



APRH

ASSOCIAÇÃO PORTUGUESA DOS RECURSOS HÍDRICOS
NUCLEO REGIONAL DO SUL

DEBATE
RIO GUADIANA
PASSADO PRESENTE FUTURO

**ALGUMAS REFLEXÕES SOBRE O BLOOM DE AZOLLA
OCORRIDO EM ABRIL DE 1993 NO RIO GUADIANA**

Francisco Carrapiço

ALGUMAS REFLEXÕES SOBRE O BLOOM DE *AZOLLA* OCORRIDO EM ABRIL DE 1993 NO RIO GUADIANA

CARRAPIÇO, Francisco

Departamento de Biologia Vegetal, Faculdade de Ciências da Universidade de Lisboa, Bloco C2, Campo Grande, 1700 Lisboa

RESUMO: O bloom de *Azolla* verificado em Abril de 1993 na parte portuguesa do rio Guadiana, constituiu um acontecimento ecológico de dimensões invulgares para rios, tendo atingido em diversas zonas, alguns quilómetros de extensão com a espessura de 5 a 7 cm. As principais causas do desenvolvimento explosivo deste pteridófito no Guadiana parecem ser atribuíveis à interacção de três principais factores: 1) caudais bastante baixos 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 menores; 2) valores de P_2O_5 que variaram, de montante para jusante, em Abril de 1993, entre 12,31 e $1,46\text{ mg}\cdot\text{l}^{-1}$ e 3) índices de esporulação da planta nesse ano, bem como nos dois anos anteriores, superiores a 75%. A análise dos dados relativos aos últimos quatro anos hidrológicos em três estações da Rede de Qualidade da Água do Guadiana e que serviram de base para as conclusões anteriores, permitiram, igualmente, constatar diversas deficiências e fragilidades no funcionamento da referida Rede que importa corrigir rapidamente. Diversos aspectos, nomeadamente os da prevenção, relacionados com a correcta gestão deste feto aquático são discutidos, bem como o desenvolvimento e implementação de um Programa Nacional de Gestão Integrada de Infestantes em meios dulçaquícolas.

INTRODUÇÃO

O presente trabalho tem como base a comunicação e artigo apresentados na 4ª Conferência Nacional sobre Qualidade do Ambiente, realizada em Lisboa entre 6 e 8 de Abril de 1994, intitulado "O bloom de *Azolla* no Rio Guadiana. Análise das suas causas e consequências.", da autoria de Fran-

cisco Carrapiço, M. Lourdes Costa, Generosa Teixeira, M. Helena Costa, António A. Frazão e M. Conceição R. Santos. Neste trabalho, como no anterior, foram utilizados os parâmetros físicos e químicos do meio provenientes de três das quatro estações da Rede de Qualidade da Água do Guadiana (INAG) (Fig. 1). As referidas estações são de montante para jusante: 1- Monte da Vinha; 2- Azenha dos Cereiros e 3- Rocha da Galé e os dados analisados correspondem aos anos hidrológicos de 1989/90, 1990/91, 1991/92 e 1992/93, tendo os mesmos sido fornecidos pela Direcção Regional do Ambiente e Recursos Naturais do Alentejo.

O actual trabalho inclui os aspectos mais significativos do artigo supracitado (Carrapiço *et. al.*, 1994), pretendendo-se igualmente reflectir sobre a eventual prevenção do fenómeno estudado e debruçarmo-nos sobre a necessidade da efectiva implementação de um Programa Nacional de Gestão Integrada de Infestantes em meios dulçaquícolas, desenvolvido numa perspectiva multidisciplinar e em íntima colaboração com as Autarquias e Direcções Regionais do Ambiente e Recursos Naturais.

BIOLOGIA, DISTRIBUIÇÃO E UTILIZAÇÃO

Azolla é um pteridófito aquático, flutuante, de natureza heterospórica, que se encontra representado em Portugal por duas espécies: *Azolla caroliniana* e *A. filiculoides*. A sua distribuição no nosso país não é totalmente clara, embora os dados existentes apontem para uma distribuição de *A. caroliniana* 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. A segunda espécie - *A. filiculoides* - encontra-se presente desde as bacias hidrográficas do Mondego ao Sado, nomeadamente em arrozais e valas de irrigação (Coutinho, 1939; Franco, 1971 e Sampaio, 1990). As razões do insuficiente conhecimento sobre a correcta distribuição destas espécies, prendem-se, sobretudo, com a dificuldade em distingui-las com precisão devido à sua semelhante morfologia e pequena dimensão, bem como à dificuldade em encontrar exemplares em fase de reprodução sexuada e à sua rápida expansão verificada nos últimos anos.

Este pteridófito é constituído por um rizoma flutuante e ramificado, coberto de numerosas folhas de pequenas dimensões muito imbricadas e alternas. Cada folha é formada por dois lobos, um dorsal, clorofilino e aéreo e um ventral, hialino e submerso. É no lobo dorsal, que existe uma cavidade oval onde vive em simbiose uma comunidade de procariontes constituída por cianobactérias fixadoras de azoto atmosférico da espécie *Anabaena azollae* e diversas bactérias não fixadoras de azoto do género *Arthrobacter* e outras, ainda não totalmente identificadas, apresentando igualmente capacidade diazotrófica. Estes simbioss são específicos desta simbiose e vivem imobilizados no interior da cavidade através de uma rede de natureza mucilaginosa (Carrapiço, 1991).

O ciclo de vida de *Azolla* compreende dois tipos distintos de reprodução. Um vegetativo, que permite à planta o seu rápido crescimento e expansão, como sucedeu em largos troços do rio Guadiana, permitindo duplicar a sua biomassa em poucos dias. No segundo processo, de natureza sexuada, a planta reproduz-se através de estruturas de resistência (esporocarpos) formadas em condições ambientais desfavoráveis e que mantêm uma capacidade germinativa de vários meses. A própria zona do Alqueva, onde actualmente existe a secadeira, apresenta características adequadas para o desenvolvimento da planta, podendo favorecer mesmo a sua esporulação. Outras zonas do país apresentam, igualmente, condições potenciais para o desenvolvimento anormal da planta, como por exemplo diversos troços dos rios Tejo e Mondego, desde que coexistam outros factores favoráveis a esse desenvolvimento, dos quais salientamos a concentração de nutrientes, em especial fosfatos, baixos caudais e condições climáticas propícias.

A utilização de *Azolla* a nível mundial tem sido direccionada em diversos domínios. O principal verifica-se na área agrícola, em particular como complemento ou substituto de adubos azotados de natureza química (Carrapiço, 1993). De facto, das associações simbióticas envolvendo cianobactérias, esta é aquela que tem revelado maior potencialidade no domínio da fertilização natural com resultados muito prometedores no domínio da orizicultura em países dos Continentes Africano (Dias e Carrapiço, 1993) e Asiático. De igual modo, existem numerosos exemplos da sua utilização benéfica no controlo de infestantes aquáticas nos campos de arroz, assim como no controlo de larvas de mosquito. Além da sua utilização no domínio da agricultura biológica, existem dados sobre o seu uso como alimento para animais e como planta medicinal. Em virtude da capacidade de crescimento desta planta depender do teor de fósforo presente no meio, ela pode revelar-se uma espécie com potenciais capacidades para retirar este elemento da água e funcionar como filtro biológico de efluentes domésticos, nomeadamente quando associada a lagoas de estabilização (Costa *et al.*, 1993). Finalmente em virtude das suas folhas acumularem, em determinada fase do seu desenvolvimento, quantidades significativas de flavonóides, em particular antocianinas, pode vir a revelar-se importante como possível fonte para a obtenção de corantes naturais e compostos com interesse farmacológico (Carrapiço, 1993). A grande extensão que esta planta pode atingir na natureza e a relativa facilidade da sua cultura artificial, podem tornar economicamente viáveis a sua exploração e utilização industriais.

PRINCIPAIS CAUSAS DO BLOOM DE AZOLLA

A espécie causadora deste bloom - *Azolla filiculoides* - é uma espécie cuja distribuição no nosso país não é ainda suficientemente precisa, sendo a espécie mais vulgar referenciada para o Guadiana a *A. caroliniana*. No entanto, os caracteres morfológicos, citológicos e reprodutores observados nos espécimes recolhidos em vários locais do rio Guadiana durante o bloom, enquadram-se

claramente em *A. filiculoides*.

O rio Guadiana é um curso de água internacional cuja nascente se situa em Espanha (Campo Montiel) e a sua foz entre Vila Real de Santo António e Ayamonte, tendo a área global da sua bacia hidrográfica cerca de 67000 km², sendo 12000 km² no território português. Este curso de água, outrora muito caudaloso, tem vindo a ser alvo da contínua acção humana, nomeadamente através da construção de barragens que, se por um lado tem permitido a regularização do seu curso, tem igualmente sido um dos elementos que tem contribuído para a diminuição acentuada do seu caudal. Associado a esta forte pressão de utilização hídrica, acresce o facto de se ter verificado, nos últimos anos, uma alteração acentuada das condições climáticas vividas no Sul de Portugal, caracterizadas por baixa pluviosidade e longas épocas secas. Estes dois aspectos e em particular o primeiro, já que o número de barragens existentes na globalidade da sua bacia hidrográfica atinge as 38, contribuíram para o aparecimento de baixos caudais ao longo do ano. 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 diversas cidades e vilas, quer em Espanha, quer em Portugal, contribuíram para o aumento da contaminação orgânica actualmente existente no Guadiana. No ano hidrológico de 1992-1993 os caudais foram, na maior parte do ano, $10 \text{ m}^3 \cdot \text{s}^{-1}$, tendo os valores mais baixos, $0,32 \text{ m}^3 \cdot \text{s}^{-1}$, sido registados na Rocha da Galé (Fig. 2). Esta situação foi propícia ao desenvolvimento deste pteridófito, já que a *Azolla* apenas se consegue estabelecer e expandir em cursos de água calmos ou de reduzido caudal (Carrapiço *et al.*, 1994).

Valores extremos de nutrientes foram também registados no ano de 1992-1993. Apesar da existência de caudais tão baixos contribuírem para uma maior concentração de nutrientes na água, estes apenas aparecem fortemente correlacionados entre si, estando somente 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 de Monte da Vinha se localiza junto à fronteira. Os fosfatos expressos em P₂O₅ apresentaram valores particularmente elevados em Abril de 1993 (mês em que ocorreu o bloom de *Azolla*), tendo as concentrações extremas sido registadas a montante ($12,31 \text{ mg} \cdot \text{l}^{-1}$ no Monte da Vinha), diminuindo ao longo do curso do rio ($1,46 \text{ mg} \cdot \text{l}^{-1}$ na Rocha da Galé) (Fig. 2). Este decréscimo deverá resultar de um efeito de diluição, uma vez que o Guadiana recebe diversos tributários entre o Monte da Vinha e Mértola, mas também de processos de adsorção a matéria particulada e progressiva remoção para o sedimento e ainda de um consumo pela comunidade vegetal aquática, nomeadamente a planctónica. A deficiência em fósforo parece ser, segundo diversos autores (Kannaiyan *et al.*, 1980; Reddy e DeBusk, 1985), um dos mais importantes factores que afectam o desenvolvimento adequado de *Azolla* em cursos de água, devendo a sua concentração ser superior a $0,4 \text{ mg} \cdot \text{l}^{-1}$. No Guadiana a concentração média de fósforo total em 1992-1993 ($1,267 \pm 1,021$ e $0,308 \pm 0,145 \text{ mg} \cdot \text{l}^{-1}$ nas estações de Monte da Vinha e Rocha da Galé, respectivamente) foi \geq a duas vezes a concentração

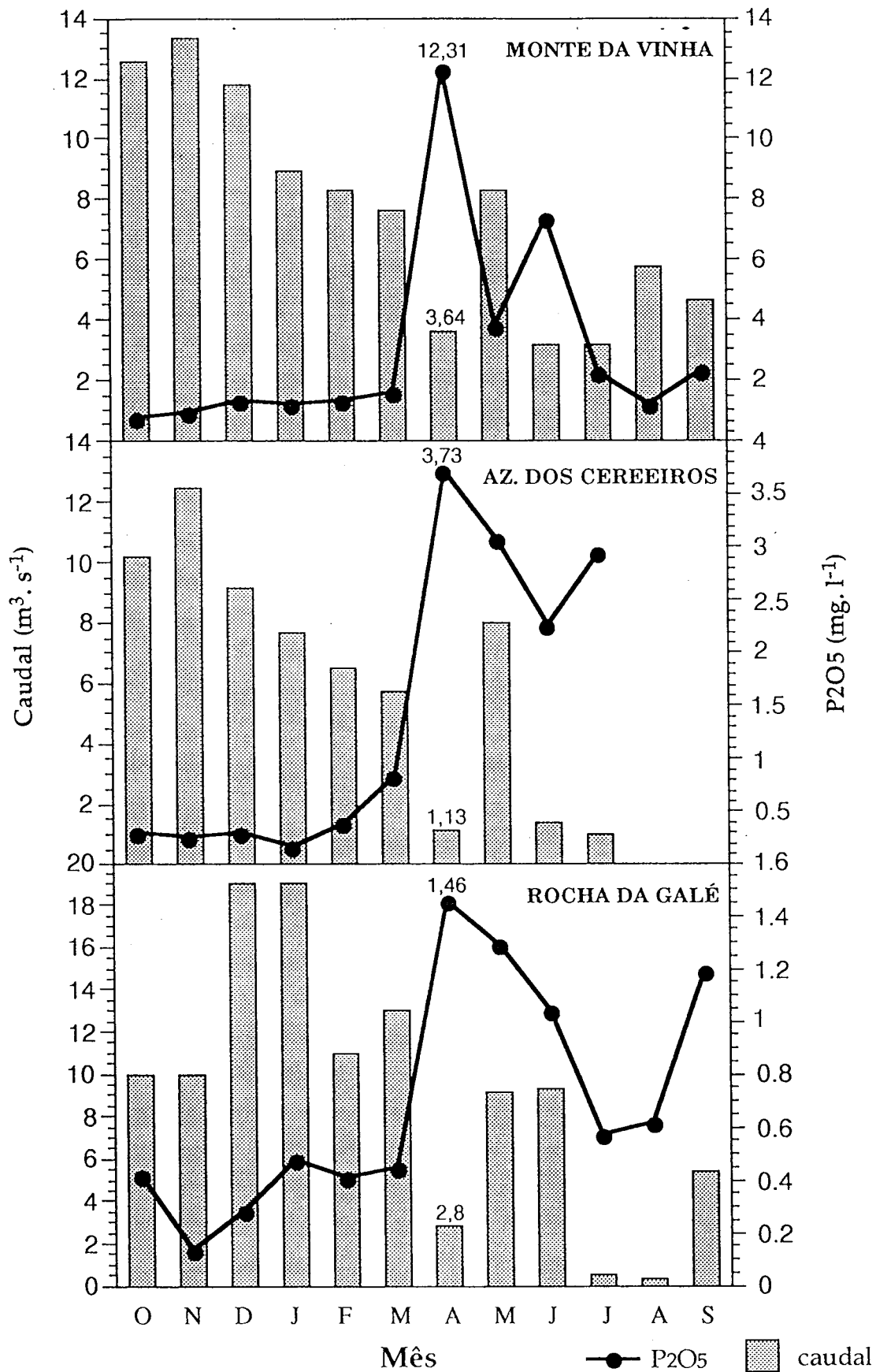


Fig. 2 - Evolução dos caudais e da concentração de fosfatos (P_2O_5) no ano hidrológico de 1992-1993, nas três estações estudadas.

verificada nos anos anteriores. Relativamente às formas de azoto, o comportamento geral foi idêntico ao do fósforo, com concentrações superiores a montante no ano hidrológico de 1992-1993, tendo particularmente no que respeita ao azoto amoniacal atingido o valor de $1,710 \pm 0,819 \text{ mg.l}^{-1}$. De igual modo, o oxigénio dissolvido apresentou teores mais reduzidos nos últimos dois anos, mantendo, no entanto, valores médios anuais $> 65\%$ de saturação, apesar de se terem verificado correlações negativas significativas entre este parâmetro e os diversos nutrientes analisados, em particular na estação da Rocha da Galé. Para a manutenção dos elevados teores de oxigénio dissolvido verificados deverá ter contribuído o eventual aumento da taxa fotossintética, para além do aumento da relação superfície/volume (Carrapiço, *et al.*, 1994).

Os dados referidos anteriormente sugerem que, a exemplo do que sucedeu no ano 1993 e em condições climáticas semelhantes, o índice de esporulação da planta terá sido igualmente alto a partir de 1990. Este facto associado com os baixos caudais e a elevada concentração de nutrientes no rio, em particular fosfatos, permitiram a *Azolla filiculoides* a ocupação de novos espaços ecológicos que culminaram com o bloom verificado apenas na parte portuguesa do Guadiana em Abril do ano passado. Estas terão sido, provavelmente, as principais causas do referido bloom (Carrapiço, *et al.*, 1994).

GESTÃO INTEGRADA NUMA PERSPECTIVA DE PREVENÇÃO

A proliferação de plantas infestantes aquáticas em ecossistemas dulçaquícolas constitui, hoje em dia, um sério e complexo problema que tem repercussões, não apenas a nível ambiental, mas de igual modo atinge as esferas económica e social. No caso de *Azolla*, a sua acção é geralmente menos perneciosa do que, por exemplo, a do Jacinto de água (*Eichhornia crassipes*), mas isto não significa que em determinadas circunstâncias esta planta não possa estar na origem de alguns problemas, nomeadamente relacionados com questões de eutrofização. Considerada como planta infestante, este feto aquático adquiriu, de facto, um comportamento de planta invasora. A sua integração perfeita nos ecossistemas onde habita (no caso português pode ser considerada como sub-endémica) e a ausência de predadores específicos, o que não permitindo um controlo natural desta espécie, transformou-a, por vezes, em verdadeira praga, com significativas implicações nos domínios ambiental e económico. Assim, numerosas valas e canais ficam cobertos durante parte do ano por esta planta que, juntamente com outros macrófitos aquáticos, dificulta as funções para que estas estruturas hidráulicas foram construídas. No entanto, o seu aparecimento e extensão por diversos quilómetros num rio com as dimensões do Guadiana, foi efectivamente um fenómeno único à escala nacional e europeia. Nestas circunstâncias, e tendo em consideração que a irradicação de populações de plantas infestantes é muito difícil, senão impossível, é necessário reequacionar o problema da gestão destas plantas, em particular daquelas que vivem em ecossistemas aquáticos

dulçaquícolas e valorizar a questão da prevenção.

A gestão integrada de qualquer infestante deve ter em conta, não só os aspectos negativos da sua presença no ecossistema, mas de igual modo as consequências da tentativa de irradicação com as prováveis e por vezes imprevisíveis consequências sobre esse próprio ecossistema através do uso pouco equilibrado de compostos químicos ou do uso excessivo da remoção mecânica. No entanto, este feto, bem como outros macrófitos, permitem em determinadas condições naturais, o desenvolvimento de um ambiente de protecção adequado para a fixação e crescimento de formas juvenis de diversos organismos aquáticos, nomeadamente peixes, crustáceos e insectos (Moss, 1988). Nestas circunstâncias, a sua destruição indiscriminada poderá contribuir para uma possível perda da produtividade biológica do ecossistema em que estas plantas estão inseridas. Este cenário não deve ser de subestimar, já que estas espécies podem atingir extensões bastante grandes, quer em canais, quer mesmo em troços de rios. A situação anteriormente descrita foi comprovada no decurso da remoção de *Azolla* em diversos troços do Guadiana. Assim, verificou-se que, quando da sua remoção algo indiscriminada efectuada na zona da Rocha da Galé - Mértola, em conjunto com a planta foram retiradas quantidades significativas de enguias jovens (*Anguilla anguilla*) que estavam associadas e protegidas pelo tapete de *Azolla*. Esta situação deve ser considerada como um dos potenciais problemas a ter em consideração em futuras operações de remoção deste feto ou de outros macrófitos aquáticos. Pensamos, assim, que se justifica um olhar mais atento e criterioso sobre a questão do controlo e gestão das espécies infestantes vegetais nos ecossistemas aquáticos no nosso país, nomeadamente obtendo mais informação sobre esta questão através da constituição de um centro de estudos multidisciplinar que permita integrar e levar à prática, de forma adequada, este princípio orientador.

Nesse sentido, estas medidas devem estar enquadradas num programa nacional de gestão integrada das espécies infestantes, que deve incluir acções de sensibilização junto das populações, apoio técnico especializado às Autarquias e medidas de controlo que não se devem restringir, apenas, à simples eliminação física dos espécimes em causa. A sua remoção pode ser uma das opções a tomar quando a espécie ou espécies em causa formem densos tapetes e ocupem extensas áreas, podendo contribuir, nomeadamente, para a redução do oxigénio dissolvido e conduzir à eutrofização do curso de água. De igual modo, a ocupação de sistemas aquáticos com potencialidades para zonas de lazer por parte destas plantas deve igualmente merecer a nossa atenção, como o que está a suceder na lagoa de Alverca na Golegã. De igual modo, a rentabilização económica da comunidade de infestantes aquáticas ou de algumas das suas espécies deve ser tomada em consideração como uma das vertentes a seguir nesta estratégia de gestão e controlo (Carrapiço, 1990). Mas, sobretudo, não podemos esquecer que esta filosofia de gestão deve ser equacionada num contexto de prevenção, de forma a evitarmos que situações como a que sucedeu no Guadiana se voltem a repetir, sendo para isso necessário manter um constante esforço de monitorização a nível nacional de maneira a

acompanhar a expansão da espécie ou espécies em causa. Concomitantemente, deverá ser implementada, de facto, uma rede nacional de unidades laboratoriais em íntima ligação com as DRARN's e Autarquias, as quais seriam responsáveis pelas análises físico-químicas e biológicas de rotina e que permitiriam um nível básico de vigilância e alerta, bem como uma resposta mais rápida e concertada face a qualquer real ou potencial problema, relativamente ao que actualmente existe. De igual modo, esta rede de monitorização estaria preparada para responder de forma adequada e accionar os sistemas de alerta necessários junto das Autarquias e Administração Central sobre eventuais blooms tóxicos provocados por cianobactérias que constituem um dos potenciais perigos reais para a saúde pública, nomeadamente a nível do Alentejo, tendo em atenção as variadas condições de stress a que o Guadiana está submetido e que provavelmente se agravarão no futuro.

TERIA SIDO POSSÍVEL PREVER O BLOOM DE *AZOLLA* ?

Esta questão que considero pertinente não tem, infelizmente, resposta simples. Primeiro, o conhecimento da fisiologia e etologia da planta na natureza é bastante incompleto. Segundo, está longe de ser precisa a localização exacta das duas espécies ao longo do território nacional, não existindo uma carta fitogeográfica da sua distribuição, nem da sua eventual expansão. Por outro lado, os factores que condicionam o seu desenvolvimento, embora razoavelmente conhecidos, não são ainda suficientes para compreendermos com exactidão as razões por que, em determinadas condições, este pteridófito apresenta um desenvolvimento explosivo. Por fim, a análise efectuada aos dados fornecidos pela Rede de Qualidade da Água do Guadiana nos últimos quatro anos hidrológicos revela-nos algumas deficiências e fragilidades incompatíveis com uma adequada monitorização e que importa corrigir com rapidez. Assim, como já tinha sido referido em artigo anterior (Carrapiço *et al.*, 1994), parece-nos importante melhorar qualitativamente as observações de natureza biológica efectuadas no campo e precisar os espécimes observados ou recolhidos segundo uma terminologia biológica correcta. Termos como “ervas”, “limos”, etc., não são adequados e revelam uma fragilidade científica que urge rapidamente alterar. A título de exemplo do que atrás referimos e atendendo à análise dos boletins mensais fornecidos pela DRARN do Alentejo sobre a qualidade da água no Guadiana em 1993, não foi possível confirmar ou verificar em que local ou locais e em que momento se desencadeou o bloom de *Azolla*.

De igual modo, a correcta identificação em tempo útil de espécies tóxicas e a dificuldade em tomar as medidas técnicas adequadas e concertadas junto e com as Autarquias, motivadas por exemplo pela presença da cianobactéria *Microcystis aeruginosa* que tem aparecido sazonalmente no Guadiana, nomeadamente na zona da Rocha da Galé - Mértola (em Setembro do ano passado verificou-se um caso de bloom), é situação que urge e que preocupa, pois trata-se duma espécie bastante tóxica, cujas toxinas não são facilmente anuladas pelos sistemas convencionais de tratamento da água para

abastacimento público e que actuam negativamente sobre os animais e homem a nível do fígado e sistema digestivo, estando mesmo na origem de cancrios.

Outro aspecto importante refere-se à metodologia de recolha das amostras para as análises físico-químicas. Sem o respeito por uma metodologia correcta, os resultados não podem ser considerados fiáveis e pelo menos nalguns casos tudo parece indicar que estamos perante tal cenário, como é exemplo os valores de fósforo total que diversas vezes é inferior ao somatório parcelar dos diversos tipos de fósforo analisados. Lamentamos, de igual modo, que ainda não tenha sido introduzido o valor do caudal do rio no boletim mensal de análise, figurando apenas a sua altura hidrométrica. Por fim, não deixa de ser estranho que, a partir de 1990, tenha sido alterada a calendarização da amostragem, sucedendo que numerosas vezes a colheita numa das estações tenha ocorrido uma semana após a das duas restantes estações sem que, aparentemente, haja uma razão lógica para o sucedido. Para uma rede de monitorização da qualidade da água com a finalidade de, nomeadamente, diagnosticar eventuais descargas poluentes no curso do rio, quer em termos temporais, quer espaciais, a metodologia de amostragem deve ser rapidamente revista. Sem a correcção destes aspectos e a implementação doutros no âmbito de um Programa Nacional de Gestão Integrada de Infestantes em meios dulçaquícolas, qualquer tentativa de prevenção ou previsão do aparecimento de futuros blooms, quer deste feto, quer de outros macrófitos, quer mesmo de cianobactérias, é questão que continuará sem uma resposta e solução eficazes e que, eventualmente, poderá pôr em risco a qualidade de vida de populações que continuam a depender do Guadiana para a sua actividade diária.

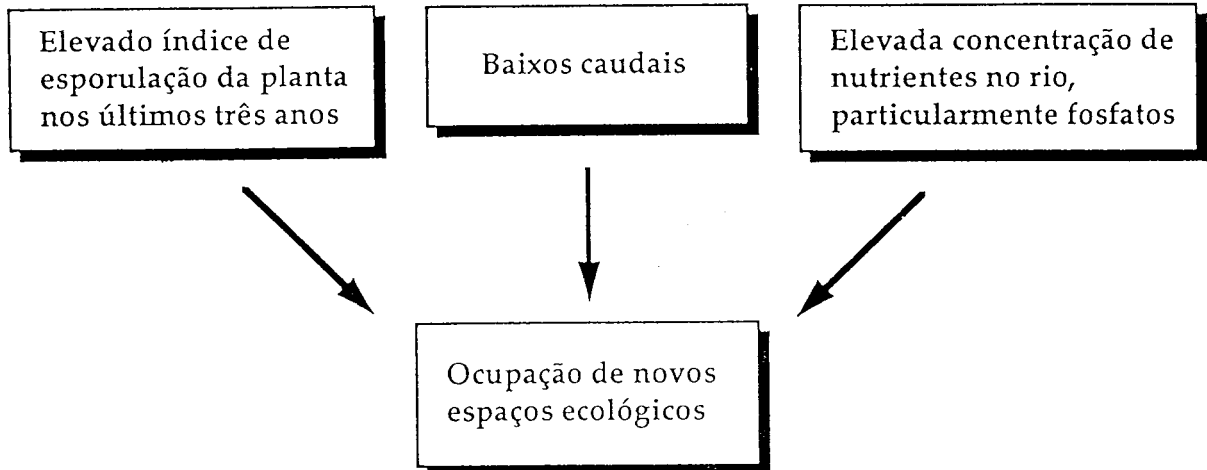
CONCLUSÕES

O conjunto de dados analisados neste trabalho indicam como prováveis causas do bloom de *Azolla* no rio Guadiana, a interacção dos seguintes factores: elevado índice de esporulação da planta nos últimos três anos, baixos caudais, elevada concentração de nutrientes no rio, em particular fosfatos e, em consequência desta situação, a ocupação por este feto aquático de novos espaços ecológicos, que culminaram com o bloom observado em Abril de 1993.

É sugerida a implementação de um Programa Nacional de Gestão Integrada de Infestantes que deve enquadrar diversos aspectos dos quais salientamos os seguintes: 1. Desenvolvimento de uma nova atitude em relação ao conceito de infestante; 2. Introdução de medidas preventivas face a situações deste tipo; 3. Implementação de acções de sensibilização e apoio técnico junto das populações e Autarquias; 4. Desenvolvimento de medidas de controlo e eventual rentabilização das espécies infestantes; 5. Reciclagem e formação de quadros técnicos e 6. Estruturação efectiva de uma Rede de unidades laboratoriais associadas às DRARN's e Autarquias.

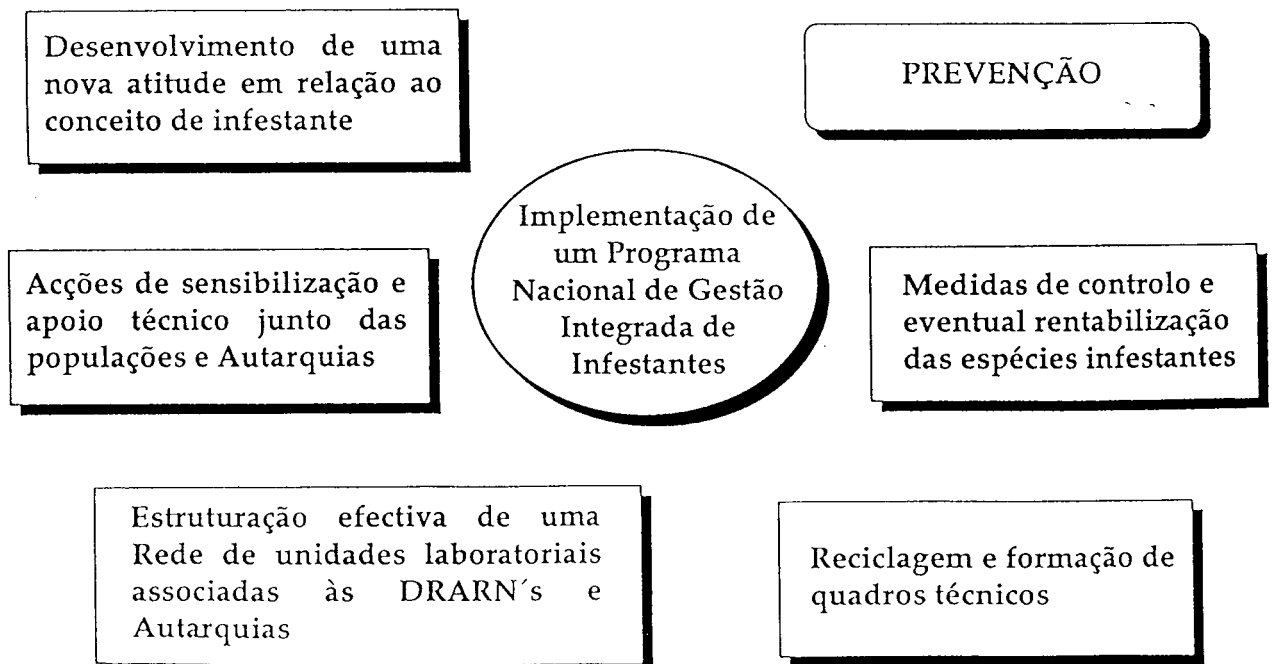
CONCLUSÕES I

Possíveis causas do bloom de *Azolla* :



CONCLUSÕES II

infestantes vegetais em meios dulçaquícolas



Por fim, valerá a pena salientar que a problemática deste fenómeno transcendeu o normal espectro da biologia, da física e da química, devendo igualmente ser analisada sob o ponto de vista sociológico e comportamental, já que, pela primeira vez no nosso país, uma comunidade humana esteve sujeita a um stress provocado por um fenómeno ecológico pouco vulgar, que durante algum tempo transformou o quotidiano dos habitantes da vila alentejana de Mértola, provocando mesmo, na sua fase inicial, diversas manifestações de receio. Pensamos que esta área de investigação, embora não tratada neste trabalho, deveria ser igualmente analisada e privilegiada sob o ponto de vista científico, com a finalidade de podermos tirar os necessários ensinamentos que possam contribuir para uma gestão mais adequada e concertada face a futuras situações de risco. Isto é tanto mais importante, já que ficaram reveladas diversas fragilidades na capacidade de gestão e intervenção das autoridades governamentais e autárquicas na resolução deste tipo de problemas ambientais que, infelizmente, poderão vir a tornar-se mais frequentes no nosso país e em particular na zona do Guadiana.

Agradecimentos

O autor agradece a excelente colaboração de todos os membros da equipa multidisciplinar que desenvolveu o trabalho de investigação responsável pelo conhecimento das principais causas que estiveram na base do bloom de *Azolla* ocorrido no Rio Guadiana em Abril de 1993 e que permitiu a realização do artigo referenciado na introdução deste trabalho. De igual modo, agradece a colaboração e o apoio prestados pelas seguintes instituições e pessoas a seguir discriminadas: Instituto da Água, na pessoa da Dr^a Laudomira Ramos; Dr^a Lina Jan, Directora Regional do Ambiente e Recursos Naturais do Alentejo; Câmara Municipal de Mértola, em particular nas pessoas dos seus anterior Presidente, Sr. Fernando Rosa, e do actual, Sr. Manuel Neto; Rádio Televisão Portuguesa, nomeadamente ao Sr. António Luiz Rafael, responsável pela Delegação de Évora e que divulgou em primeira mão as notícias sobre este acontecimento; Associação de Defesa do Património de Mértola, na pessoa do Dr. Jorge Revês e à Marinha de Guerra Portuguesa, na pessoa do Sr. Comandante Eng^o Baganha Fernandes, responsável pelo Serviço de Combate à Poluição no Mar por Hidrocarbonetos e que desenvolveu importante trabalho na coordenação da operação de remoção deste pteridófito do rio. Por fim, uma palavra de especial agradecimento à população de Mértola, em particular à sua comunidade de pescadores, pela forma diligente, abnegada e construtiva como soube lidar com uma situação que lhe era adversa e pelo completo apoio prestado aos elementos da nossa equipa.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

CARRAPIÇO, F., 1990. As populações de *Azolla* e o seu impacte ambiental. Contributo para a

gestão e aproveitamento integrados desta planta. *Comunicações da 2ª Conferência Nacional sobre Qualidade do Ambiente*, vol. I, p. 183 - 189.

CARRAPIÇO, F., 1991. Are bacteria the third partner of the *Azolla-Anabaena* symbiosis?. *Plant and Soil*, 137 : 157-160.

CARRAPIÇO, F., 1993. The *Azolla-Anabaena* -bacteria symbiosis as a model for theoretical and applied studies. In *Nitrogen Fixation with non-legumes.*, Kluwer Academic Publishers (em publicação).

CARRAPIÇO, F., COSTA, M.L., TEIXEIRA, G., COSTA, M.H., FRAZÃO, A.A. e SANTOS. M.C.R., 1994. O bloom de *Azolla* no Rio Guadiana. Análise das suas causas e consequências. *Comunicações da 4ª Conferência Nacional sobre Qualidade do Ambiente*, p. 110 - 123.

COSTA, M.L., CARRAPIÇO, F. e SANTOS, M. CONCEIÇÃO R., 1993. Biomass and growth characterization of *Azolla filiculoides* in natural and artificial environments. In *Nitrogen Fixation with non-legumes.*, Kluwer Academic Publishers (em publicação).

COUTINHO, P., 1939. *Flora de Portugal*, 2ª ed, Lisboa.

DIAS, J.R. e 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, Lisboa, Museu Nacional de Etnologia, 4 a 6 de Dezembro de 1991, p. 77-90.

FRANCO, J. A., 1971. *Nova Flora de Portugal*, vol. I, 1ª ed., Lisboa.

KANNAIYAN, S., GOYAL, S. K., GOYAL, S. S. e RAINS, D. W., 1988. Some factors influencing the growth and sporulation in *Azolla*. *Phykos*, 27 : 197-295.

MOSS, B., 1988. *Ecology of fresh waters. Man and medium*. Backwell Scientific Publications (ed.), 2nd. ed., London.

REDDY, K. R. e DeBUSK, W. F., 1985. Growth Characteristics of Aquatic Macrophytes Cultured in Nutrient-Enriched Water: II. *Azolla*, Duckweed and *Salvinia*, *Economic Botany*, 39 : 200-208.

SAMPAIO, G., 1990. *Flora Portuguesa*, 4ª ed., Lisboa.