que a intervenção das Entidades envolvidas no processo foi coordenada. Destes, 39% dos inquiridos considera essa intervenção eficaz. Os restantes 11%, referem que o trabalho efectuado, embora coordenado foi pouco eficaz. Somente 11% dos inquiridos consideram que aquela intervenção foi precipitada, embora tivesse resultados positivos. Outros, 39%, referem que o trabalho efectuado foi “bem feito” e resultou eficazmente (Anexo V).

Pela análise dos dados obtidos pode concluir-se:

1. A maior parte das Entidades inquiridas (54%) considera que houve coordenação no processo, embora com algumas falhas, principalmente numa fase inicial. A natureza

inédita do fenómeno e o desconhecimento global do mesmo, poderão estar na origem dessas falhas.

2. Uma parte dos representantes das várias Entidades inquiridas (27%) avalia a intervenção das Entidades envolvidas no processo como tendo sido precipitada. Nalguns casos (15%) consideram que a mesma, embora precipitada, foi eficaz. Outros (12%), referem que a mesma não teve qualquer efeito.

3. Somente 19% dos representantes da Entidades inquiridas revelou dúvidas em relação à coordenação do processo.

4. Os elementos das Entidades directamente envolvidas na parte operativa da remoção de *Azolla* parecem ser aqueles que levantaram mais dúvidas sobre a coordenação eficaz do processo, talvez por sentirem diversas dificuldades no terreno.

5. Aparentemente, a opinião geral da população inquirida parece ser semelhante à opinião partilhada pelas Entidades inquiridas. De facto, a maior parte da população inquirida considera que a intervenção das Entidades envolvidas no processo de gestão/remoção de *Azolla* foi boa, uma vez que conduziu a resultados bastante positivos.

6.4.4. OPERAÇÃO DE REMOÇÃO

No dia 17 de Abril, no cais do Guadiana, em Mértola, reuniram-se os elementos da Direcção-Geral de Marinha, do Departamento Marítimo do Sul, da Capitania do Porto de Vila Real de Stº António, dos Serviços Hidráulicos do Sul e outros para análise da situação e definição da estratégia de actuação face ao fenómeno. Decidiram então, de imediato, concentrar esforços na zona das Azenhas de Mértola e na zona dos Canais. Nesse mesmo dia, e sob a coordenação do Comandante Tenente Joaquim Nobre, Capitão do Porto de Vila Real de Stº António, um pelotão do Comando do Corpo de Fuzileiros e uma equipa da Direcção-Geral de Marinha deu início à recolha de *Azolla* na zona das Azenhas de Mértola. O restantes elementos da Direcção-Geral de Marinha e do Regimento de Infantaria de Beja deslocaram-se para a zona dos Canais, um dos locais de maior concentração da planta, a montante de Mértola. No dia seguinte foi seleccionada a

zona do Carvoeiro (entre Mértola e os Canais) para a continuação dos trabalhos (REVISTA DA ARMADA, 1993). Nesse mesmo dia, deslocou-se ao local das operações, para se inteirar da situação, o Director-Geral da Marinha, Almirante Cartaxo (MARINHA, 1994).

A Capitania do Porto de Vila Real de Stº António quando foi solicitada a intervir, através da Direcção-Geral de Marinha, já era conhecedora do fenómeno. Pelo facto da sua área de jurisdição no Guadiana ter como limite, a montante, as Azenhas de Mértola, os agentes da Polícia Marítima já tinham efectuado uma deslocação a Mértola para reconhecimento do “bloom” de *Azolla*. A mesma Entidade comunicou o facto ao Departamento Marítimo do Sul, o qual informou posteriormente a Direcção Regional do Ambiente e dos Recursos Naturais do Alentejo de que os seus meios eram muito limitados, pelo que sugeriu que fosse feito o pedido de colaboração ao Chefe de Estado Maior da Armada. (Anexos III e IV).

O Serviço de Combate à Poluição no Mar por Hidrocarbonetos, da Direcção-Geral de Marinha, chefiado na altura pelo Engº Baganha Fernandes, utilizou na operação de remoção de *Azolla* as barreiras normalmente utilizadas na recolha de hidrocarbonetos (barreiras flutuantes). Foram utilizadas barreiras de pequena dimensão devido à pouca profundidade da água nas zonas onde se concentravam as maiores “manchas” de *Azolla* e devido à dificuldade dos acessos em determinados locais. Segundo a opinião do Engº Baganha Fernandes, as barreiras não se comportaram da melhor maneira na recolha da planta devido à sua pouca capacidade de resistência face ao deslocamento da planta motivado pela corrente e vento e igualmente à força exercida pela concentração de *Azolla*. No entanto, quando dispostas obliquamente ao leito do rio, funcionaram relativamente bem como canalizadoras do produto para as margens, onde posteriormente era recolhido (Anexo III).

No dia 19 de Abril foi considerado terminado o trabalho de recolha de *Azolla* na zona das Azenhas de Mértola. No entanto, devido ao ventos que se faziam sentir e à ausência de caudal suficiente, a planta não se deslocava para jusante em direcção às barreiras, mas sim para montante. Estas condições ambientais dificultaram, em parte, o trabalho da remoção (REVISTA DA ARMADA, 1993).

Nos dias 21, 22 e 23 devido às variações de direcção do vento, com predominância de Sul, a planta dispersou-se de modo a não ser possível a sua recolha. As maiores concentrações encontravam-se em zonas inacessíveis por terra. Assim, foram efectuadas pequenas recolhas de *Azolla*, incluindo várias tentativas de recolha em botes, em zonas sem acesso por terra, mas que demonstraram ser pouco rentáveis (MARINHA, 1994). Deste modo, no dia 23 de Abril a operação de limpeza do rio foi suspensa, tendo apenas ficado alguns elementos da Direcção-Geral de Marinha, no Carvoeiro, para controlar a situação. Aí foram mantidas as barreiras durante mais algum tempo (REVISTA DA ARMADA, 1993). Efectivamente, os trabalhos de recolha de *Azolla* foram considerados terminados no dia 3 de Maio (DRARN Alentejo, 1993a).

O Comando do Corpo de Fuzileiros participou na operação de remoção de *Azolla* com um pelotão de 24 homens (2 oficiais, 2 sargentos e 22 praças) chefiado pelo Capitão Tenente Ferreira de Campos. Em termos de meios materiais foram utilizados 6 botes de borracha “Zebro III”, viaturas todo-o-terreno e outro material diverso, como ancinhos e pás. Ao Oficial Fuzileiro, 2º Tenente Alberto, foi incumbida a tarefa de liderar no local as tarefas da remoção (MARINHA, 1994; Anexos III e IV).

Ao Regimento de Infantaria de Beja, cuja missão foi solicitada através de mensagem do Quartel General da Região Militar do Sul, foi delegada a tarefa de apoiar os elementos da Direcção-Geral de Marinha e dos Fuzileiros no processo de recolha de *Azolla*, bem como a cedência de alojamento, alimentação e transporte entre Mértola-Beja-Mértola. Nesse sentido, foram mobilizados 12 homens daquele regimento e 4 viaturas (Anexos III e IV).

O processo de recolha foi na sua grande parte efectuado manualmente, com recurso a algumas dezenas de homens, uma vez que a mecanização não funcionava devido aos difíceis acessos ao local. Depois de concentrada pelas barreiras utilizadas pela Direcção-Geral de Marinha, a *Azolla* era posteriormente recolhida, com o auxílio dos botes e de redes de malha fina, para junto das margens (Fig. 6.12). Uma vez colocada nas margens, os militares do Exército através de enxadas, forquilhas e pás, procediam posteriormente à sua recolha para uma zona relativamente afastada da linha de água (Fig. 6.13).



Fig. 6.12 - Recolha de *Azolla* efectuada por elementos do Comando do Corpo de Fuzileiros e da Direcção-Geral de Marinha (*in* Revista da Armada, Junho de 1993).

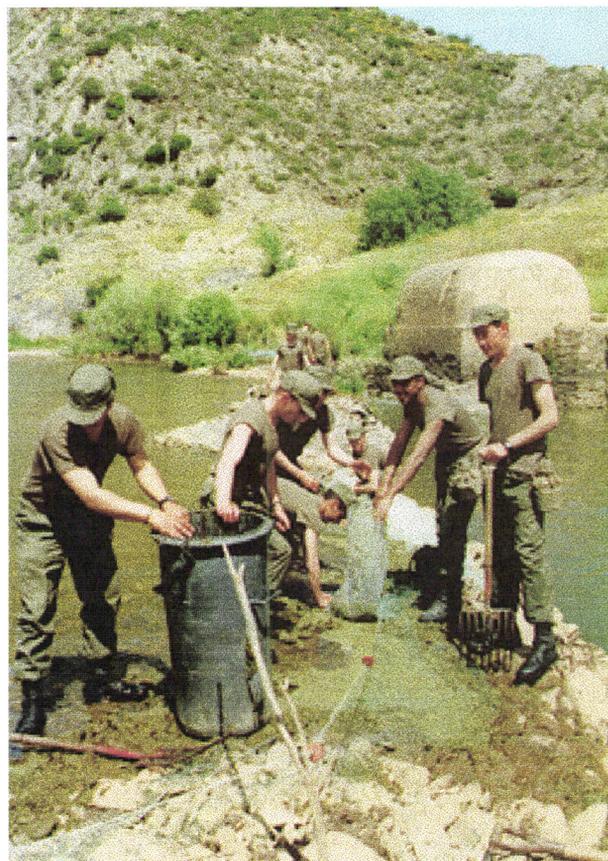


Fig. 6.13 - Recolha de *Azolla* efectuada por elementos do Regimento de Infantaria de Beja (Fotografia amavelmente cedida pelo Regimento de Infantaria de Beja).

Questionadas sobre o destino dado, posteriormente, à *Azolla* removida do rio, as Entidades envolvidas no processo, referem que a mesma ficou depositada nas margens, acabando por secar ali. A maioria não sabe, no entanto, qual o destino dado àquele material. O então Presidente da Câmara Municipal de Mértola, Sr. Fernando Rosa, refere que grande parte desse material foi levado para os estaleiros da Câmara e lá secou, embora tenha sido posto à disposição dos agricultores locais. No entanto, e como refere o ex-Autarca, poucos o foram buscar, talvez por desconhecimento (Anexo III).

Hoje, e passados quatro anos após a ocorrência daquele fenómeno, a população, em geral, parece estar mais informada sobre as possíveis utilizações de *Azolla*, entre as quais a sua potencialidade como fertilizante azotado para diversas culturas agrícolas. Face à questão: “*Está provado cientificamente que Azolla é um bom fertilizante azotado, para várias culturas agrícolas. Seria capaz de utilizá-la para esse fim?*”, a maioria da população inquirida (75%) responde afirmativamente (Fig. 6.14), justificando a sua opção com o facto dessa utilidade estar provada cientificamente. Algumas pessoas (pescadores) referem que chegaram a utilizar *Azolla*, na altura, como fertilizante em pequenas hortas, referindo que obtiveram bons resultados em termos de produtividade. No entanto, 25% dos inquiridos responderam que não utilizariam *Azolla* como fertilizante, uma vez que não conhecem suficientemente bem a planta, tendo receio de a utilizar (Anexo V).

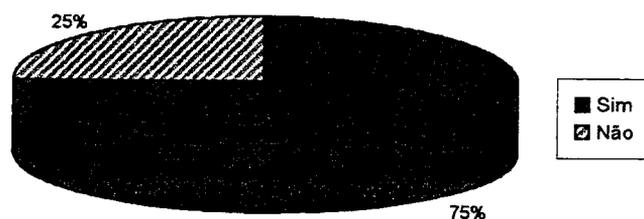


Fig. 6.14 - Utilização de *Azolla* como fertilizante - Perspectiva da População Inquirida.

Outro aspecto decorrente da operação de remoção de *Azolla* do rio, relacionou-se com o impacte na fauna piscícola. Apesar do seu comportamento como planta infestante, *Azolla*, bem como outros macrófitos aquáticos, constituem em determinadas condições naturais, o habitat adequado à fixação e crescimento de formas juvenis de diversos

organismos aquáticos, nomeadamente peixes, crustáceos e insectos (MOSS, 1988). Consequentemente, a sua destruição indiscriminada pode contribuir para uma possível perda de produtividade biológica do ecossistema onde aquelas plantas se inserem. Situação semelhante ocorreu durante a remoção de *Azolla* em diversos troços do rio Guadiana. Tendo em atenção que a remoção da planta decorreu em plena época de migração da enguia (*Anguilla anguilla*), é provável que o processo tenha tido consequências nefastas para aquela espécie, em termos de produtividade. De facto, conjuntamente com a planta, foram removidas quantidades significativas de juvenis de enguia (CARRAPIÇO, *et al.*, 1994). Opinião, aliás, partilhada por algumas das Entidades (Comando do Corpo de Fuzileiros, Direcção-Geral de Marinha, Capitania do Porto de Vila Real de Stº António, Associação de Defesa do Património de Mértola e Câmara Municipal de Mértola) directamente envolvidas no processo. Todavia, algumas daquelas Entidades, referem que devido à grande quantidade de *Azolla* presente, se tornou importante a sua remoção, uma vez que, não sendo efectuada, as enguias acabariam por morrer devido à desoxigenação da água. Refira-se, também, que a própria comunidade científica, na altura, alertou para aquela situação, sugerindo, inclusivamente, que a remoção deveria ser efectuada de forma selectiva, isto é, apenas nos locais de maior concentração de *Azolla* e que poderia levar a situações de eutrofização. No entanto, e apesar dessas indicações, a ideia de limpar o rio, rápida e eficazmente, parece ter prevalecido (Anexo III).

A operação de remoção de *Azolla* do rio acarretou, também, despesas para as Entidades directamente envolvidas. Salientam-se em seguida, baseados na informação que foi possível obter, os custos suportados por algumas dessas Entidades:

- O Comando do Corpo de Fuzileiros dispendeu 1749977\$00 em custos directos, isto é, custos imputados à missão, não estando incluídos os vencimentos do pessoal envolvido, nem os custos com a alimentação.

- A Associação de Defesa do Património de Mértola efectuou, segundo a sua própria estimativa, um total de 410000\$00 em despesas, que incluíram:

- Telefone/Fax/Correio 80000\$00
- Combustíveis 50000\$00
- Fotografias 30000\$00

- Pessoal 250000\$00

- A Câmara Municipal de Mértola efectuou um total de 928178\$00 em despesas, que incluíram:

- Pessoal	120568\$00
- Máquinas (107 horas de trabalho)	698210\$00
- Redes	109400\$00

- O Regimento de Infantaria de Beja dispendeu, segundo informação fornecida por aquela Entidade, 25200\$00 em combustível. Não foi possível obter dados sobre os gastos efectuados com o pessoal envolvido, bem como com a alimentação e alojamento dos elementos das outras Forças Militares intervenientes na operação de remoção de *Azolla*, já que os mesmos não foram contabilizados.

- Relativamente à cobertura aerofotográfica do rio Guadiana efectuada pela Força Aérea Portuguesa, foi dispendido um total de 1655550\$00 (IVA incluído) por parte da Direcção Regional do Ambiente e Recursos Naturais do Alentejo. Esta Entidade custeou, igualmente, a alimentação dos militares envolvidos na operação de remoção de *Azolla*, cujo valor foi de 585800\$00, correspondente a:

- 293 almoços	293000\$00
- 264 jantares	264000\$00
- Águas	28800\$00

O total de custos apresentados por aquelas Entidades foi de 5329505\$00.

Tudo indica, face aos dados anteriores, que os custos contabilizados com a operação de *Azolla* foram de certo modo significativos. No entanto, os mesmos representam, apenas, uma fracção do total das despesas efectuadas, se tivermos em atenção todas as Entidades envolvidas no processo e os diversos serviços não contabilizados.

Face aos dados obtidos pode concluir-se:

1. A remoção de *Azolla* do rio Guadiana foi efectuada no Concelho de Mértola, respectivamente em Azenhas de Mértola, Carvoeiro e Moínho dos Canais, locais de maior concentração daquela planta nesse Concelho.

2. A operação de remoção de *Azolla*, aparentemente, parece ter sido um processo difícil, moroso e pouco rentável.

3. Algum do material utilizado para a recolha daquela planta (redes de malha fina) não foi o mais adequado se tivermos em atenção que conjuntamente com *Azolla* foram removidas quantidades significativas de juvenis de enguia, o que provocou consequências graves no ecossistema.

4. O processo de gestão/remoção de *Azolla* acarretou custos consideráveis para as várias Entidades directamente envolvidas no mesmo.

5. A remoção de *Azolla* do rio foi um processo indiscriminado, sem ter em atenção as possíveis consequências nefastas para o ecossistema.

6. A maior parte de *Azolla* recolhida acabou por secar nas margens do rio, sem que lhe tivesse sido dada qualquer aplicação, apesar das informações existentes sobre as suas múltiplas utilizações.

6.4.5. ENVOLVIMENTO DA POPULAÇÃO

A maioria da população inquirida refere que teve conhecimento da ocorrência do fenómeno por observação directa no local (Anexo V). Perante a questão: “*A sua vida quotidiana foi afectada, na altura, por aquele fenómeno?*” (Fig. 6.15), 60% da população inquirida respondeu afirmativamente (Anexo V).

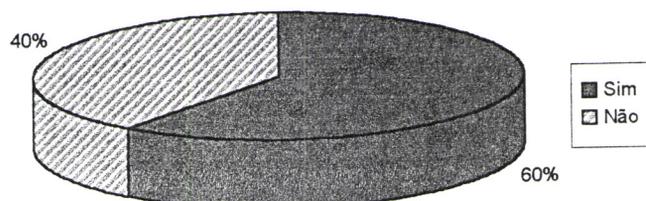


Fig. 6.15 - Alteração da vida quotidiana devido ao “bloom” de *Azolla* - Perspectiva da População Inquirida.

Saliente-se que do total de inquiridos (48), 24 são pescadores profissionais. Destes, apenas 8 responderam negativamente, referindo que o seu quotidiano não foi afectado devido à ocorrência daquele fenómeno. Este facto está, provavelmente, relacionado com a localização das comunidades piscatórias que integram: Penha de Águia e Pomarão, locais onde o “bloom” de *Azolla* não se fez praticamente sentir. Nos inquiridos que responderam negativamente àquela questão (40%) incluem-se os Presidentes das Juntas de Freguesia do Concelho, à excepção da Freguesia de Mértola. Na generalidade todos aqueles representantes responderam que o fenómeno não interferiu com o seu quotidiano. No entanto, os restantes inquiridos (60%) afirmou que o fenómeno afectou a sua vida quotidiana. Destes, os pescadores justificam essa alteração pelo facto da sua actividade ter sido interrompida, o que se traduziu em prejuízos económicos bastante significativos. A dificuldade sentida na comercialização do pescado, devido ao receio do seu consumo por parte da população, constituiu a principal razão mencionada pelos que não interromperam a actividade piscatória. Além dos pescadores locais, os profissionais ligados ao ramo da restauração constituíram o outro sector da população mais afectado. O facto da água da rede de abastecimento público, proveniente do rio, ter sido interdita para consumo humano, afectou a sua actividade diária. Salientam que o recurso à água potável para confecção dos alimentos, disponível em depósitos dispersos pela vila, acarretou diversos transtornos. Alguns referem, também, que na altura recorreram à instalação provisória de depósitos com água potável, no seu estabelecimento, para ligação à máquina do café.

De facto, e conforme pode observar-se na Fig. 6.16, a maior parte dos inquiridos (75%) não consumiu, durante a ocorrência do “bloom” de *Azolla* a água da rede de abastecimento público proveniente do rio, alegando diversas razões (Anexo V), entre as quais se destacam:

- indicação, por parte da Autarquia, para o não consumo da mesma;
- por hábito não consomem a água da rede de abastecimento público proveniente do rio;
- por precaução e receio em relação ao estado de qualidade da água do rio.

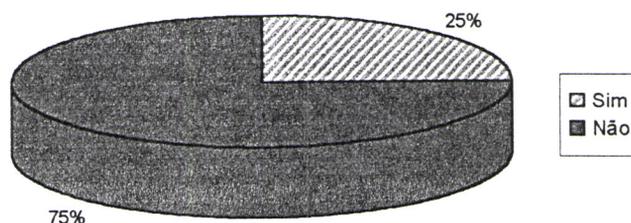


Fig. 6.16 - Consumo da água da rede de abastecimento público, proveniente do rio, durante a ocorrência do “bloom” de *Azolla* - Perspectiva da População Inquirida.

Apesar da maioria dos inquiridos ter referido que não consumiu a água da rede de abastecimento público, durante a ocorrência do “bloom” de *Azolla*, uma parte significativa (25%) respondeu afirmativamente. Destes, a maioria são pescadores, os quais afirmaram que sempre consumiram a água do rio sem qualquer receio.

À semelhança do consumo da água, também o consumo do peixe proveniente do rio sofreu uma diminuição acentuada. Refira-se que na fase inicial do fenómeno, quando ainda não estava determinada a identificação da planta causadora do mesmo, por uma questão de precaução, as Entidades Locais aconselharam a população ao não consumo do pescado. O não consumo do peixe, durante algum tempo, condicionou, nalguns casos, algumas ementas tradicionais que têm por base aquele alimento. De facto, 62% dos inquiridos (Fig. 6.17), afirmam ter tido receio de consumir o peixe proveniente do rio (Anexo V), durante a ocorrência do “bloom” de *Azolla*, justificando esta opção pelas seguintes razões:

- devido ao sabor desagradável do peixe;
- porque foram aconselhados a não consumir o peixe;
- por receio do peixe estar impróprio para consumo.

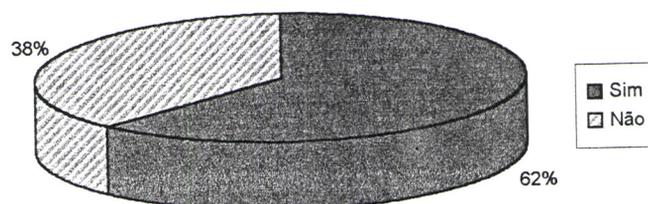


Fig. 6.17 - Receio em consumir o peixe, proveniente do rio, durante a ocorrência do “bloom” de *Azolla* - Perspectiva da População Inquirida.

Somente 38% dos inquiridos referiu não ter tido qualquer tipo de receio em relação ao consumo do peixe, alegando que o mesmo tinha um sabor agradável e que passado algum tempo após o aparecimento do fenómeno se verificou que a planta não acarretava problemas de toxicidade para a fauna piscícola.

Na perspectiva das Entidades inquiridas, a população local não demonstrou qualquer tipo de alarmismo ou pânico face ao fenómeno. Alguma expectativa, curiosidade e interesse, na fase inicial do fenómeno, parecem ter sido os comportamentos mais evidenciados pela população. Apenas os pescadores demonstraram preocupação e ansiedade face à situação devido à interrupção da sua actividade (Anexo III).

Perante a questão: “*Considera que a vida quotidiana da população foi afectada, na altura, por aquele fenómeno?*” (Anexo IV) a maior parte das Entidades inquiridas (78%) respondeu afirmativamente, conforme pode verificar-se na Fig. 6.18.

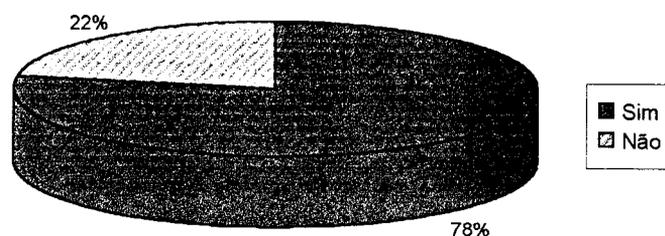


Fig. 6.18 - Alteração da vida quotidiana da população - Perspectiva das Entidades Inquiridas.

Na opinião dos inquiridos que responderam afirmativamente à questão atrás mencionada, os pescadores constituíram o sector da população mais afectado, na altura, devido à dificuldade na venda do pescado. A população em geral apenas foi afectada no aspecto da curiosidade sentida face ao desconhecimento da situação e à preocupação ao nível da qualidade da água e do peixe. Os restantes (22%) dos inquiridos, de um modo geral consideram que a vida quotidiana da população não foi afectada uma vez que a mesma já está habituada aos constantes surtos de poluição do rio. Por outro lado, há quem refira que, antes do aparecimento do “bloom” de *Azolla*, a água da rede de abastecimento público proveniente do rio já se encontrava imprópria para consumo humano, pelo que em relação a esse aspecto não houve qualquer tipo de preocupação.

Tudo indica que os pescadores constituíram o sector da população mais afectado pela ocorrência do referido “bloom”. De facto, perante a questão: “*Acha que o “bloom” de Azolla afectou a vida dos pescadores locais?*” dirigida à população inquirida, a maioria (92%) (Fig. 6.19), respondeu afirmativamente (Anexo V).

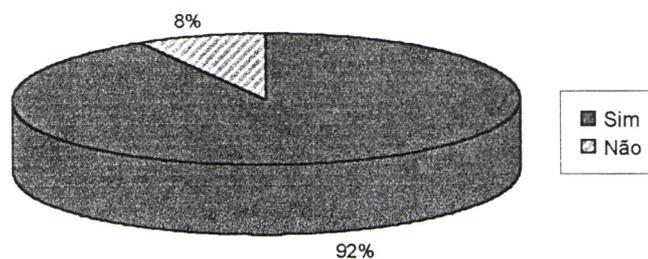


Fig. 6.19 - Alteração da actividade piscatória - Perspectiva da População Inquirida.

Em geral, os inquiridos que responderam afirmativamente aquela questão consideram que a vida da comunidade piscatória foi afectada devido, fundamentalmente, à dificuldade na venda do pescado. A população receava consumir o peixe proveniente do rio, pelo que a actividade piscatória se tornava inútil, inclusivé nos locais em que a mesma era possível, nomeadamente, nas zonas onde a concentração de *Azolla* era menor ou até inexistente. Somente 8% dos inquiridos respondeu negativamente, justificando a sua opinião pelo facto da actividade piscatória não ter cessado em determinados locais. Além disso justificam que a presença de *Azolla* não provocou alterações na qualidade da água e do peixe, pelo que não havia motivos para a interrupção daquela actividade.

Também as Entidades inquiridas, envolvidas no processo de gestão/remoção daquela planta do rio, consideram que os pescadores constituíram o sector da população mais afectado na altura. Efectivamente, perante aquela questão: “*Acha que o “bloom” de Azolla afectou a vida dos pescadores locais?*” (Anexo IV), 93% dos inquiridos (Fig. 6.20) responderam afirmativamente. Somente 2 inquiridos (7%) considera que a vida dos pescadores locais não foi afectada, fundamentando a sua resposta com o facto de na zona dos pesqueiros não ter havido *Azolla*, bem como porque a actividade piscatória não foi interrompida.

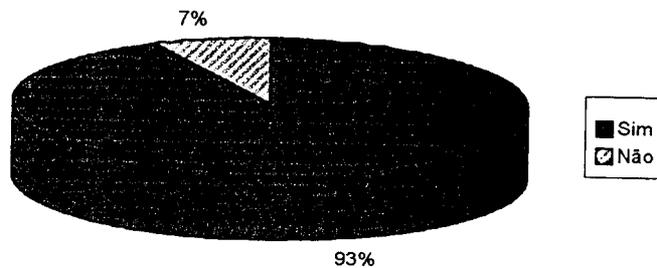


Fig. 6.20 - Alteração da actividade piscatória - Perspectiva das Entidades Inquiridas.

No entanto, quando questionadas sobre o nível de empenho e participação da comunidade piscatória na resolução daquele problema, a sua opinião afigura-se, em princípio, diferente. Das Entidades inquiridas, algumas Entidades Locais e Regionais (Câmara Municipal de Mértola, Associação de Defesa do Património de Mértola, Direcção Regional do Ambiente e dos Recursos Naturais do Alentejo, Brigada de Hidrometria de Beja) são peremptórias em afirmar que apenas um reduzido número de pescadores (2 ou 3 como algumas referem) demonstrou interesse pelo fenómeno em si, e pela sua resolução. Incluem-se neste grupo aqueles que directamente participaram no processo de remoção da planta do rio (Anexo III).

Esta situação, anómala à partida se tivermos em atenção as possíveis repercussões daquele fenómeno na actividade piscatória, poderá estar relacionada com a localização das “manchas” de *Azolla* e os pesqueiros da zona. A zona de Mértola (Azenhas de Mértola) e a montante foram os locais mais afectados pelo “bloom”. Esta situação poderá explicar, em parte, a reduzida participação dos pescadores no processo de remoção de *Azolla* do rio. De facto, dos pescadores que participaram, a maioria reside em Mértola e exercem a sua actividade, principalmente, junto a esta vila, ou em locais a montante (Canais e Carvoeiro). A jusante de Mértola a influência de *Azolla* foi reduzida ou mesmo nula, razão pela qual as comunidades piscatórias de Pomarão e Penha de Águia, principalmente, considerem que o “bloom” não interferiu com a sua actividade. No entanto, tal facto não consegue justificar, completamente, o reduzido número de pescadores envolvidos, já que o número destes profissionais na vila de Mértola, na altura, rondava os 12-15 elementos.

Contrariamente, algumas Entidades Nacionais e Regionais directamente envolvidas no processo de gestão/remoção de *Azolla* (Ministério do Ambiente e dos Recursos Naturais - Gabinete do Ministro, Instituto da Água, Direcção Geral do Ambiente (Inspeção do Ambiente) e Direcção dos Serviços da Água - Évora) referem que os pescadores tiveram um papel activo no processo. Refira-se que estas opiniões, segundo algumas daquelas Entidades, basearam-se em conhecimentos indirectos através de algumas informações que lhes iam chegando sobre o desenrolar da situação, uma vez que não acompanharam *in loco* todo o processo de gestão/remoção da planta (Anexo III).

Em relação às Forças Armadas, responsáveis pela operação de remoção de *Azolla* do rio, os dados recolhidos não são conclusivos uma vez que são, em geral, contraditórios. Algumas (Direcção-Geral de Marinha, Comando do Corpo de Fuzileiros, Regimento de Infantaria de Beja) referem que os pescadores participaram activamente na operação de limpeza do rio e demonstraram interesse e empenho na resolução daquele problema. Alguns elementos da Capitania do Porto de Vila Real de Stº António referem que apenas um número muito reduzido de pescadores participou, enquanto outros, pertencentes ao Regimento de Infantaria de Beja, referem que na altura não viram nenhum pescador (Anexo III).

Da análise destes dados pode concluir-se:

1. O quotidiano de uma parte significativa da população, principalmente os pescadores e os profissionais do ramo da restauração, foi afectado devido à ocorrência do “bloom” de *Azolla*.
2. O não consumo da água e do peixe provenientes do rio constituíram, segundo a perspectiva da população inquirida, os principais problemas que afectaram o quotidiano da população local durante a ocorrência do “bloom” de *Azolla*.
3. O receio e as dúvidas existentes, na altura, em relação ao estado de qualidade da água e do peixe provenientes do rio parecem ter constituído as principais reacções da população inquirida face ao fenómeno.

4. As dificuldades sentidas na venda do pescado e as conseqüentes repercussões económicas daí decorrentes parecem ter sido as principais preocupações sentidas pela comunidade piscatória.

5. Na opinião geral dos representantes das várias Entidades inquiridas, a comunidade piscatória constituiu o sector da população mais afectado pelo fenómeno em causa.

6. Tendo em atenção a totalidade dos indivíduos que integravam a comunidade piscatória do Concelho em 1993 (entre 40-50 pescadores profissionais), verifica-se que a participação e empenho na gestão/remoção de *Azolla* do rio foi de facto reduzida. Efectivamente, e segundo os dados de um relatório da Direcção Regional do Ambiente e Recursos Naturais do Alentejo datado de 28 de Maio de 1993, somente 4 pescadores participaram na remoção de *Azolla*, aos quais foram pagos os dias de trabalho, bem como as redes utilizadas e danificadas.

7. A atitude aparentemente passiva da maior parte da comunidade piscatória perante o “bloom” de *Azolla* poderá relacionar-se, em parte, com o desalento e saturação dos problemas que afectam a sua actividade nos últimos anos, nomeadamente o estado de qualidade da água do Guadiana, em particular durante o Verão, época em que surgem frequentemente surtos de poluição. Refira-se que aqueles sentimentos são notórios nas suas próprias opiniões e revelados nas respostas aos questionários efectuados junto da comunidade piscatória.

Embora o “bloom” de *Azolla* provocasse a interrupção temporária da actividade piscatória no rio Guadiana, principalmente nas zonas de maior concentração daquela planta, outros problemas persistem ameaçando esta actividade.

Em resposta à questão: “*Considera que o futuro dos pescadores no Concelho de Mértola está ameaçado?*” (Fig. 6.21), a maioria da população inquirida (83%) afirma que o mesmo se encontra de facto ameaçado (Anexo V).

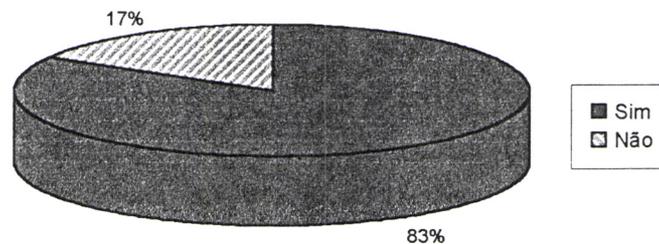


Fig. 6.21 - Actividade piscatória ameaçada - Perspectiva da População Inquirida.

Na opinião dos inquiridos que responderam afirmativamente à questão anterior, a poluição constitui a principal ameaça à actividade piscatória no Concelho de Mértola. Referem, ainda, que esse factor associado à prática de artes ilegais (nomeadamente a rede de “irozinha”) contribuem para a diminuição da diversidade das espécies piscícolas. Outros (17%), consideram que à excepção dos surtos temporários de poluição da água do rio, não existem problemas significativos na actividade piscatória.

De facto, na opinião da generalidade da população inquirida, a poluição e a prática de “artes ilegais” constituem as principais ameaças à actividade piscatória no rio Guadiana. Segundo a sua perspectiva, as medidas a tomar para ajudar a ultrapassar esses problemas relacionam-se com uma maior fiscalização daquela actividade, o tratamento adequado dos efluentes domésticos e industriais lançados directamente para o rio e a atribuição de subsídios aos pescadores especialmente no Verão, altura em que o estado de qualidade da água do Guadiana se encontra ameaçado.

Opinião aparentemente semelhante possuem os representantes das várias Entidades inquiridas (Anexo IV). De facto, em resposta à questão anterior (Fig. 6.22), verifica-se que a maior parte dos inquiridos (54%) respondeu afirmativamente.

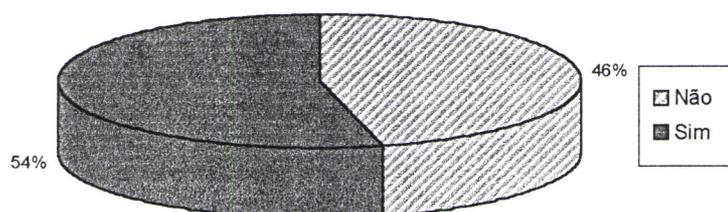


Fig. 6.22 - Actividade piscatória ameaçada - Perspectiva das Entidades Inquiridas.

Saliente-se que a maior parte das Entidades que responderam negativamente à questão em causa englobam, entre outras, as Entidades directamente envolvidas na parte operativa da recolha de *Azolla* (Direcção-Geral de Marinha, Comando do Corpo de Fuzileiros, Capitania do Porto de Vila Real de Stº António), as quais estão, nalguns casos, afastadas dos verdadeiros problemas que afectam a actividade piscatória no Guadiana, o que justifica a sua perspectiva. Opinião contrária possuem alguns dos representantes das Entidades Locais (Associação de Defesa do Património de Mértola e Câmara Municipal de Mértola), os quais referem que a poluição, sobretudo no Verão, constitui a principal ameaça à actividade piscatória. Na opinião geral das várias Entidades inquiridas, a poluição associada aos baixos caudais do rio e a prática de determinadas “artes ilegais” constituem os principais problemas que afectam àquela actividade. Em sua opinião, entre as várias medidas a tomar para ajudar a ultrapassar esse problema destacam-se:

- eliminação das fontes de poluição na origem;
- fiscalizar com maior eficácia as artes de pesca “ilegais”;
- sensibilizar as populações, fundamentalmente os pescadores, para a necessidade de uma verdadeira protecção ambiental, quer ao nível da qualidade da água, quer ao nível da protecção de algumas espécies;
- gestão adequada dos recursos piscícolas;
- regularização dos caudais do Guadiana.

Face aos dados obtidos pode concluir-se:

1. A actividade piscatória no Concelho de Mértola encontra-se particularmente ameaçada.
2. Os constantes surtos de poluição, que afectam a qualidade da água e do peixe, e a prática de “artes ilegais”, que contribuem para a diminuição da diversidade das espécies piscícolas, constituem, na opinião geral dos inquiridos, os principais problemas que afectam a actividade piscatória no rio Guadiana.
3. Uma maior fiscalização em relação à prática de “artes ilegais”, a eliminação das principais fontes de poluição, através do tratamento adequado dos vários efluentes

lançados directamente no rio, uma maior sensibilização das populações para os problemas ambientais, assim como a atribuição de um subsídio aos pescadores, sobretudo no Verão, constituem, na opinião da generalidade dos inquiridos, algumas das medidas a tomar para ajudar a ultrapassar os problemas que afectam a actividade piscatória.

6.4.6. APOIO TÉCNICO-CIENTÍFICO

O apoio técnico-científico ao processo de gestão/remoção de *Azolla* do rio Guadiana foi em princípio da responsabilidade de algumas Entidades que na altura estavam a coordenar o processo, nomeadamente a Direcção Regional do Ambiente e dos Recursos Naturais do Alentejo, o Instituto da Água e outras instituições de carácter científico. No entanto, o desconhecimento global do fenómeno, inédito no nosso país tendo em atenção as suas características e dimensão, e a inexistência de um modelo prático de actuação para situações semelhantes estiveram, em parte, na origem de algumas dificuldades sentidas face à implementação desse apoio.

A própria equipa do Departamento de Biologia Vegetal da Faculdade de Ciências da Universidade de Lisboa, coordenada pelo Prof. Doutor Francisco Carrapiço, já conhecedora deste tipo de fenómenos, nomeadamente na Guiné-Bissau e mesmo em Portugal, sentiu algumas dificuldades perante a situação, uma vez que a planta não se comportou como habitualmente. As condições ambientais existentes no Guadiana na altura provocaram alterações no ciclo de vida da planta, o que dificultou a sua gestão. No entanto, aqueles elementos sugeriram algumas medidas de gestão a implementar durante o processo de remoção da planta, as quais não foram facilmente aceites por algumas Entidades. A não remoção indiscriminada de *Azolla* foi uma das medidas sugeridas. A mesma deveria ter sido feita de forma selectiva, isto é, eliminação das maiores “manchas”, para evitar a diminuição da produção secundária do ecossistema em causa, devido ao facto da planta constituir um abrigo para algumas espécies juvenis, nomeadamente de enguia (*Anguilla anguilla*). Saliente-se que o próprio Prof. Doutor Francisco Carrapiço alertou para esse facto, à semelhança do que tinha feito em exposições anteriores. Todavia, a intenção de retirar a planta o mais rapidamente possível, leia-se limpar o rio, dificultou a implementação daquelas medidas. Este facto

poderá, talvez, estar relacionado com uma situação de receio sentida por algumas Entidades. Saliente-se que, cerca de três semanas antes tinha acontecido no Hospital Distrital de Évora a trágica situação relacionada com a hemodiálise que, supostamente, poderá estar na origem de um certo alarmismo face ao “bloom” de *Azolla*.

Algumas Entidades envolvidas na operação de remoção de *Azolla* do rio Guadiana (Direcção-Geral de Marinha e Comando do Corpo de Fuzileiros) consideraram que as informações facultadas foram suficientes para a sua actuação. A própria decisão de remoção da planta foi resultado de pareceres técnico-científicos (Anexo III).

Outras (Direcção dos Serviços da Água - Évora, Instituto da Água) julgam ter havido o apoio técnico-científico existente na altura, referindo-se concretamente ao apoio dado pela equipa do Prof. Doutor Francisco Carrapiço (Anexo III).

No entanto, elementos da Força Aérea Portuguesa, do Regimento de Infantaria de Beja, da Brigada de Hidrometria de Beja e da Capitania do Porto de Vila Real de Stº António consideram que não houve o devido apoio técnico-científico. Alguns referem que as informações de que dispunham eram unicamente as difundidas pelos Órgãos de Comunicação Social. Concretamente, o Capitão Paulo Alves da Esquadra 401 da Base Aérea Nº 1 refere que a inexistência de apoio técnico-científico dificultou a missão incumbida àquela unidade. Por outro lado, o Major Azevedo Grosso, na altura Chefe da Secção de Operações do Regimento de Infantaria de Beja, refere que um esclarecimento atempado sobre o fenómeno teria contribuído para que os meios utilizados fossem simultaneamente mais eficazes e numa dimensão maior, uma vez que a unidade solicitada a prestar determinado tipo de apoio, caso não possua os meios adequados, quando devidamente esclarecida, pode pedir apoio material ou pessoal a outra unidade.

Tendo em atenção os dados referentes às opiniões emitidas pelas Entidades envolvidas no processo, pode concluir-se:

1. O apoio técnico-científico às Entidades envolvidas no processo de gestão/remoção de *Azolla* parece não ter sido totalmente suficiente, atempado e coordenado.

2. Algumas dificuldades inerentes ou exteriores ao próprio fenómeno parecem ter dificultado a implementação desse mesmo apoio.

3. A actuação de algumas Entidades, sobretudo aquelas cuja função tinha como objectivo a gestão do problema, tudo indica foi algo “nervosa”. Esta situação, aparentemente, poderá estar relacionada com o problema da hemodiálise em Évora, facto que alarmou a opinião pública e acarretou graves consequências.

6.4.7. PAPEL DA COMUNICAÇÃO SOCIAL

6.4.7.1. IMPRENSA ESCRITA

Na análise efectuada aos artigos da imprensa escrita (Jornais e Revistas) (Anexo I) verifica-se que as palavras *praga*, *invasão*, *mistério*, *guerra* são frequentemente utilizadas, quer directa quer indirectamente, nos títulos atribuídos aos mesmos. Tais palavras transmitem, de certo modo, a ideia de um desconhecimento geral do fenómeno, bem como as dificuldades sentidas na sua resolução. Outros, apresentam um carácter sensacionalista, apelativo ao alarmismo da opinião pública. Destacam-se, neste aspecto, por exemplo os seguintes títulos:

Parece um filme de terror: Algas enchem Guadiana (Diário de Notícias, 11/4/93)

Praga de plantas faz temer desastre ecológico (Público, 13/4/93)

Mértola à espera dos Fuzileiros (Público, 17/4/93)

Praga no Guadiana já mata cegonhas (Diário de Notícias, 17/4/93)

Pescadores de Mértola já pensam em emigrar (A Capital, 19/4/93)

Raros são os títulos que se limitam a transmitir uma ideia clara e concisa daquilo que efectivamente aconteceu.

Em relação ao conteúdo propriamente dito, dos referidos artigos, os principais assuntos focados são:

- Dimensão do fenómeno;
- Causas do fenómeno;
- Opiniões/preocupações dos Autarcas;
- Opiniões/preocupações dos pescadores;
- Consequências do fenómeno;
- Intervenção das Forças Armadas;
- Opiniões/preocupações das Entidades ligadas ao Ministério do Ambiente e Recursos Naturais;
- Soluções para a resolução do problema.

Relativamente à dimensão do “bloom” verifica-se uma grande heterogeneidade. Nalguns casos, em diferentes artigos do mesmo jornal os dados são contraditórios, isto é, descrevem a dimensão do fenómeno de forma completamente diferente. Refira-se as descrições: “(...) praga de fetos que invadiu o Guadiana entre Mértola e Elvas (..)” e “A praga de *azolla* que afecta o rio Guadiana junto a Mértola (...)” efectuadas no jornal “A Capital” e datadas de 17 e 19 de Abril de 1993, respectivamente, são exemplos comprovativos do que se acabou de mencionar. Assim, a recolha de informação, no que diz respeito à extensão do “bloom” de *Azolla*, a partir daqueles artigos não se apresenta, em princípio, objectiva e válida.

Na origem do fenómeno, a limpeza de uma barragem (provavelmente em Espanha), a redução dos caudais devido à época de seca que se fazia sentir, na altura, e um aumento da carga de nutrientes (essencialmente fosfatos) são as causas mais referidas.

As preocupações dos Autarcas, face a este acontecimento, são, regra geral, um tema frequentemente abordado nos vários artigos. Na maioria das vezes são reproduzidas, total ou parcialmente, as mensagens proferidas pelos vários representantes autárquicos, o que dá uma ideia mais precisa das verdadeiras dificuldades sentidas no momento. A apreensão, um certo receio e a incapacidade de evitar o desenvolvimento e alastramento da planta no rio são sentimentos implícitos e constantes nas opiniões daqueles representantes.

Pela análise do conteúdo dos artigos verifica-se que, a interrupção da actividade piscatória, nalgumas zonas, e a dificuldade na venda do pescado são questões constantemente expressas. Na opinião de alguns pescadores a emigração parece ter sido, em dado momento, uma alternativa para os problemas económicos sentidos. O desalento e a preocupação, em relação ao fenómeno, são sentimentos constantemente expressos nas suas próprias opiniões. Apesar da situação vivida, na altura, pelos pescadores, verifica-se uma certa tendência para a exaltação deste tipo de sentimentos por parte daqueles Órgãos de Comunicação Social, uma vez que mencionam frequentemente este aspecto. Por outro lado, transmitem a ideia de que apenas dois pescadores emitiram as suas opiniões, nos vários jornais que abordaram o assunto, uma vez que referem constantemente os seus nomes (José Confeiteiro e Manuel Confeiteiro). Este aspecto parece ser importante na medida em que sugere do nível da participação da comunidade piscatória, a qual, e segundo os dados já analisados, parece não ter sido muito relevante.

As consequências do "bloom" de *Azolla* é um tema frequentemente abordado nos vários artigos. Nos primeiros artigos sobre o fenómeno as consequências eram consideradas desconhecidas. No entanto, alguns artigos referem a possibilidade de ocorrência de fenómenos de eutrofização, a desoxigenação da água e conseqüente morte da fauna piscícola como possíveis consequências. Ao nível da comunidade piscatória, a baixa de rendimentos económicos devido à dificuldade na comercialização do pescado são as consequências mais apontadas. A morte de cegonhas no Concelho, em zonas ribeirinhas, foi mencionada, nalguns artigos, como uma provável consequência do "bloom" de *Azolla*. Tudo indica que esta opinião permaneceu durante algum tempo na opinião pública. Refira-se que este assunto foi, inclusivamente, utilizado como título de um dos artigos analisados. É possível que a ênfase dada a este aspecto tenha, talvez, despertado a opinião pública devido à existência de um certo alarmismo na população na fase inicial do fenómeno, quando ainda não estava identificada a planta causadora do "bloom".

A intervenção das Forças Armadas parece estar referida de forma equilibrada, apesar de alguns títulos, que abordam o assunto, demonstrarem algum sensacionalismo. São mencionados os meios materiais e humanos mobilizados, pelos vários ramos das Forças Armadas, na operação de remoção de *Azolla* do rio, bem como a forma como decorreram os trabalhos.

Pela análise efectuada verifica-se que as principais preocupações das Entidades directamente ligadas ao Ministério do Ambiente e Recursos Naturais, se relacionaram com o receio da ocorrência de um desastre ecológico devido à eventual morte da fauna piscícola. Também o desconhecimento das características da planta, numa fase inicial, e a ausência de meios de luta adequados constituíram outras preocupações demonstradas por aquelas Entidades.

Outro assunto frequentemente focado em quase todos os artigos, diz respeito às soluções apontadas para a resolução do problema em causa. Neste aspecto verifica-se que a remoção da planta do rio constituiu desde início a principal, senão única, solução para o problema. Evitar o alastramento da planta, bem como o seu posterior apodrecimento, foram as razões que levaram as Entidades envolvidas a proceder à sua recolha.

Relativamente aos jornais de carácter regional, verifica-se que o assunto foi noticiado mais tarde do que nos jornais de carácter nacional. De facto, a primeira notícia sobre o fenómeno é dada pelo Diário do Alentejo, datado de 16 de Abril de 1993, ou seja, mais de uma semana após o aparecimento do “bloom” na zona de Mértola. Segundo a opinião do Chefe de Redacção daquele jornal, esse aspecto tem a ver com o facto do Diário do Alentejo se tratar de um semanário, embora ostente o título de diário. Desse modo, é natural, segundo aquele representante, que entre o conhecimento da notícia e a sua publicação haja de facto um certo desfasamento (Anexo II).

Face à análise dos títulos, da imprensa escrita regional, aparentemente não se detecta qualquer tipo de sensacionalismo, embora um dos títulos: *Guadiana coberto de verde - «AZOLLA» PODE SER MANÁ* (in Diário do Alentejo, 16/4/93), possa eventualmente apelar ao sentido crítico do leitor e ser susceptível de várias interpretações. No que diz respeito ao conteúdo propriamente dito daqueles artigos, os mesmos referem, fundamentalmente, a descrição da dimensão do “bloom”, a operação de remoção da planta do rio, a forma como a mesma foi efectuada, os meios materiais e humanos utilizados para o efeito, bem como as dificuldades sentidas pelas Entidades envolvidas no processo.

6.4.7.2. IMPRENSA FALADA

Neste âmbito, foram analisadas as várias reportagens efectuadas pela Radiotelevisão Portuguesa (RTP) - Canal 1 e 2 e pela SULMÉDIA - Produtora Independente de Televisão, cujas imagens foram transmitidas pela SIC.

Na análise efectuada às reportagens transmitidas pela RTP verifica-se que:

a) Nos títulos de abertura da notícia, referente ao “bloom” de *Azolla*, é frequentemente utilizada a palavra *mistério*, durante a fase de desconhecimento da natureza da planta causadora daquele fenómeno. Numa primeira análise ser-se-ia induzido a interpretar este facto como uma forma de chamar a atenção da opinião pública. Porém, e analisando mais em pormenor o conteúdo da notícia, verifica-se que esta alusão ao acontecimento está relacionada com o desconhecimento geral do fenómeno na altura. Também o termo “alga” é referido, constantemente, para denominar a planta.

b) O conteúdo propriamente dito da notícia incide fundamentalmente na dimensão do fenómeno, na descrição da forma como o mesmo se revela ao olhos do repórter (às vezes descrito como um *autêntico campo de golfe*), as suas possíveis causas e as preocupações sentidas pelas Entidades Locais e pelos pescadores. Na descrição do fenómeno, o mesmo é frequentemente referido como algo de *muito estranho*. A própria opinião de um dos pescadores entrevistados (Manuel Confeiteiro) reforça, de certo modo, este aspecto, quando o mesmo refere: “ Eu pesco desde a idade dos 12 anos, tenho 52 anos, e nunca vi isto aqui no Guadiana.”. Quanto à dimensão do fenómeno, verifica-se que as imagens fornecidas dão a ideia do rio estar completamente coberto de *Azolla*. Este aspecto poderá, talvez, estar relacionado com o modo como a filmagem foi efectuada. Saliente-se que algumas das Entidades envolvidas no processo de gestão da planta no rio, referiram que uma vez chegados ao local, esse foi um dos aspectos que não correspondia às imagens que tinham sido transmitidas através da televisão. No entanto e face aos dados disponíveis, quer no filme em VHS realizado pela Força Aérea Portuguesa, quer no filme, igualmente em VHS, disponibilizado pelo Comando do Corpo de Fuzileiros, verifica-se que de facto em determinados locais as “manchas” de *Azolla* ocupavam extensões consideráveis que cobriam quase por completo o leito do rio. Saliente-se, no entanto, que

existe uma discrepância temporal entre a difusão das primeiras imagens do “bloom” pela RTP - Canal 1 (em 9 de Abril De 1993) e a ida para o local das unidades operativas para remoção da planta (em 17 de abril de 1993). Este facto pode, eventualmente, explicar a diferença encontrada entre as descrições feitas pelos elementos de várias Entidades e as imagens difundidas por aquele canal de televisão. Por outro lado, as causas mais apontadas para o aparecimento do fenómeno relacionam-se com a limpeza de uma barragem e o aumento da carga de nutrientes na água do rio. As preocupações das Entidades Locais e dos pescadores em geral são um tema frequentemente abordado nas várias reportagens efectuadas. A incapacidade de agir face ao desenvolvimento do fenómeno, as dificuldades sentidas em termos de meios materiais adequados à recolha e a ausência de uma actuação concreta por parte dos organismos do poder central são aspectos, constantemente referidos por aquelas Entidades, e abordados nas várias notícias.

Por outro lado, nas reportagens efectuadas pela SULMÉDIA - Produtora Independente de Televisão (Évora), e cuja transmissão foi efectuada pela SIC, verifica-se que:

a) O fenómeno é, normalmente, referenciado como “manto verde” e “praga”, principalmente numa fase inicial, quando ainda não era conhecida a verdadeira identificação da planta causadora do mesmo; o termo alga é frequentemente abordado para referenciar a planta presente no rio; a descarga efectuada numa barragem espanhola foi referida como a causa do “bloom” e as opiniões/preocupações das Entidades Locais foram assuntos constantemente focados. Todavia, verifica-se que a opinião dos pescadores, e as suas preocupações sentidas na altura, são um tema frequentemente abordado e ao qual é dada uma grande relevância. Este assunto, aparentemente, parece ter sido tratado de forma demasiadamente excessiva o que, em princípio, denota uma certa tendência para o empolamento daquela situação. Numa segunda reportagem efectuada por aquela produtora, além dos aspectos ligados à actividade dos pescadores, aborda a opinião da comunidade científica acerca do fenómeno e os trabalhos das Forças Militares envolvidas na operação de remoção de *Azolla* do rio. Refira-se que nesta altura já era do conhecimento geral tratar-se de *Azolla*, o que foi efectivamente transmitido.

A maioria das Entidades inquiridas considera que os Órgãos de Comunicação Social trataram a notícia de forma sensacionalista, causando, inclusivé, algum alarmismo na população. Referem, ainda, nalguns casos, que as imagens divulgadas sobre o fenómeno, por algumas televisões, foram colhidas de modo a impressionar as pessoas. Outros referem que no início talvez tivesse havido algum sensacionalismo, mas numa fase mais avançada do fenómeno, e já com conhecimentos adquiridos, a notícia foi dada de forma mais equilibrada (Anexo III).

Na Fig. 6.23 estão representados os resultados obtidos nas respostas, dos representantes das várias Entidades inquiridas, sobre a forma como os Órgãos de Comunicação Social trataram a notícia (Anexo IV).

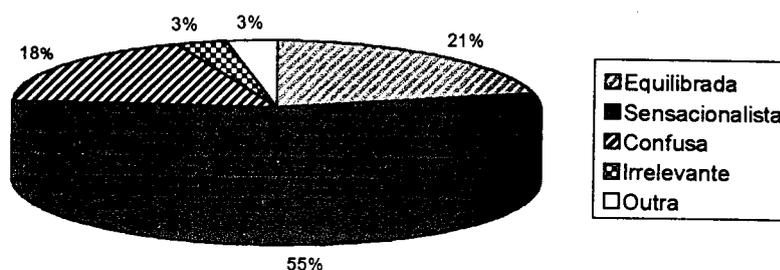


Fig. 6.23 - Forma de tratamento da notícia pelos Órgãos de Comunicação Social - Perspectiva das Entidades Inquiridas.

A maior parte das Entidades (73%), envolvidas no processo de gestão de *Azolla* do rio Guadiana, considera que os Órgãos de Comunicação Social não trataram a notícia da forma mais correcta (sensacionalista e confusa). Apenas 21% dos inquiridos considera que a notícia foi dada de forma equilibrada. Uma grande parte dos inquiridos (55%) considera que a notícia foi sensacionalista, originando, nalguns casos, algum alarmismo por parte da população. Outros (6%) têm opiniões bastantes diversificadas. Integram este grupo os inquiridos que consideram que no início a notícia teve algum sensacionalismo, embora numa fase posterior fosse dada de forma mais equilibrada, isto é, quando já existiam conhecimentos sobre o fenómeno em causa.

Relativamente à opinião da população inquirida (Anexo V) sobre a forma como os Órgãos de Comunicação Social trataram a notícia, apresentam-se nas Figs. 6.24 e 6.25 os resultados obtidos.

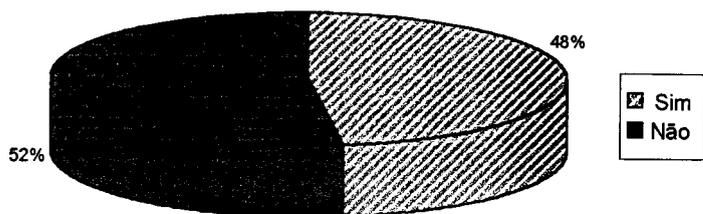


Fig. 6.24 - Graue de esclarecimento, em relação ao fenómeno, através dos Órgãos de Comunicação Social - Perspectiva da População Inquirida.

Perante os resultados verifica-se que a maior parte da população inquirida (52%) não se sentiu suficientemente informada, em relação ao "bloom" de *Azolla*, por parte dos Órgãos de Comunicação Social.

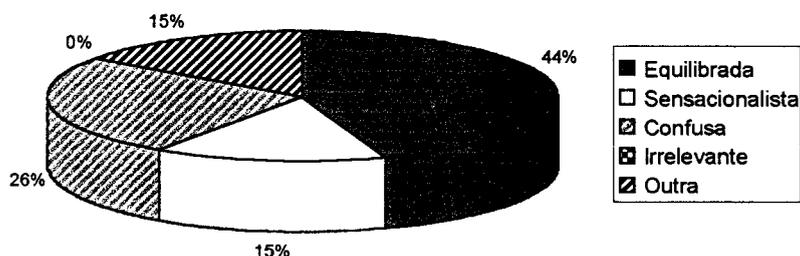


Fig. 6.25 - Forma de tratamento da notícia pelos Órgãos de Comunicação Social - Perspectiva da População Inquirida.

Pela análise dos resultados, apresentados na Fig. 6.25, verifica-se que uma parte significativa da população inquirida (41%) refere que os Órgãos de Comunicação Social não trataram a notícia de forma adequada (sensacionalista e confusa). Destes, 15% referem que a notícia foi sensacionalista. A maioria da população inquirida (44%) considera que os Órgãos de Comunicação Social trataram a notícia, referente ao "bloom" de *Azolla*, de forma equilibrada.

Opinião aparentemente contrária têm os representantes dos vários Órgãos de Comunicação Social entrevistados. Auscultada a sua perspectiva sob a forma como a notícia foi tratada pelo Órgãos que representam, ou representavam na altura, todos são unânimes em afirmar que a mesma foi divulgada de forma equilibrada, razoável, objectiva e sem qualquer tipo de sensacionalismo (Anexo II).

Face aos resultados obtidos pode concluir-se:

1. A notícia referente ao “bloom” de *Azolla*, aparentemente parece não ter sido tratada da melhor forma por parte dos Órgãos de Comunicação Social. De facto, apenas 21% das Entidades inquiridas e 44% da população (grupos alvo) consideram que a notícia foi tratada de forma equilibrada.

2. A opinião das Entidades, aparentemente, difere da opinião da população inquirida relativamente à forma de tratamento da notícia. De facto, 55% daquelas consideram que a notícia foi sensacionalista, enquanto que apenas 15% da população partilha dessa opinião. Este dado poderá, talvez, estar relacionado com a forma como a notícia foi interpretada.

3. Todos os representantes dos Órgãos de Comunicação Social contactados consideram que divulgaram a notícia isenta de sensacionalismo.

4. De acordo com as perspectivas apresentadas depreende-se que, numa eventual repetição deste tipo de fenómenos, é fundamental a adequada sensibilização dos Órgãos de Comunicação Social, sobre o problema em causa, com o objectivo de minimizar eventuais impactes negativos das primeiras notícias. Saliente-se, nesse aspecto, a opinião do Eng^o Baganha Fernandes (Ex-Chefe dos Serviços de Combate à Poluição no Mar por Hidrocarbonetos da Direcção-Geral de Marinha) (Anexo III), o qual refere: “Daí que qualquer organismo que possa ter de enfrentar estas situações, (...), deverá ter dentro do seu plano de actuação, um capítulo sobre a Comunicação Social, e a maneira de lidar com ela.”

6.4.8. ADEQUAÇÃO DAS MEDIDAS TOMADAS

Na sequência dos vários contactos efectuados, quer pela Autarquia, quer pela Direcção Regional do Ambiente e dos Recursos Naturais do Alentejo, foi decidido proceder à

remoção de *Azolla* do rio. As próprias declarações do Prof. Doutor Carlos Borrego (na altura Ministro do Ambiente e dos Recursos Naturais) (Anexo III) demonstram, de certo modo, as razões de tal decisão: “E a partir do momento em que se teve a percepção, independentemente de se terem tentado conhecer as causas, de que de facto o fenómeno estava a ter uma evolução muito acelerada, o “bloom” estava a crescer de maneira significativa, pedir a intervenção de quem na altura tinha a competência para o poder fazer, ter uma acção directa do ponto de vista da limpeza, que era a única acção que era possível naquela situação.” Portanto, as medidas que foram tomadas foi a remoção da planta, primeiro com o apoio de trabalhadores mobilizados pela própria Autarquia e depois com o apoio da Direcção-Geral de Marinha, dos Fuzileiros e do Exército.

De facto, e face aos dados obtidos, verifica-se que a maior parte das Entidades inquiridas considera que as medidas tomadas visaram, principalmente, a limpeza do rio (Anexo IV). Da análise das opiniões emitidas pelos elementos das várias Entidades envolvidas neste processo pode constatar-se que:

Algumas Entidades (Direcção-Geral de Marinha, Câmara Municipal de Mértola e Regimento de Infantaria de Beja) consideram que as medidas adoptadas foram as possíveis no momento. Referindo, nalguns casos, que as mesmas tiveram resultados bastante positivos (Anexo III).

O Major Azevedo Grosso, (Ex-Chefe da Secção de Operações do Regimento de Infantaria de Beja) refere que, no início, as medidas tomadas com vista à resolução do problema foram inadequadas em termos de meios utilizados e na forma como estavam a ser conduzidos os trabalhos. Por outro lado, o Dr. Orlando Borges, Chefe da Divisão de Ordenamento e Protecção do Instituto da Água, refere que o modo de actuação das Entidades responsáveis pela gestão do problema foi algo “nervoso”, razão pela qual o mesmo não decorreu da melhor forma (Anexo III).

Há Entidades (Força Aérea Portuguesa, Direcção dos Serviços da Água - Évora, Brigada de Hidrometria de Beja) que não têm uma opinião formada sobre a questão ou têm dúvidas acerca da validade das medidas adoptadas.

No entanto, a grande maioria das Entidades (Direcção Regional do Ambiente e dos Recursos Naturais do Alentejo, Associação de Defesa do Património de Mértola, Comando do Corpo de Fuzileiros, Gabinete do Ministro do Ambiente e dos Recursos Naturais, Direcção Geral do Ambiente (Inspecção do Ambiente) e Direcção dos Serviços da Água - Évora) envolvidas no processo de gestão/remoção de *Azolla* do rio Guadiana considera que as medidas tomadas, na altura, foram as mais consentâneas tendo em atenção os vários condicionalismos existentes: desconhecimento do fenómeno, ausência de uma modelo de actuação prática em situações do género e risco de eutrofização da massa de água. Consequentemente, consideram que na altura pouco mais havia a fazer, sendo a remoção da planta do rio a medida mais correcta.

Face à questão: “*Numa eventual repetição daquele fenómeno, ou outro semelhante, tomariam idênticas medidas?*”, algumas Entidades (Regimento de Infantaria de Beja, Direcção-Geral de Marinha - Engº Baganha Fernandes, Ex-Comandante da Capitania do Porto de Vila Real de Stº António, Comando do Corpo de Fuzileiros e Direcção dos Serviços da Água) consideram que numa eventual repetição do fenómeno, ou outro semelhante, tomariam em princípio as mesmas medidas (remoção da planta). No entanto, há quem refira que seria importante ter em atenção os ensinamentos da experiência anterior. Assim, consideram que seria necessário haver uma maior coordenação e um apoio técnico-científico prévio para que pudessem ser seleccionados os meios de combate mais adequados à tarefa. Outros (Instituto da Água) referem que em princípio as medidas a tomar seriam idênticas, uma vez que pouco foi feito em termos de meios de actuação prática, face a este tipo de fenómenos, após a ocorrência do “bloom” de *Azolla* no rio Guadiana em Abril de 1993.

Outras (Direcção Regional do Ambiente e dos Recursos Naturais do Alentejo, Câmara Municipal de Mértola e Associação de Defesa do Património de Mértola) consideram que a experiência anterior contribuiu para o estabelecimento de alguns contactos com instituições e pessoas conhecedoras daquele tipo de fenómenos, pelo que numa situação semelhante seria mais fácil a obtenção de apoio técnico-científico.

Alguns elementos da Direcção-Geral de Marinha julgam que numa situação semelhante não tomariam as mesmas medidas. Os elementos da Capitania do Porto de Vila Real de

Stº António consideram que a remoção de *Azolla* foi uma solução que se encontrou, no momento, para resolver o problema do "bloom". Consideram, ainda, que a remoção foi um trabalho infrutífero porque a planta, devido às características do seu ciclo de vida, acabaria por desaparecer por ela própria.

Por outro lado, o Capitão Paulo Alves, um dos pilotos envolvidos na missão da Força Aérea Portuguesa, considera que numa eventual repetição daquele género de fenómenos, e sempre que forem solicitados trabalhos semelhantes àquela Entidade, seria importante que um técnico conhecedor dos mesmos acompanhasse a missão para dar informações precisas no local.

Em relação à população inquirida e face à questão: "*Em sua opinião as Entidades Oficiais tomaram as medidas adequadas à gestão/resolução do problema?*", a maioria (89%) respondeu afirmativamente, conforme pode observar-se na Fig. 6.26.

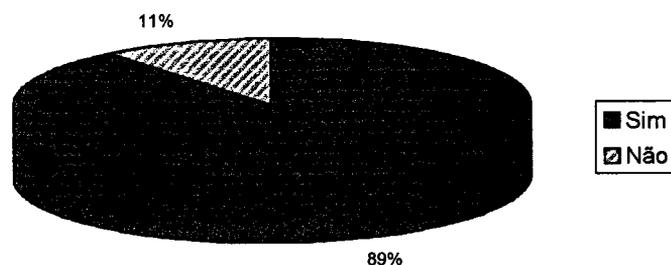


Fig. 6.26 - Adequação das medidas tomadas pelas Entidades Oficiais - Perspectiva da População Inquirida

Os inquiridos que responderam afirmativamente à questão anterior referem, na sua maioria, que a remoção da planta do rio foi a medida mais correcta. Os restantes (11%) consideram que as Entidades Oficiais não tomaram as medidas mais adequadas à resolução do problema em causa. A remoção da planta foi, na opinião de alguns, desnecessária, uma vez que se tratou de um fenómeno que surgiu e desapareceu naturalmente. Estes referem, ainda, que as Entidades Oficiais deveriam ter agido para que

todos os pescadores tivessem sido indemnizados, uma vez que a sua actividade esteve interrompida durante algum tempo.

Da análise destes dados pode concluir-se:

1. Aparentemente existe contradição nas opiniões de alguns elementos pertencentes à mesma Entidade. Dois dos elementos do Regimento de Infantaria de Beja referem que naquele momento as medidas tomadas foram as mais adequadas uma vez que resultaram. Opinião aparentemente diferente tem o Major Azevedo Grosso, o qual refere: “De início, os meios empregues e a forma como os trabalhos estavam a ser conduzidos não eram os mais adequados (...)”. Em relação à Direcção de Serviços da Água, os dois elementos entrevistados também emitiram opiniões diferentes em relação a esta questão. O Dr. António Frazão (ex-Técnico da Direcção dos Serviços da Água - Direcção Regional do Ambiente e dos Recursos Naturais do Alentejo) refere que aquelas não foram, talvez, as medidas mais adequadas. Contrariamente, o ex-Director dos Serviços da Água, Eng^o Guia Marques, julga que as mesmas foram adequadas, porque um dos objectivos era evitar a desoxigenação da massa de água.

2. A maioria das Entidades inquiridas considera que as medidas tomadas foram adequadas atendendo ao facto de se tratar de um fenómeno novo perante o qual as instituições não estavam devidamente preparadas em termos de recursos humanos e materiais.

3. A maioria das Entidades envolvidas na gestão/remoção de *Azolla* do rio Guadiana, numa eventual repetição daquele tipo de fenómeno (“bloom” de *Azolla*), ou outro semelhante, tomaria idênticas medidas, embora tendo em atenção algumas correcções de procedimentos anteriores.

4. Parece ser necessária a definição de um modelo prático de actuação em situações semelhantes e que contemple várias componentes, entre as quais o apoio técnico-científico, a coordenação do processo de gestão e a selecção dos meios de luta mais consentâneos.

5. Na opinião geral da população inquirida a remoção da planta do rio foi uma medida adequada.

6.4.9. DIFICULDADES SENTIDAS PELAS ENTIDADES ENVOLVIDAS NO PROCESSO

As Entidades Locais (Câmara Municipal de Mértola e Associação de Defesa do Património de Mértola) envolvidas no processo de gestão/remoção de *Azolla* referem a intervenção tardia das Instituições Oficiais e a falta de recursos materiais e humanos para uma actuação rápida e eficaz como as dificuldades mais sentidas.

Por outro lado, as várias Entidades (Nacionais e Regionais) do Ministério do Ambiente e Recursos Naturais mencionam como principais dificuldades sentidas: a) inexistência de meios específicos de actuação; b) expectativa em relação ao desenvolvimento da planta; c) desconhecimento do próprio fenómeno em si e as consequências deste para o ambiente.

Entre as Forças Armadas intervenientes na operação de remoção de *Azolla* do rio verifica-se diversidade de opiniões:

- O Comando do Corpo de Fuzileiros e a Força Aérea Portuguesa referem não ter sentido qualquer tipo de dificuldade na resolução do problema, embora esta última não tenha participado directamente no processo de remoção da planta.
- A Capitania do Porto de Vila Real de Stº António salienta os acessos difíceis aos locais da remoção e a distância entre estes e a capitania, como as únicas dificuldades sentidas.
- Os elementos da Direcção-Geral de Marinha (Engº Baganha Fernandes e Tenente José Augusto Moreira) têm opiniões diferentes. O primeiro refere a falta de uma coordenação global e de um plano de actuação adequado à situação como dificuldades sentidas. O segundo refere os acessos difíceis aos locais onde era necessário intervir.
- O Regimento de Infantaria de Beja salienta como principais problemas: o desconhecimento do fenómeno, a falta de acompanhamento por pessoal especializado e a ausência de coordenação e de meios adequados à tarefa. Apenas um elemento daquela Entidade referiu que não houve qualquer tipo de dificuldades.

De acordo com os dados obtidos pode concluir-se:

1. Na globalidade, as principais dificuldades sentidas pelas várias Entidades envolvidas no processo relacionaram-se com o desconhecimento do fenómeno em si e a ausência de meios práticos de actuação.
2. As dificuldades sentidas pelas Entidades ligadas ao Ministério do Ambiente e Recursos Naturais (Entidades Nacionais e Regionais), bem como pelas Entidades Locais reflectem, aparentemente, um certa impotência face ao fenómeno, quer em termos de meios práticos de actuação, quer em termos de informação/formação técnico-científica.
3. A diversidade de opiniões por parte das Forças Armadas poderá, eventualmente, relacionar-se com o tipo de missão atribuída, quer às diferentes unidades, quer aos elementos que delas faziam parte integrante. Os elementos cuja função no processo envolveu cargos de chefia/coordenação parecem ser os que sentiram maior nível de dificuldade.

6.5. CONCLUSÕES

O “bloom” de *Azolla*, ocorrido no rio Guadiana em Abril de 1993 atingiu, nomeadamente na região de Mértola, uma extensão considerável. Azenhas de Mértola, Carvoeiro e Moínho dos Canais foram locais onde as “manchas” de *Azolla* atingiram extensão mais significativa, com uma espessura média de 5-7 cm. Esta situação condicionou, durante algum tempo, o quotidiano da comunidade humana local, em particular a comunidade piscatória e os profissionais do ramo da restauração. Além disso desencadeou uma série de procedimentos e actuações, por parte das Entidades directamente envolvidas no processo de gestão/remoção da planta do rio, reveladores, nalguns casos, de uma certa dificuldade de actuação face a este tipo de fenómenos.

A análise dos dados relativos aos questionários dirigidos às Instituições inquiridas e a determinados sectores da população, bem como os dados referentes às entrevistas realizadas junto dos representantes daquelas Entidades, permitiram compreender os seus comportamentos e atitudes face ao acontecimento em causa. A natureza inédita do fenómeno em si e o desconhecimento geral face a situações semelhantes estiveram, em princípio, na origem de algumas dificuldades sentidas na sua resolução. De facto, quer as

Entidades, quer a população inquiridas desconheciam a verdadeira origem do “bloom”, assim como a natureza da planta que o desencadeou. Actualmente, e passados quatro anos após a ocorrência daquele fenómeno, verifica-se que a informação/formação de todos aqueles que directa ou indirectamente estiveram envolvidos no processo de gestão/remoção de *Azolla* continua a revelar-se deficiente. Esta situação demonstra a ausência de uma verdadeira troca de informação e de conhecimentos, numa fase posterior àquele acontecimento, entre os vários intervenientes.

No âmbito da Educação Ambiental da população, com vista à sua sensibilização/formação em caso de eventual repetição daquela ou outra situação semelhante, tudo parece indicar que as acções desenvolvidas neste domínio foram diminutas. Apesar desta situação, a receptividade demonstrada por alguns pescadores acerca da possibilidade de utilização de *Azolla* como biofertilizante constitui um exemplo concreto de como a informação/formação da população pode alterar as suas atitudes e os seus comportamentos. De facto, aqueles que contactaram, na altura do “bloom”, com alguns técnicos conhecedores desta realidade revelaram ter utilizado a planta para esse fim, sem qualquer tipo de receio.

Também as próprias Entidades envolvidas no processo de gestão/remoção de *Azolla* continuam a revelar diversas deficiências, quer em termos de conhecimentos relativos às características da planta em causa, quer em termos de processos de gestão. Estes aspectos não deixam de ser preocupantes, principalmente numa altura em que o problema das infestantes em meios aquáticos continua a fazer parte do dia-a-dia de muitas populações. Todavia, este tipo de situação, aparentemente, não se compreende se tivermos em atenção o trabalho efectuado nesta área por parte da comunidade científica portuguesa. Há, efectivamente, um grande esforço, por parte daquela comunidade, em colaborar com as várias Entidades directamente vocacionadas para a resolução deste tipo de problemas, quer contribuindo para a formação adequada dos seus quadros técnicos, quer na procura de soluções adequadas e direccionadas para a minimização dos problemas subjacentes à ocorrência deste tipo de fenómenos. No caso concreto do “bloom” de *Azolla*, o apoio técnico-científico fornecido, aparentemente, e na opinião da maior parte das Entidades inquiridas, parece não ter sido suficiente e atempado. Tal facto, deveu-se, muito provavelmente, à novidade do fenómeno, à falta de canais

institucionais e coordenados que conseguissem fazer chegar às unidades operativas as indicações adequadas para a resolução dos problemas surgidos, bem como a actuação algo precipitada das Entidades envolvidas no processo de gestão/remoção de *Azolla*, motivada pela pressão conjunta de vários factores, entre os quais, supostamente, esteve a situação dramática do caso da hemodiálise em Évora. Esta situação, ocorrida pouco tempo antes do aparecimento do “bloom” não contribuiu positivamente para a solução do problema. Tudo isto, enquadrado num contexto de alguma exacerbação por parte de alguns Órgãos de Comunicação Social, transformou um problema de natureza técnica numa questão política.

As Entidades Locais (Câmara Municipal de Mértola e Associação de Defesa do Património de Mértola) tendo tido conhecimento imediato do fenómeno, quer por intermédio dos pescadores locais, quer por observação directa, tentaram, numa fase inicial, remover a planta do rio. Todavia, os meios humanos e materiais disponíveis revelaram-se, desde logo, insuficientes e infrutíferos. Face à inexistência de meios práticos de actuação, aquelas Entidades alertaram de imediato os serviços centrais e regionais do Ministério do Ambiente e dos Recursos Naturais aos quais solicitaram o devido apoio. Assim, e na sequência dos contactos entre as várias Entidades, a Direcção Regional do Ambiente e dos Recursos Naturais do Alentejo, conjuntamente com as Entidades Locais, foi incumbida de coordenar localmente todo o processo de gestão/remoção de *Azolla* do rio. Apesar dos esforços, o processo de coordenação, aparentemente, não funcionou da melhor forma, isto é, revelou algumas deficiências. A novidade do fenómeno em si e a ausência de um modelo prático de actuação em situações semelhantes poderão estar na origem das dificuldades sentidas ao nível da coordenação do processo. Tendo em atenção aquilo que efectivamente sucedeu, transparece a ideia de alguma descoordenação. Tudo indica que entre as Forças Militares envolvidas na remoção da planta do rio e as Entidades responsáveis pela gestão e coordenação do processo não houve, aparentemente, uma verdadeira interligação. Supostamente, a realização periódica e sistemática de reuniões entre aqueles intervenientes teria sido benéfica, pois teria permitido fazer o ponto da situação e, simultaneamente, proceder à correcção de procedimentos menos adequados. Tudo indica que a inexistência de uma verdadeira coordenação se reflectiu nalguns aspectos menos positivos do processo, nomeadamente, sobre a fauna piscícola. Uma ponderação a esse nível teria evitado, muito

provavelmente, a remoção indiscriminada da planta e a conseqüente morte de numerosas enguias jovens que estavam associadas ou protegidas pela *Azolla*.

A decisão de remoção da planta do rio constituiu, desde o início, a medida possível, senão única, a adoptar. Mais uma vez a inexistência de meios práticos de actuação conduziu à necessidade de intervenção das Forças Armadas no processo de remoção. Limpar rápida e eficazmente o rio afigurou-se, na perspectiva de algumas Entidades inquiridas, como a medida mais correcta para a resolução daquele problema, tendo em atenção, principalmente, as dificuldades económicas sentidas, na altura, pela comunidade piscatória local. Saliente-se, porém, que a operação de remoção de *Azolla* além de se ter revelado difícil e morosa, acarretou conseqüências várias, quer a nível ambiental, quer a nível sócio-económico. Também o rendimento económico dos pescadores foi afectado, na altura, uma vez que a actividade piscatória foi interrompida nalgumas zonas. Por outro lado, o receio demonstrado pela população em relação ao consumo do peixe proveniente do rio agravou, também, aquela situação. Relativamente à população inquirida, o não consumo da água da rede de abastecimento público e do peixe, provenientes do rio, por uma questão de receio, constituíram as principais reacções reveladas. De igual modo, os custos dispendidos pelas várias Entidades envolvidas no processo revelaram-se, à partida, significativos. Estes dados demonstram, mais uma vez, a necessidade urgente da delineação de uma filosofia de gestão adequada, face ao problema das infestantes em meio aquático e conducente à minimização das conseqüências já mencionadas.

Outro aspecto, revelado através da análise dos dados disponíveis, diz respeito ao papel dos Órgãos de Comunicação Social. A mediatização dada ao fenómeno, aparentemente, avolumou as reacções de receio por parte da população. De facto, as notícias difundidas por alguns Órgãos de Comunicação Social sobre o fenómeno revelaram-se algo sensacionalistas, apelando, nalguns casos, ao alarmismo das populações. Neste aspecto é de salientar a contradição existente entre a opinião das várias Entidades inquiridas envolvidas no processo de gestão/remoção de *Azolla* e a população inquirida. Na sua maioria, aquelas Entidades consideram que a notícia teve um carácter sensacionalista, apelativo ao alarme e ao medo por parte da população. Contrariamente, apenas uma reduzida fracção da população inquirida partilha dessa opinião. Por outro lado, a maioria

dessa população revela que não se sentiu suficientemente informada por parte dos Órgãos de Comunicação Social, embora grande parte (44%) considere que a notícia foi tratada de forma equilibrada. A discrepância de opiniões e as contradições aparentemente existentes poderão estar relacionadas com o nível de instrução da população (grupos alvo). Efectivamente, a população do Concelho de Mértola apresenta, na generalidade, um nível de instrução baixo. Este facto condicionou, muito provavelmente, a interpretação das mensagens transmitidas pelos Órgãos de Comunicação Social acerca do fenómeno. Neste contexto, os dados obtidos permitem concluir da necessidade, em situações do género, duma mais eficaz e coordenada sensibilização e informação junto dos Órgãos de Comunicação Social, com o objectivo de evitar a divulgação de notícias deturpadoras da realidade e que influenciem negativamente a opinião pública com as eventuais consequências nos domínios psicológico e social.

Por fim, e face aos dados disponíveis sobre a natureza deste acontecimento, julgamos que o mesmo se pode enquadrar no âmbito dos perigos ambientais, em particular nos do domínio biológico (Hewitt e Burton, 1971, *in* SMITH, 1996).

7. CONSIDERAÇÕES E RECOMENDAÇÕES FINAIS

Actualmente, as infestantes em meio aquático constituem um dos sérios problemas ambientais com os quais somos, infelizmente, forçados a conviver. Ultrapassando, na maior parte dos casos, a dimensão física e biológica, atingem de igual modo a escala humana, quer no âmbito sócio-económico, quer no âmbito da saúde pública. São de referir neste aspecto, nomeadamente, os problemas relacionados com os “blooms” de determinados tipos de cianobactérias, susceptíveis de produzir toxinas causadoras de patologias várias ao nível humano e animal.

Tendo em atenção os problemas subjacentes à presença de infestantes nos nossos cursos de água, e em particular nos meios dulçaquícolas, urge tomar medidas que visem o seu controlo e gestão adequados, com vista à minimização de eventuais prejuízos causados pela sua presença nesses ecossistemas. Os acontecimentos decorrentes do aparecimento do “bloom” de *Azolla* no rio Guadiana, em Abril de 1993, nomeadamente na região de Mértola, obrigam-nos a reflectir sobre esta questão e, simultaneamente, revelam a necessidade de adopção urgente de um programa nacional de gestão integrada face a este tipo de perigos ambientais.

A implementação de um modelo de gestão integrada no âmbito das infestantes aquáticas deverá, fundamentalmente, visar as seguintes componentes:

- prevenção e monitorização;
- acções de educação ambiental junto das populações e Autarquias;
- estruturação efectiva de uma rede de unidades laboratoriais associadas às Direcções Regionais do Ambiente e dos Recursos Naturais (DRARN's), às Administrações Regionais de Saúde (ARS's) e às Autarquias;
- formação de quadros técnicos;
- medidas de controlo e eventual rentabilização de algumas espécies de infestantes;
- interligação com as Forças Militares, a Protecção Civil e a Comunidade Científica;

- interligação com as instituições públicas e privadas na área da agricultura;
- informação adequada dos Órgãos de Comunicação Social.

Numa primeira abordagem, um modelo de gestão integrada deverá contemplar medidas de prevenção e monitorização, as quais passam sobretudo pelo controlo periódico e sistemático da qualidade da água dos ecossistemas em causa, para detecção de situações anómalas, quer no que diz respeito aos níveis dos vários parâmetros de qualidade, quer no que se refere ao desenvolvimento anormal de algumas espécies aquáticas, nomeadamente micrófitos e macrófitos. Apesar dos esforços e da legislação existente sobre as características mínimas da qualidade da água de acordo com o seu tipo de utilização, estamos longe de cumprir as normas estabelecidas. De facto, as acções de avaliação e controlo da qualidade da água não funcionam, nalguns casos, da melhor forma. Este aspecto não pode nem deve ser descurado, pois está em causa a saúde das populações. Simultaneamente a esta fase, será necessária a caracterização biológica e o conhecimento da distribuição das infestantes em causa, para uma correcta determinação das medidas de controlo e gestão a tomar, assim como a sua eventual rentabilização económica. Concretamente em relação à *Azolla* são múltiplas as suas aplicações. É sobretudo nas áreas da agricultura e do ambiente que as utilizações deste pteridófito prevalecem. A sua utilização como biofertilizante, em diversas culturas, abrange actualmente várias zonas do Globo. Outra das aplicações de *Azolla*, e em fase de franco desenvolvimento, consiste na sua aplicação como biofiltro das águas residuais, dada a sua capacidade de remoção de alguns nutrientes, como o fósforo e metais pesados.

Tais medidas pressupõem, necessariamente, uma rede nacional de unidades laboratoriais (ao nível das DRARN's, ARS's e Autarquias) a funcionar plena e eficazmente. Funcionamento esse que só será possível através da criação de um quadro técnico especializado enquadrado em termos legislativos.

Por outro lado, a participação dinâmica e responsável das Autarquias e das populações em geral deve basear-se na sensibilização/formação face a esta problemática, de modo a

conduzir à efectiva aplicação dos princípios inerentes a um modelo de gestão integrada. Será particularmente através da Educação Ambiental que o desenvolvimento de novas atitudes e comportamentos em relação às infestantes aquáticas se tornará viável. A integração da componente educacional na definição de uma estratégia de desenvolvimento sustentável, que assegure a manutenção dos nossos recursos naturais, e em particular dos recursos hídricos, deverá constituir um desafio a ter em atenção no próximo século. Situações semelhantes à que ocorreu no Concelho de Mértola, em Abril de 1993, revelam, claramente, que uma adequada sensibilização/formação da população teria evitado determinadas reacções de alarmismo. Infelizmente, pouco foi feito nessa vertente após a ocorrência daquele fenómeno, o que denota alguma apatia por parte das Entidades responsáveis nesta matéria. A escola poderá constituir um dos veículos dessa formação, dado o seu papel na educação dos futuros cidadãos.

Além da componente educacional, outro aspecto a considerar neste tipo de modelo de gestão, diz respeito à interligação que deverá existir entre as Entidades Oficiais e Privadas directamente vocacionadas para a protecção ambiental, nomeadamente as Entidades Locais, as Forças Militares, a Protecção Civil e a Comunidade Científica. Esta vertente deverá contemplar, além de outros aspectos, a criação de um plano de actuação em casos de situações anómalas, isto é, em situações de risco, leia-se desenvolvimento explosivo de determinada infestante. As Forças Militares, nomeadamente o ramo da engenharia, são detentoras de um conjunto de meios materiais e humanos capazes de dar resposta a situações de desenvolvimento explosivo de algumas infestantes. No entanto, e tendo em atenção os acontecimentos relacionados com o "bloom" de *Azolla* em 1993, é fundamental que àqueles intervenientes seja dado o devido apoio técnico-científico. O esclarecimento prévio das características da(s) espécie(s) em causa poderá contribuir para uma maior rentabilização dos meios a utilizar, assim como minimizar eventuais prejuízos para o ecossistema afectado. Neste âmbito, a Comunidade Científica deverá ter um papel preponderante, funcionando como interlocutor entre as Entidades Locais e as forças operativas. Também as Associações de Agricultores deverão estar

sensibilizadas/informadas sobre esta problemática, com vista à implementação de práticas agrícolas mais adequadas em termos ecológicos.

Finalmente, a componente da sensibilização dos Órgãos de Comunicação Social deverá constituir outro aspecto a ter em consideração neste modelo de gestão. É importante que as Entidades responsáveis assegurem a devida informação, através de interlocutores especializados, sobre o fenómeno em causa, junto daqueles órgãos a fim de evitar a divulgação de notícias deturpadoras da realidade e que, numa primeira abordagem, possam contribuir para o alarmismo e pânico junto das populações.

8. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- 1º DE JANEIRO, 1993 - “Mancha Verde no Guadiana”, 10 de Abril.
- A CAPITAL, 1993 - “Azolla «mata» pesca em Mértola”, 17 de Abril.
- A CAPITAL, 1993 - “Marinha e Exército - Militares vão limpar Guadiana”, 16 de Abril.
- A CAPITAL, 1993 - “Mistério das algas do Guadiana ainda por esclarecer. Quilómetros de “tapete” verde originam excursões de curiosos”, 12 de Abril.
- A CAPITAL, 1993 - “Pescadores de Mértola já pensam em emigrar”, 19 de Abril.
- A DEFESA, 1993 - “Limpeza do rio Guadiana”, 28 de Abril.
- AGUIAR, F. C., 1996 - “Vegetação dos Ecossistemas Dulciaquícolas. Estimativa do Risco de Infestações”. *Mestrado em Protecção Integrada*, UTL - ISA, Lisboa, 187p.
- ALMEIDA, G., 1995 - “Geologia”. *Estudo Integrado de Impacte Ambiental do Empreendimento de Alqueva*, SEIA - Sociedade de Engenharia e Inovação Ambiental, S.A., 6 : 1-56.
- ALMEIDA, M. T., 1986 - “Azollaceae”. In *Flora Ibérica*, Real Jardín Botánico, C.S.I.C., Madrid, 1 : 155-157.
- AVANTE, 1993 - “Azolla no Guadiana”, 22 de Abril.
- BRAUN-HOWLAND, E. B. & NIERZWICKI-BAUER, S. A., 1990 - “*Azolla-Anabaena* symbiosis: biochemistry, physiology, ultrastructure, and molecular biology”. In *Handbook of symbiotic cyanobacteria*, Amar N. Rai (Ed.), CRC Press, Boca Raton, 253 p.
- BRUUN, B., DELIN, H., SVENSSON, L., SINGER, A., & ZETTERSTROM, D., 1995 - “Aves de Portugal e Europa”, 2ª Ed. (ed.rev.), col. GUIAS FAPAS, FAPAS - Fundo para a Protecção dos Animais Selvagens, Porto, 320 p.
- BUGEDA, J., 1974 - “Conceptos generales sobre las muestras. Sus clases.”. In *Técnicas de Investigación Social*, Inst. de Estudios Políticos, Madrid, Cap. III : 27-71.
- CABANILLAS, J.F.Z., 1987 - “El Rio Guadiana”. Departamento de Publicaciones de La Excm. Diputación, Badajoz, 301 p.

- CARMICHAEL, W. W. & FALCONER, I. R., 1993 - "Diseases Related to Freshwater Blue-green Algal Toxins and Control Measures". In *Algal Toxins in Seafood and Drinking Water*, I. R. Falconer (Ed.), Academic Press, San Diego, Cap. XII : 187-200.
- CARRAPIÇO, F. & TAVARES, R., 1989 - "New data on the *Azolla-Anabaena* simbyosis: I. Morphological and histochemical aspects". In *Nitrogen fixation with non-legumes*, F. A. Skinner *et al.* (Eds.), Kluwer Academic Publishers : 89-94.
- CARRAPIÇO, F.(Coord.), TEIXEIRA, G., DINIZ, M. A., 1996 - "*Azolla*: projecto de cooperação", FCUL/DBV, 1 CD-ROM.
- CARRAPIÇO, F., 1991 - "Are bacteria the third partner of the *Azolla - Anabaena* simbyosis?". *Plant and Soil*, **137** : 157-160.
- CARRAPIÇO, F., 1994 - "Algumas reflexões sobre o bloom de *Azolla* ocorrido em Abril de 1993 no rio Guadiana". *Comunicação do Debate "RIO GUADIANA: Passado, Presente, Futuro"*, Évora, 27-29 de Outubro.
- CARRAPIÇO, F., 1996 - "Infestantes aquáticas: caracterização, estimativas de risco e gestão". In *Curso de Formação: Causas e Consequências de Infestações em Ecossistemas dulçaquícolas*, Centro de Biologia Ambiental da Faculdade de Ciências da Universidade de Lisboa, 30 de Setembro a 4 de Outubro, 7 p.
- CARRAPIÇO, F., COSTA, M. H., COSTA, M. L., TEIXEIRA, G., FRASÃO, A. A., SANTOS, M. C. R. & BAIÃO, M. V., 1996 - "The uncontrolled growth of *Azolla* in Guadiana river". *Aquaphyte*, **16** (2) : 11.
- CARRAPIÇO, F., COSTA, M. L., TEIXEIRA, G., COSTA, M.H., FRAZÃO, A. A., & SANTOS, M. C., 1994 - "O Bloom de *Azolla* no rio Guadiana : Análise das suas causas e consequências". *Actas da 4ª Conferência Nacional sobre Qualidade do Ambiente*, **1** : 10-23.
- CATARINO, L. M., 1995 - "Ecologia das Infestantes Aquáticas em Canais de Rega e Utilização da Carpa Herbívora em Protecção Integrada". *Dissertação de Mestrado em Protecção Integrada*, UTL - ISA, Lisboa, 128 p.
- COLLARES-PEREIRA, M. J., PIRES, A. M., COELHO, M. M. & COWX, I. G., 1997 - "Towards a conservation strategy for *Anaocypris hispanica*, the most endangered

- non-migratory fish in Portuguese streams". In *Stocking and Introduction of Fish*, I. G. Cowx (Ed.), Fishing News Books, Blackwell Science, Oxford : 437-449.
- CORREIO DA MANHÃ, 1993 - "Azolla do Guadiana «enrola» Fuzileiros", 19 de Abril.
- CORREIO DA MANHÃ, 1993 - "Fuzileiros libertam Guadiana de Azolla", 17 de Abril.
- CORREIO DA MANHÃ, 1993 - "Mértola limpa Guadiana de algas misteriosas", 13 de Abril.
- CORREIO DA MANHÃ, 1993 - "Técnicos na pista das algas misteriosas", 14 de Abril.
- CORREIO DO PORTO, 1993 - "Guerra ao feto «azolla». Tropas limpam Guadiana", 16 de Abril.
- CORTES, R.V., FERREIRA, T., GODINHO, F., SANTOS, G., OLIVEIRA, J., & ALBUQUERQUE, A., 1995 - "Comunidades Dulciaquícolas". *Estudo Integrado de Impacte Ambiental do Empreendimento de Alqueva*, SEIA - Sociedade de Engenharia e Inovação Ambiental, S.A, 5 : 1-147.
- COSTA, J. R. DA, COSTA, J. P. DA, FONSECA, V., ROCHA, F. & RODRIGUES, R., 1992 - "Rio Guadiana : reconhecimento e caracterização geral". *Relatório do Projecto Coveplam/MEDSPA*, UNINOVA/Direcção-Geral da Qualidade do Ambiente : 1-113.
- COSTA, J.P. DA, COSTA, J. R. DA, RODRIGUES, R., & SANTOS, M.A., 1993 - "Bacia Portuguesa do Guadiana : Caracterização Hidrológica Sumária". *Relatório do Projecto Coveplam/MEDSPA*, UNINOVA/Direcção-Geral da Qualidade do Ambiente, Lisboa : 1-127.
- COSTA, M. L., SANTOS, M. C. & CARRAPIÇO, F., 1996 - "Contribuição para o estudo de *Azolla* no tratamento de águas residuais domésticas". *Actas da 5ª Conferência Nacional sobre Qualidade do Ambiente*, 2 : 1945-1954.
- DERRUAU, M., 1982 - "Geografia Humana". 3ª ed., Editorial Presença, Lisboa, 1 : 502 p.
- DIÁRIO DE NOTÍCIAS, 1993 - "Algas do Guadiana podem ser maná", 13 de Abril.

- DIÁRIO DE NOTÍCIAS, 1993 - “Meios militares poderão ajudar a retirar os fetos do Guadiana”, 16 de Abril.
- DIÁRIO DE NOTÍCIAS, 1993 - “Mértola limpa Guadiana das algas invasoras”, 14 de Abril.
- DIÁRIO DE NOTÍCIAS, 1993 - “Parece um filme de terror. Algas encham Guadiana”, 11 de Abril.
- DIÁRIO DE NOTÍCIAS, 1993 - “Planta do Guadiana pode ser cozinhada”, 15 de Abril.
- DIÁRIO DE NOTÍCIAS, 1993 - “Praga do Guadiana ameaça pescadores”, 18 de Abril.
- DIÁRIO DE NOTÍCIAS, 1993 - “Praga no Guadiana já mata cegonhas”, 17 de Abril.
- DIÁRIO DO ALENTEJO, 1993 - “Azolla passa a vermelho”, 26 de Abril.
- DIÁRIO DO ALENTEJO, 1993 - “Guadiana coberto de verde - «Azolla» Pode Ser Maná”, 16 de Abril.
- DIÁRIO DO SUL, 1993 - “Guadiana: Armada e Exército vão participar na limpeza do rio”, 19 de Abril.
- DIÁRIO DO SUL, 1993 - “Limpeza do rio Guadiana”, 27 de Abril.
- DIAS, J.R & CARRAPIÇO, F., 1993 - “A utilização do sistema simbiótico *Azolla-Anabaena* na Guiné-Bissau”. *Comunicações (IICT) - Série Ciências Agrárias*, nº 13, 1ªs Jornadas sobre a Agricultura da Guiné-Bissau, Museu Nacional de Etnologia, 4 a 6 de Dezembro de 1991, Lisboa : 77-90.
- DRARN Alentejo, 1993a - “Requerimento Nº 781/VI/20 da Srª Deputada Isabel Castro (Verdes) sobre Aparecimento de Mancha Verde no Guadiana”. Ofício Refª 913 de 28 de Maio, 5 p.
- DRARN Alentejo, 1993b - “Ponto de Situação Relativo ao Rio Guadiana - *Azolla*”. Ofício/Fax de 15 de Abril, 3 p.
- DUARTE, M., 1995 - “Impactes Sócio- Económicos”. *Estudo Integrado de Impacte Ambiental do Empreendimento de Alqueva*, SEIA - Sociedade de Engenharia e Inovação Ambiental, S.A., 11 : 1-105.
- EXPRESSO, 1993 - “Algas infestam Guadiana”, 17 de Abril.
- EXPRESSO, 1993 - “Apesar dos meios que estão a ser utilizados para retirar grandes quantidades de *Azolla* do rio Guadiana ...”, 24 de Abril.

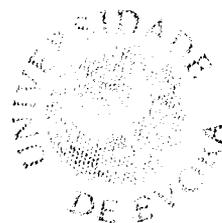
- FALCONER, I. R., 1993 - "Measurement of Toxins from Blue-green Algae in Water and Foodstuffs". In *Algal Toxins in Seafood and Drinking Water*, I. R. Falconer (Ed.), Academic Press, San Diego, Cap. X : 165-175.
- FERREIRA, M. T. & GODINHO, F. N., 1994 - "As Comunidades Aquáticas Dulciaquícolas no Rio Guadiana e Ribeiras Afluentes: Situação de Referência". *Comunicação do Debate "Rio Guadiana : Passado, Presente, Futuro"*, Évora, 27-29 de Outubro.
- FERREIRA, T. & MONTEIRO, A., 1988 - "Estudo das comunidades de macrófitos aquáticos do rio Guadiana". *Colóquio Luso-Espanhol sobre Ecologia de Bacias Hidrográficas e Recursos Zoológicos*, Faculdade de Ciências do Porto, Porto : 129-137.
- FORNI, C., CAIOLA, M. G. & GENTILI, S., 1989 - "Bacteria in the *Azolla-Anabaena* symbiosis". In *Nitrogen Fixation with non-legumes*, F. A. Skinner et. al. (Eds.), *Developments in Plants and soil Sciences*, **35** : 83-88.
- FRANCA, M. L., COSTA, F. C., LOPES, M. F., 1987 - "Contribuição para o Conhecimento da Pesca no Rio Guadiana, em Particular no Baixo Guadiana". *Publicações Avulsas, N° 11*, Instituto Nacional de investigação das Pescas, Lisboa, 45 p.
- FRANCO, J.A., 1971 - "Nova Flora de Portugal (Continente e Açores). Lycopodiaceae-Umbelliferae". Ed. Autor, Lisboa, **1** : 648 p.
- GOLDMANN, C. R. & HORNE, A. J., 1994. "Limnology". 2nd edition, McGraw-Hill International Book Company, New York, 576 p.
- GRILLI, M., 1964 - "Infrastrutture di *Anabaena azollae* vivente nelle foglioline di *Azolla caroliniana*". *Ann. Microb. Enzim.*, **14** : 69-90.
- INAG/COBA, 1995 - "Recursos Hídricos do rio Guadiana e sua Utilização". INAG/COBA, Lisboa, 19 p.
- INE-Direcção Regional Alentejo, 1993 - "Censos 91 : XIII Recenseamento Geral da População, III Recenseamento Geral da Habitação Alentejo". *Resultados Definitivos*, Lisboa, 189 p.

- Impacte Ambiental do Biotina de Azolla no Concelho de Mértola. Referências Bibliográficas.
- INE-Direção Regional Alentejo, 1996 - "Estimativas de População Residente, 1995".
Série Estimativas Provisórias, nº 21, 118 p.
- JORNAL DE NOTÍCIAS, 1993 - "Flagelo do Guadiana não pára de crescer", 22 de Abril.
- JORNAL DE NOTÍCIAS, 1993 - "Mértola acusa espanhóis de provocarem a praga de Azolla", 19 de Abril.
- KANNAIYAN, S., UMA, D., ARUNA, S. J., & KUMARI, S. M. P., 1996 - "Immobilization of nitrogen fixing cyanobacteria *Anabaena azollae* and *Anabaena variabilis* in solid matrix on ammonia production for rice crop". *7th Int. Symposium on N₂ fixation with non-legumes*, Faislabad, Pakistan (in press).
- LOPES, B. (Coord.), FERNANDES, J. M., TORRES, C., VERMELHO, J., CAMPOS, C., & BATISTA, L., 1992 - "Estudos Demográficos". *Plano Director Municipal de Mértola -Estudos Prévios*, Tekton, Cap. III : 3.1-3.36.
- LOPES, B. (Coord.), FERNANDES, J. M., TORRES, C., VERMELHO, J., CAMPOS, C., & BATISTA, L., 1992 - "Estudos Sociológicos". *Plano Director Municipal de Mértola -Estudos Prévios*, Tekton, Cap V : 5.1-5.47.
- LUMPKIN, T. A. & PLUCKNETT, D. L., 1980 - "Azolla: Botany, physiology, and use as a green manure". *Economic Botany*, **34** : 111-153.
- MACHADO, G., CARAPETO, J. & REVEZ, J., 1996 - "Intervenção. Recuperação de Centros Rurais/IDL - PPDR. Mértola Vila Museu". Centro Rural de Mértola, Associação de Defesa do Património de Mértola, 178 p.
- MARINHA, COMANDO NAVAL, 1994 - "Combate ao Surto de Azola no rio Guadiana". *Candidatura ao "Prémio Nacional Defesa e Ambiente"*, Janeiro : 1-8.
- MARN/INAG, 1995 - "Recursos Hídricos de Portugal Continental e sua Utilização".
MARN/INAG, Lisboa, **1** : 207 p.
- MARN/INAG, 1996 - "Recursos Hídricos de Portugal Continental e sua Utilização".
MARN/INAG, Lisboa, **2** : 370 p.
- MOORE, A. W., 1969 - "Azolla: Biology and Agnomic significance". *The Botanical Review*, **35** : 17-34.

- MOREIRA, F., MIRA, A., COSTA, J.L., ALMEIDA, P.R., & DIAS, S., 1995 - "Fauna Terrestre". *Estudo Integrado de Impacte Ambiental do Empreendimento de Alqueva*, SEIA - Sociedade de Engenharia e Inovação Ambiental, S.A, 8 : 1-212.
- MOREIRA, I. & FERREIRA, T., 1986 - "Aquatic weeds in Portugal". *Aquaphyte*, 6 : 6.
- MOSS, B., 1988 - "Ecology of fresh waters. Man and medium". Backwell Scientific Publications, 2nd. ed., London, 417 p.
- MPAT/SEARN/DGRAH, 1986 - "Monografias Hidrológicas dos Principais Cursos de Água de Portugal Continental". Divisão de hidrometria, Lisboa, 569 p.
- NICOLAU, J. (Coord.) & BARROCO, J., 1992 - "Estudos Sócio-Económicos". *Plano Director Municipal de Mértola - Estudos Prévios*, Tekton, Cap IV : 4.1-4.62.
- NOTÍCIAS DE BEJA, 1993 - "Câmara limpa Guadiana", 22 de Abril.
- O DIA, 1993 - "«Tapete verde» do Guadiana reaviva fantasma da Migração", 20 de Abril.
- O DIA, 1993 - "Guerra à «azolla» Armada e Exército limpam Guadiana", 16 de Abril.
- O DIA, 1993 - "Teme-se um desastre ecológico: O rio Guadiana parece campo relvado", 16 de Abril.
- O INDEPENDENTE, 1993 - "A amiga alga", 16 de Abril.
- O INDEPENDENTE, 1993 - "Corre verde o Guadiana", 1 de Outubro.
- ODUM, E.P., 1988 - "Fundamentos de Ecologia". 4ª ed., Fundação Calouste Gulbenkian, Lisboa, 927 p.
- OLIVEIRA, M. R., 1991 - "Eutrofização do rio Guadiana: «Blooms» de Cyanophyceae e influência na ictiofauna". *Relatórios Técnicos e Científicos*, N° 42, Instituto Nacional de Investigação das Pescas, 24 p.
- PAULO, O., 1993 - "Anfíbios e Répteis". *Caracterização Biofísica do Troço Médio do Vale do Guadiana (Região de Mértola)*, Associação de Defesa do Património de Mértola : 60-69.
- PENA, A., GOMES, L. & CABRAL, J., 1985 - "Fauna e Flora de Mértola. Uma Perspectiva Ecológica do Concelho". Campo Arqueológico de Mértola, Câmara Municipal de Mértola, 82 p.

- PESSOA, S., 1986 - " O Uso do Rio". *Estudos de Impacte Ambiental do Empreendimento de Alqueva. Caracterização do Quadro de Referência*, Dossier B, Relatório B.4 : 15-23.
- PETERS, G. A. & MAYNE, B. C., 1974 - "The *Azolla-Anabaena azollae* relationship. II. Localisation of nitrogenase activity as assayed by acetylene reduction". *Plant Physiol.*, **53** : 820-824.
- PÚBLICO, 1993 - "Á pesca da «azolla»", 14 de Abril.
- PÚBLICO, 1993 - "Invadido por algas junto a Mértola: Guadiana parece um campo relvado", 11 de Abril de - PÚBLICO, "Mértola à espera dos Fuzileiros", 17 de Abril.
- PÚBLICO, 1993 - "Militares limpam Guadiana", 16 de Abril.
- PÚBLICO, 1993 - "Morte de cegonhas permanece por explicar", 21 de Abril.
- PÚBLICO, 1993 - "O rio Verde. Pescadores começam a sentir dificuldades económicas", 18 de Abril.
- PÚBLICO, 1993 - "Páscoa Verde chegou a Mértola", 12 de Abril.
- PÚBLICO, 1993 - "Praga de plantas faz temer desastre ecológico", 13 de Abril.
- PÚBLICO, 1993 - "Rio com fosfatos desde Janeiro. Remoção da *Azolla suspensa*", 27 de Abril.
- REVISTA DA ARMADA, 1993 - "A Marinha participou na eliminação da "mancha Verde" do rio Guadiana", Nº 255 : 7-8, Junho.
- RODRIGUES, A.C., SILVA, M.F. & QUADRADO, M.F., 1995 - "Qualidade da Água". *Estudo Integrado de Impacte Ambiental do Empreendimento De Alqueva*, SEIA - Sociedade de Engenharia e Inovação Ambiental, S.A, **5** : 1-71.
- ROXO, J. P. (Coord.), CRUZ, S., CUNHA, S. A. & CUNHA, J. A., 1993 - "Estudos Ambientais". *Plano Director Municipal de Mértola - Estudos Prévios*, Tekton, Cap. II : 2.1-2.80.
- SÁBADO, 1993 - "A Praga do Tapete Verde", 23 a 29 de Abril.
- SANTOS, C. M., 1992 - "*Azolla*: seu interesse agrícola e diversas utilizações". *Relatório do Trabalho de Fim do Curso de Engenharia Agronómica ISA*, Lisboa, 169 p.

- SAUNDERS, A. M. K. & FOWLER, K., 1992 - "A morphological taxonomic revision of *Azolla* Lam. Section *Rhizosperma* (Mey.) Mett (Azollaceae). *Bot. J. Lin. Soc.*, **109** : 329-357.
- SAUNDERS, R. M. K. & FOWLER, K., 1993 - "The supraspecific taxonomy and evolution of the fern genus *Azolla* (Azollaceae). *Pl. Syst. Evol.*, **184** : 175-193.
- SCULTHORPE, C. D., 1967 - "The biology of aquatic vascular plants". Edward Arnold Publ., London, 610 p.
- SEMANÁRIO, 1993 - "Azolla invade Guadiana", 17 de Abril.
- SEMANÁRIO, 1993 - "Militares «pescam» Azolla", 24 de Abril.
- SERN, 1991 - "Livro Vermelho dos Vertebrados de Portugal. Peixes Dulciaquícolas e Migradores". SNPRCN - Serviço Nacional de Parques, Reservas e Conservação da Natureza, Lisboa, **2** : 55 p.
- SERRANO, R., VIDAL, R. & CARRAPIÇO, F., 1994 - "*Azolla*-bacterial symbiosis, detection and preliminary characterization of lectins". In *Nitrogen Fixation with Non-Legumes*, N. A. Hegazi, M. Fayez e M. Monib (Eds.), The American University in Cairo Press : 159-162.
- SHI, D. & HALL, D. O., 1988 - "*Azolla* and immobilized cyanobacteria (blue-green algae): from traditional agriculture to biotechnology. *Plants Today*, **1** : 5-12.
- SMITH, G. M., 1970 - "Botânica Criptogâmica: Briófitos e Pteridófitos". 2ª Ed., Fundação Calouste Gulbenkian, **2** : 386 p.
- SMITH, K., 1996 - "Environmental Hazards. Assessing Risk and Reducing Disaster". 2nd edition, Routledge, London, 389 p.
- STEWART, W. N. & ROTHWELL, G. W., 1993 - "Paleobotany and the Evolution of Plants". 2nd edition., Cambridge University Press, New York, 521 p.
- STORER, T.I., USINGER, R.L., STEBBINS, R.C. & NYBAKKEN, J.W., 1986 - "Zoologia General", Omega, Barcelona, 955 p.
- TANGARRINHAS, M. R., 1994 - "Rio Guadiana : Principais Origens de Poluição". *Comunicação do Debate "Rio Guadiana: Passado, Presente, Futuro"*, Évora, 27-29 de Outubro.



- TEIXEIRA, C., 1981 - "Geologia de Portugal. Precâmbrico-Paleozóico". Fundação Caloute Gulbenkian, Lisboa, 1 : 629 p.
- TEIXEIRA, G., GOMES, E., DINIZ, M.A., JALÓ,C.T. & CARRAPIÇO, F., 1996 - "*Azolla filiculoides* Lam. e *A. pinnata* R. Br. subsp. *africana* (Desv.) R. M. K. Saunders & K. Fowler: Estudo biológico e químico". *Comunicações (IICT) - Série Ciências Agrárias*, nº 14, IV^{as} Jornadas de Engenharia dos PALOP'S (em publicação).
- TUTIN, T. G., HEYWOOD, V. H., BURGESS, N. A., VALENTINE, D. H., WALTERS, S. M., & WEBB, D. A., 1964 - "Flora Europaea: Lycopodiaceae To Platanaceae". Cambridge University Press, 1 : 464 p.
- VAN HOVE, C., 1989 - "*Azolla*: Ses emplois multiples. Son interet en Afrique", FAO, Roma, 53 p.
- VASCONCELOS, V. M., 1994 - "Cianobactérias Tóxicas e suas Toxinas em águas Doces Portuguesas. Riscos para a Saúde Pública". *Actas da 4ª Conferência Nacional sobre Qualidade do Ambiente*, 2 : K1-K8 .
- WAGNER, G. M., 1997 - "*Azolla*: A review of its Biology and Utilization". *The Botanical Review*, 63 (1) : 1-27.
- WALLACE, W. H. & GATES, J. E., 1986 - " Identification of eubacteria isolated from leaf cavities or four species of the N-fixing *Azolla* fern as *Arthrobacter* Conn and dimmick". *Appl. Environ. Microbiol.* 52 : 425-429.
- WATANABE, I. & VAN HOVE, C., 1996 - "Phylogenetic, molecular and breeding aspects of *Azolla-Anabaena* symbiosis". *Pteridology in Perspective*, J. M. Camus, M. Gibby & R. J. Johns (Eds), Royal Botanic Gardens, Kew : 611-619.
- WORLD WATER AND ENVIRONMENTAL ENGINEERING, 1995 - "Purification of industrial wastewater with the *Azolla* fern", October : p. 13.
- YANNI, Y. G., SHALAN, S. N. & EL-HADDAD, M., 1994 - "Potencial role of *Azolla* as green manure for rice in Nile Delta under different levels of inorganic fertilization". In *Nitrogen Fixation with non-legumes* , N. A. Hegazi, M. Fayed & M. Monib (Eds), The American University in Cairo Press : 127-132.