

UNIVERSIDADE DE ÉVORA

**estudo hidrológico
com incidência no Alentejo**

trabalho elaborado para as Assembleias Distritais do Alentejo

por

Ricardo P. Serralheiro

Alexandre Bettencourt

J. P. Almeida Fernandes

J. Martins de Carvalho

Paulo Pinto

Évora. Outubro de 1995

556

-
EST

COTA 556/EST
NÚCLEO F.2
REGISTO 00113
BIBLIOTECA MUNICIPAL
DE NISA

Nota de abertura

OFERTA

Em resposta a um pedido das Assembleias Distritais do Alentejo, veiculado pela Assembleia Distrital de Évora, o Reitor da Universidade de Évora nomeou um grupo de trabalho para proceder a um estudo hidrológico com incidência no Alentejo, que pudesse servir de referência ou suporte às autarquias nas suas actividades relacionadas com a planificação e o uso dos recursos hídricos. O grupo de trabalho não poderia nunca elaborar algo como um plano hidrológico, que é uma actividade complexa e de enorme dimensão, que estaria fora das suas possibilidades materiais. De acordo com os Decs. Leis nºs, 45/94 e 46/94, é ao INAG que compete o estudo dos regimes económico-financeiros do uso dos recursos hídricos e a elaboração do plano hidrológico.

Naturalmente, este estudo não poderia conter mais que a síntese, selectiva e coerente, das principais disponibilidades e dos principais usos de recursos hídricos actuais e previstos para o Alentejo. Tratou-se pois, essencialmente, de sumariar criticamente, para cada item, a informação disponível. A integrar os 5 capítulos de que se compõe o presente trabalho, elaborou-se e apresenta-se em seguida um curto documento de "síntese e conclusões", que contém os termos de referência essenciais.



Síntese e conclusões

A região Alentejo, na sua diversidade morfológica, ecológica e socio-económica, debate-se cronicamente, qualquer que seja a sub-região considerada, com déficits hídricos regulares, decorrentes não apenas de deficiente apetrechamento infra-estrutural e de insuficiente coordenação da gestão dos seus recursos hídricos mas também, particularmente, da natureza intrinsecamente escassa destes.

Tal escassez é particularmente notória quando se consideram os recursos próprios da região que, mesmo na hipótese do seu integral aproveitamento, se verifica serem insuficientes para suprirem as necessidades actuais na generalidade dos anos hidrológicos e, em particular, dos semestres secos. Considerando que, acessoriamente, o deficiente apetrechamento em infra-estruturas de tratamento de águas residuais contribui para comprometer a qualidade de volumes significativos destes recursos, é imediato concluir da necessidade e uma abordagem integrada e supra-regional da problemática dos recursos hídricos. Esta perspectiva é reforçada pelos cenários propostos por alguns estudos, que prevêem uma redução, a curto ou médio prazo, das disponibilidades hídricas, como consequência das alterações globais actualmente sentidas.

Estas conclusões decorrem da identificação dos seguintes condicionantes principais do quadro de gestão dos recursos hídricos da região:

- Os recursos hídricos próprios da região, superficiais ou subterrâneos, são insuficientes para cobrir plenamente as necessidades actuais e de médio prazo, independentemente da qualidade real desses recursos (o armazenamento superficial total hoje existente, se plenamente preenchido e plenamente disponível, cobre apenas 62% das necessidades da região, enquanto que as disponibilidades hídricas totais da região, sem contar com importações do Guadiana, apenas asseguram essas necessidades em 80 a 85% dos anos).
- O maior consumidor é o regadio, responsável por 70% das necessidades globais estimadas. Ao mesmo tempo, a agricultura e a pecuária são dos principais responsáveis pela degradação da qualidade dos recursos hídricos disponíveis.
- A redução da qualidade da água de superfície e de alguns aquíferos, decorrente do insuficiente ou inexistente tratamento das águas residuais urbanas, industriais ou agro-industriais, assim como das escorrências agrícolas, determina um acentuar do efeito de escassez ao comprometer a capacidade de utilização desses recursos.
- A sobre-utilização actualmente registada de algumas linhas de água, albufeiras ou aquíferos tem gerado perturbações significativas das condições de existência de recursos

biológicos económica e geneticamente importantes, algumas situações recentes ilustrando o grau de desequilíbrio que determinados meios já atingiram.

Nos usos actuais e previstos, a agricultura de regadio assume posição de destaque, por ser de longe a actividade maior consumidora de água e, simultaneamente potencial degradadora da sua qualidade, aliás como toda a utilização intensiva do solo, mesmo em regime de sequeiro. Há-de pois esta actividade ser objecto de recomendações e cuidados especiais. Alqueva é uma opção política de estratégia de desenvolvimento para o Alentejo. A alternativa, pelo menos em termos rurais, não será substancialmente diferente da manutenção do actual sistema de sequeiro, melhorado tecnologicamente e acrescentado com até 27 000 ha de novos pequenos esquemas de regadio. Mas a viabilidade do regadio de Alqueva depende de atitudes e medidas políticas, económicas, sociais e culturais semelhantes àquelas de que dependia a viabilidade dos regadios feitos nas décadas anteriores, que falharam porque aquelas atitudes e medidas não foram tomadas. Há que garantir agora:

- * um programa amplo de assistência técnica aos agricultores na sua reconversão ao regadio, na gestão das empresas agrícolas e na adopção e implementação das tecnologias económica e ambientalmente mais adequadas, na procura dos mercados e da colocação dos novos produtos, etc.;
- * a investigação científica e tecnológica, que antecipe soluções para os problemas que o regadio pode criar ou ampliar: de drenagem, de conservação do solo e da quantidade e qualidade da água, das tecnologias da rega, das tecnologias agrícolas, etc.;
- * o dimensionamento técnico-económico das explorações de regadio com, se necessária, a reestruturação fundiária que as viabilize;
- * a criação de indústrias agro-alimentares e de outras actividades complementares do regadio.

O estudo realizado, além de identificar as condicionantes que acima foram descritas, permite apontar algumas linhas mestras para lidar com o desafio do seu controle e correcção:

- Os recursos hídricos de superfície, como recursos de base que são, têm de ser objecto de uma gestão integrada das suas quantidade e qualidade, assegurando-se reservas susceptíveis de responderem às oscilações naturais das disponibilidades e capazes de preservar a qualidade dos recursos biológicos deles dependentes.
- Os recursos hídricos subterrâneos deverão ser encarados como base para abastecimento a pequenos aglomerados urbanos, e nalguns casos a povoações de média e grande dimensão em conjunto com as águas superficiais. Funcionando como recursos de qualidade, implicando uma política de preservação, de gestão regulada e de protecção activa das áreas de captação, de modo a salvaguardar o risco da sua contaminação.

- A utilização dos recursos hídricos, dada a sua escassez intrínseca, deve evoluir para modalidades mais equilibradas, fundamentadas numa cultura de poupança e apoiadas tecnologicamente, no sentido da sua plena rentabilização.
- A qualidade química e biológica das águas deve ser objecto de uma gestão cuidada, no sentido de assegurar que os recursos disponíveis não sejam reduzidos ou encarecidos devido à sua degradação, gestão essa, que implica um grande investimento infraestrutural e um intenso e regular programa de monitorização.

A realização destas linhas mestras implica o lançamento de programas de gestão que, fundamentados nas realidades locais, adequem as modalidades de utilização e de exploração dos recursos às disponibilidades locais e regionais. Um tal programa, envolvendo a criação de novas reservas, captações e sistemas de educação e a formação tecnológica dos utilizadores a potenciação dos recursos, incluindo a criação de novas reservas, sistemas de adução e sistemas de gestão e monitoração da qualidade da água na globalidade do ciclo, deverá envolver os organismos da tutela, os municípios e associações de utilizadores e a Universidade como entidade independente, capaz de coordenar os estudos e parte das acções de apoio e formação técnica.

ÍNDICE

ESTUDO HIDROLÓGICO

COM INCIDÊNCIA NO ALENTEJO

Nota de abertura	i
Síntese e conclusões	ii
1. PERSPECTIVA GLOBAL DOS RECURSOS HÍDRICOS NO ALENTEJO	1
1.1. As necessidades hídricas globais e a organização territorial	1
1.1.1. O organização espacial - as formas e os substratos	1
1.1.2. A funcionalidade espacial	4
a) Hidrologia	4
b) Ecologia	6
1.1.3. O uso do espaço	7
a) As condicionantes	7
b) O condicionamento	7
1.2. Disponibilidades hídricas globais	8
1.2.1. Águas subterrâneas	8
1.2.2. Escoamento de superfície	10
2. USOS AGRÍCOLAS DA ÁGUA	14
2.1. Perímetros de rega de iniciativa estatal	14
2.1.1. Os Planos de Rega do Alentejo	14
Planos hidroagrícolas	14
Pareceres, críticas e limitações	15
2.1.2. Os actuais regadios colectivos portugueses	17
Áreas totais e época de construção	17
Áreas regáveis e efectivamente regadas nos regadios colectivos	17
Principais culturas e usos da água	18
2.1.3. O empreendimento de Alqueva	20
Factores determinantes: os solos	20
Factores determinantes: os recursos hídricos	20
Factores determinantes: os sistemas culturais	20
Factores determinantes: as necessidades de água	21
O modelo de análise	21
Alternativa sem Alqueva	22
2.2. Alguns números da Agricultura de Regadio no Alentejo	23
2.2.1. Principais recursos agrícolas	23
Usos do solo no Alentejo: agrícola, agro-florestal, florestal, outros	23
Estatísticas agrícolas (1993)	24

Necessidades globais de água para uso agrícola	25
2.2.2. Áreas irrigadas, por bacia hidrográfica	27
Bacia hidrográfica do MIRA	28
Bacia hidrográfica do SADO	28
Bacia hidrográfica do Sado, com água do GUADIANA	29
Bacia hidrográfica do GUADIANA	30
Bacia hidrográfica do TEJO	31
2.2.3. Necessidades hídricas para os regadios, por bacia hidrográfica	31
Bacia hidrográfica do MIRA	32
Bacia hidrográfica do SADO	32
Bacia hidrográfica do Sado, com água do GUADIANA	33
Bacia hidrográfica do GUADIANA	34
Bacia hidrográfica do TEJO	35
3. USOS NÃO AGRICOLAS DA ÁGUA	36
3.1. Usos urbanos	36
3.2. Usos industriais e turísticos	39
3.3. Caudais ecológicos	40
3.4. Caracterização das disponibilidades hidrogeológicas	43
4. QUALIDADE E PROTECÇÃO DOS RECURSOS HÍDRICOS NO ALENTEJO	46
4.1. Qualidade da água dos rios	46
4.1.1. Química	46
4.1.2. Fitoplâncton	46
4.1.3. Comunidades de macroinvertebrados aquáticos	51
4.2. Qualidade da água nas albufeiras	52
4.2.1. Química	52
4.2.2. Fitoplâncton	53
4.3. Comunidades bióticas	54
4.3.1. Biótopos classificados	54
4.3.2. Comunidades macrofíticas	55
4.2.3. Ictiofauna	56
4.4. Impactes nas águas subterrâneas	59
4.5. Protecção das águas subterrâneas	60
4.6. Drenagem e conservação do solo	63
5. ALTERAÇÕES CLIMÁTICAS DE ORIGEM GLOBAL	65
5.1. Introdução	65
5.2. Aspectos Gerais	66
5.2.1. Água no solo	66
5.2.2. Escoamento superficial	66

	vii
5.2.3. Irregularidade climática	67
5.2.4. Biota / Patrimônio Natural	67
5.2.5. Agricultura	67
5.3. A situação no Sul da Europa e em Portugal	68
5.3.1. Dados Observados	71
REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS	76

1. PERSPECTIVA GLOBAL DOS RECURSOS HÍDRICOS NO ALENTEJO

1.1. As necessidades hídricas globais e a organização territorial

1.1.1. *O organização espacial - as formas e os substratos*

Claramente diferenciado entre as bacias sedimentares do Tejo e do Sado e os terrenos xisto-grauvâquicos e graníticos do Maciço Antigo o Alentejo está longe de constituir uma unidade morfológica:

- A NO distinguem-se os grandes anfiteatros sedimentares do Tejo e do Sado de substratos predominantemente arenosos ou areníticos onde predominam os solos podzólicos e, em zonas de orla alguns solos litólicos ou mediterrâneos pardos.
- Separados a O pelo espinhaço xistoso de litossolos incipientes das Serras de Grândola e do Cercal encontram-se as planícies e planaltos litorais de Sines a Aljezur cujo substrato sedimentar é igualmente dominado por solos podzólicos.
- Prolongando as referidas elevações litorais e enquadrando toda a periferia S e SE da região encontram-se as serras do Caldeirão e de Ficalho de natureza xistosa permitindo apenas o desenvolvimento de litossolos muito incipientes e altamente susceptíveis à erosão.
- Mancha de litossolos de natureza semelhante estende-se de Barrancos à Serra de Ossa, interrompida, contudo, por manchas de solos mediterrâneos vermelhos na zona de Mourão.
- A Extremidade NE de Fronteira e Sousel até Portalegre, assim como toda a região envolvente de Montemor o Novo até Évora e Arraiolos apresentam energias do relevo significativas (culminando na Serra de S. Mamede junto a Portalegre e na de Monfurado entre Évora e Montemor) dominando os substratos eruptivos (granitos e quartzodiontos) onde evoluem solos litólicos e solos mediterrâneos pardos.
- Nos planaltos de Beja, a E de Évora e entre Elvas e Campo Maior, sobre substratos diferenciados xistosos, graníticos ou sedimentares desenvolvem-se solos mais evoluídos, dominando os solos mediterrâneos vermelhos e pardos e ocorrendo algumas manchas significativas de barros. Junto a Estremoz, Borba e Vila Viçosa, assim como a O de Elvas, manchas de rochas carbonatadas determinam a formação de solos mediterrâneos vermelhos de materiais calcários.

Nesta diferenciação de substratos e subdividindo estas formas dominantes aparecem alguns acidentes significativos constituindo demarcações importantes da Paisagem como são o caso da Serra de Portel separando de forma bem marcada o Alto do Baixo Alentejo, ou o vale estreito e profundo do Guadiana que, ao contrário das bacias do Tejo e do Sado não constitui uma unidade coesa na paisagem.

A fertilidade dos solos ocorrentes é muito variável, desde os litossolos com elevadas restrições de uso devidas à reduzida espessura e disponibilidade em nutrientes até aos solos mediterrâneos para barros, aos barros e alguns solos aluvionares e coluvionares de elevada fertilidade. Contudo, todos estes solos sofrem de uma restrição muito forte à sua valoração e à plena realização do seu variável potencial produtivo: a disponibilidade em água. Esta restrição é de tal modo significativa que se verifica que, em termos de acréscimos de rendimento, os ganhos derivados da disponibilidade de água, suplantam fortemente os rendimentos marginais decorrentes dos diferentes fundos de fertilidade, determinando a ocorrência de regadio indiferenciadamente em solos de alta e baixa fertilidade já que o factor essencial de localização é a disponibilidade de água para rega.

Falar portanto de aptidões dos solos encerra dificuldades importantes, dada a diferente resposta que os diversos solos dão aos investimentos culturais neles realizados. É possível, contudo, uma sistematização dos potenciais agrícolas por distritos, de acordo com as informações disponibilizadas pelos Serviços do Ministério da Agricultura. Uma tal sistematização está contudo limitada no que se refere à adaptabilidade ao regadio pela indisponibilidade de informação combinada sobre a Natureza dos Solos, a sua Espessura e os Declives, pelo que se torna impossível, de momento uma cartografia detalhada desses potenciais e a necessidade de nos restringirmos a uma sistematização da informação por distritos (quadro 1.1)

Quadro 1.1

Tipologia e aptidões dos solos ocorrentes nos diversos distritos do Alentejo

Distrito	Tipologias de solos	Aptidões
Portalegre	<p>Solos litólicos húmicos (Serra de S. Mamede)</p> <p>Podzois associados a solos litólicos não húmicos (bacia sedimentar do Tejo ao longo da Ribeira de Sor)</p> <p>Solos litólicos não húmicos de granitos com muitos afloramentos rochosos (entre Crato e Alter do Chão)</p> <p>Solos mediterrâneos pardos ou vermelhos de quartzodioritos, xistos, calcários cristalinos e outras rochas (Sousel, Fronteira e Monforte)</p> <p>Solos calcários pardos ou vermelhos e de Barros (Elvas e Campo Maior)</p> <p>Litossolos de xisto (a norte de Nisa)</p>	<p>razoável aptidão agrícola, boa adaptabilidade ao regadio em função do declive</p> <p>reduzida aptidão agrícola, boa adaptabilidade ao regadio em função do declive e de adições de matéria orgânica</p> <p>reduzida aptidão agrícola e fraca adaptabilidade ao regadio</p> <p>razoável aptidão agrícola e razoável adaptabilidade ao regadio em função do declive e da espessura do perfil</p> <p>razoável a boa aptidão agrícola e boa adaptabilidade ao regadio em função do declive e da espessura do perfil</p> <p>reduzida a nula aptidão agrícola e nula adaptabilidade a regadio</p>
Setúbal	<p>Podzois associados a regossolos (litoral a sul do Sado)</p> <p>Podzois associados a solos litólicos (bacia do Tejo)</p> <p>Solos Mediterrâneos pardos e vermelhos de rochas não calcárias associados a litossolos e Solos litólicos (Serras de Grândola e do Cercal)</p>	<p>reduzida aptidão agrícola, boa adaptabilidade ao regadio em função do declive e de adições de matéria orgânica</p> <p>reduzida aptidão agrícola, boa adaptabilidade ao regadio em função do declive e de adições de matéria orgânica</p> <p>reduzida a razoável aptidão agrícola e reduzida a razoável adaptabilidade ao regadio em função do declive e da espessura do perfil.</p>
Évora	<p>Podzois associados a solos litólicos não húmicos (bacia sedimentar do Tejo em Mora e Vendas Novas)</p> <p>Solos mediterrâneos pardos ou vermelhos de rochas carbonatadas (Estremoz, Vila Viçosa)</p> <p>Solos Mediterrâneos pardos e vermelhos de rochas não calcárias (metade leste do Concelho de Évora e Portel)</p> <p>Solos litólicos não húmicos (Montemor o Novo, ocidente de Évora, Reguengos e Redondo)</p> <p>Litossolos de xisto (Serra de Ossa e Alandroal)</p> <p>Barros (Monteito)</p>	<p>reduzida aptidão agrícola, boa adaptabilidade ao regadio em função do declive e de adições de matéria orgânica</p> <p>razoável aptidão agrícola e razoável adaptabilidade ao regadio em função do declive e da espessura do perfil</p> <p>razoável aptidão agrícola e razoável adaptabilidade ao regadio em função do declive e da espessura do perfil</p> <p>reduzida aptidão agrícola e fraca adaptabilidade ao regadio</p> <p>reduzida a nula aptidão agrícola e nula adaptabilidade a regadio</p> <p>boa aptidão agrícola e adaptabilidade ao regadio em função do declive e da espessura do perfil.</p>
Beja	<p>Podzois com alguns regossolos e solos litólicos não húmicos (litoral a ocidente da serra do Cercal)</p> <p>Litossolos de xisto associados a solos mediterrâneos pardos ou vermelhos de xisto (serra do Cercal, serras algarvias, serra de Ficalho e Barrancos)</p> <p>Barros pretos e castanho avermelhados associados a solos mediterrâneos pardos ou vermelhos (Aivito a Moura, Ferreira a Serpa)</p>	<p>reduzida aptidão agrícola, boa adaptabilidade ao regadio em função do declive e de adições de matéria orgânica</p> <p>reduzida a nula aptidão agrícola e nula adaptabilidade a regadio excepto em algumas zonas muito restritas em função do declive e espessura do perfil</p> <p>boa aptidão agrícola e boa adaptabilidade ao regadio em função do declive e da espessura do perfil</p>

1.1.2. A funcionalidade espacial

a) Hidrologia

A região subdivide-se em quatro bacias hidrográficas principais (Tejo, Sado, Guadiana e Mira) e diversas pequenas bacias drenando as vertentes ocidentais das Serras de Grândola e do Cercal. Os recursos hídricos superficiais e subterrâneos encontram-se representados nas figs. 1.1 e 1.2.

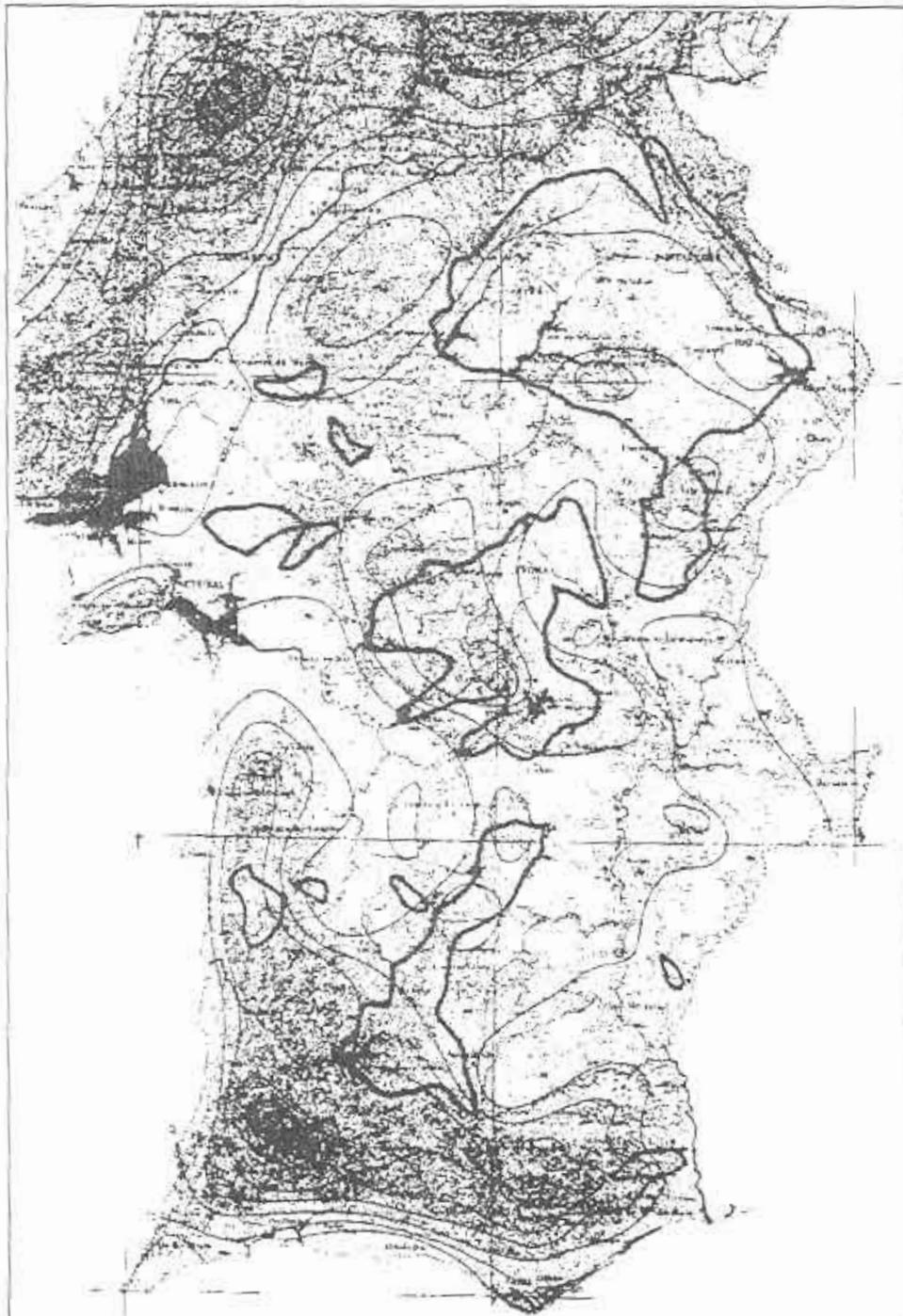


Fig. 1.1 - Isolinhas do escoamento médio anual e área em que esse escoamento é aproveitado por grandes barragens para abastecimento de água

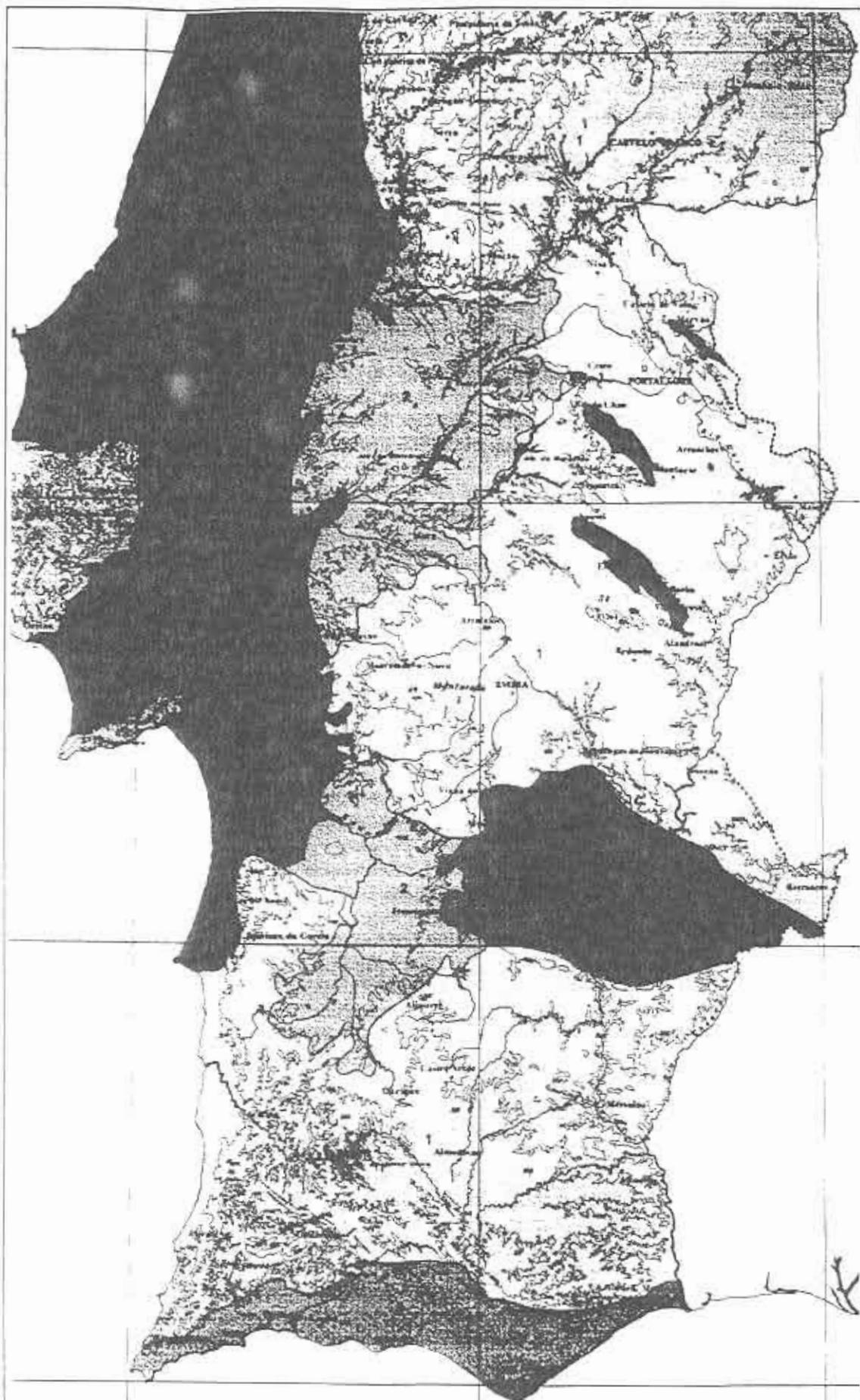


Fig. 1.2 - Recursos aquíferos subterrâneos (1 - Menor que 50; 2 - Entre 50 e 100; 3 - Entre 100 e 200; 4 - Entre 200 e 250; 5 - Entre 250 e 300; 6 - Entre 300 e 400; 7 - Maior da qu 400)

Da análise da Fig. 1.1 é possível concluir acerca do aproveitamento por empreendimentos hidráulicos públicos; cerca de 35 % do escoamento da região.

b) Ecologia

A região Alentejo apesar da aparente uniformidade ecológica que impressiona quem a percorre apresenta variações significativas da sua ecologia, podendo-se distinguir regiões claramente diferenciadas:

- O litoral, englobando os meios estuarinos do Sado e Mira, os terrenos dunares de Tróia, Comporta, Melides, Santo André e Sines, as plataformas detriticas das escarpas das Serras de Grândola e do Cercal, as falésias litorais a sul de Sines e, sobrepostos a estas, os terrenos de Gândara entre Milfontes e Aljezur.
- A peneplanície recortada por acidentes morfológicos vários e diferenciada entre os substratos sedimentares do Sado e Tejo, as vastas superfícies xistosas de elevada xericidade e marcando fortemente a morfologia local pela movimentação que as elevações desse material apresentam, os terrenos graníticos com importantes campos de arrifes, o maciço carbonatado de Estremoz. Os solos apresentando ainda maior diversidade associam-se a estas diferenciações e, particularmente, ao gradiente de xericidade identificável de ONO para E para determinarem uma diferenciação nas associações vegetais potencialmente dominantes, diferenciação primariamente relacionada com a disponibilidade hídrica (gradiente O - E do sobreiro para a azinheira) e secundariamente determinada pela natureza do solo e pelas características locais particulares, gerando uma enorme diversidade de meios onde avanta, pelo seu significado particular e pela importância que o uso humano teve na sua expansão e manutenção, a chameca de sequeiro.
- A Serra de S. Mamede, acidente orográfico particular no extremo nordeste da região onde a orografia e o substrato determinam a ocorrência de condições ecológicas mésicas a húmidas, constituindo uma ilha claramente diferenciada na planície de montado e chameca.
- Os meios particulares, Rios e Serras, determinando interrupções nos gradientes da peneplanície, acentuando ou moderando a xericidade e originando formações diferenciadas de grande valor e interesse pelo contacto de meios por vezes de carácter muito diferenciado.

O uso humano tem introduzido perturbações mais ou menos importantes neste quadro, quer pela extensificação das superfícies de chameca associadas ao seu empobrecimento por uma agricultura cada vez mais mecanizada e com menor dependência dos ritmos e condicionantes da terra, pela perturbação ou destruição de muitos meios particulares (linhas de

água, afloramentos rochosos, zonas húmidas), pela introdução de matas de exploração de essências de crescimento rápido, pela perturbação da conectividade ecológica pela implantação de vias de comunicação, pela criação de novos meios possibilitando o alargamento de determinados habitats (de que se podem relevar a multiplicação de represas e charcas possibilitando recursos de água em zonas onde anteriormente escasseavam), para citar apenas alguns dos mais relevantes.

As características ecológicas apontadas conferem a esta região um valor muito significativo, pela extensão e reduzido nível de perturbação de certos habitats e pelo complexo mosaico existente em certas áreas, assegurando diversidades ecológicas muito significativas.

1.1.3. O uso do espaço

a) As condicionantes

O Alentejo caracterizou-se, desde sempre por uma reduzida capacidade de suporte de habitantes. Já que a natureza dos seus solos e ecologia não permitia níveis de produtividade agrícola capazes de sustentarem uma população importante e de gerarem excessos potenciadores de um desenvolvimento económico diferenciado. Associadas a uma história de uso do território que, longe de contrariar essas limitações tendeu a cristalisá-las, a utilização actual da região caracteriza-se ainda por uma intensidade comparativamente reduzida: um reduzido grau de sustentabilidade (a dependência de fundos externos para o desenvolvimento e manutenção de inúmeras práticas agrícolas remonta ao início deste século), uma baixa diversidade e uma elevada concentração da população e actividades económicas num número muito reduzido de pólos (Fig. 1.3 e 1.4).

b) O condicionamento

O crescimento recente do aparelho económico e, particularmente o esforço de modernização da agricultura têm determinado um crescimento muito significativo dos consumos de água, quer nos aglomerados urbanos, devido ao seu crescimento, infra-estruturação e diversificação das actividades económicas, quer nas zonas agrícolas, onde a aposta em culturas de maior rendimento tem conduzido a uma proliferação de obras de rega apoiadas em pequenas represas e açudes desviando volumes muito significativos de escoamento superficial e perturbando o regime deste, mesmo em cursos de água significativos.

Este crescimento dos consumos hídricos tem como consequência um aumento directamente proporcional das emissões de águas residuais domésticas e industriais, reduzindo em muitos casos criticamente a qualidade e utilidade dos meios receptores o que, associado aos crescentes afluxos de águas de lixiviação de terrenos agrícolas fortemente contaminadas com fertilizantes, tem determinado a eutrofização crescente de reservatórios e cursos de água, reduzindo a disponibilidade de um recurso em procura crescente.

1.2. Disponibilidades hídricas globais

De acordo com o estudo realizado por Henriques (1985), os valores anuais médios e respectivos coeficientes de variação dos termos da equação do balanço hídrico para as diferentes bacias hidrográficas da região em estudo são os do quadro 1.2.

Quadro 1.2

Região Hidrográfica	Precipitação (mm)		Escoamento (mm)		Infiltração profunda (mm)		Evapotrans- piração (mm)
Tejo 3	686	0.264	195	0.655	53	0.264	438
Sado	678	0.260	136	0.592	63	0.260	480
Mira	682	0.257	181	0.579	20	0.257	481
Guadiana	581	0.275	118	0.814	37	0.275	426
Continente	917	0.261	370	0.557	48	0.262	499

sendo o quadro nacional deste balanço hídrico o constante da Fig. 1.5.

1.2.1. Águas subterrâneas

As disponibilidades hídricas subterrâneas médias globais por bacia à luz da informação disponível estão sintetizadas no quadro 1.3. Foram considerados como recursos subterrâneos renováveis os correspondentes aos volumes infiltrados anualmente em cada bacia hidrológica. O valor adoptado para a infiltração média em cada bacia corresponde à média aritmética dos valores apontados por três autores: (i) Paradela (1975).

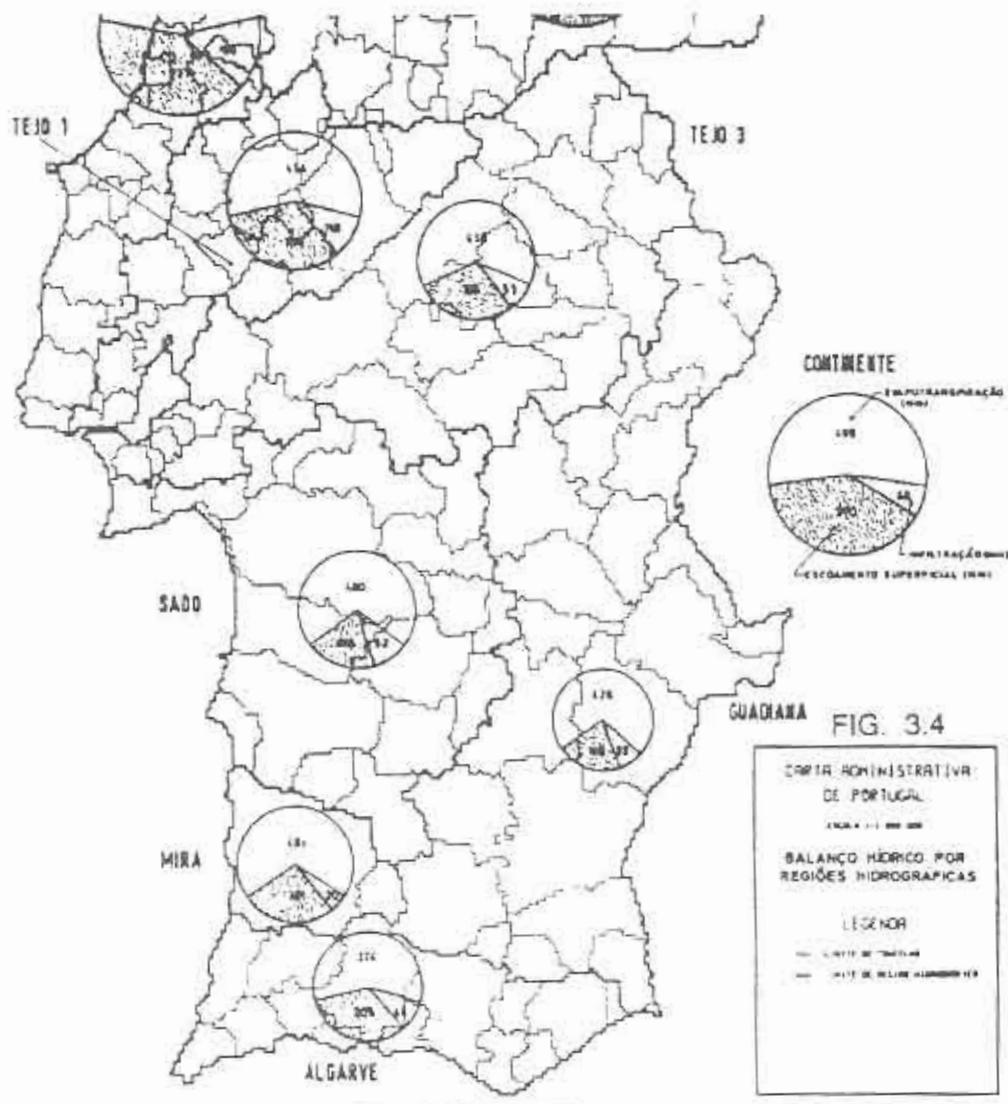


Fig. 1.3 - *Balanço Hídrico do continente por regiões hidrográficas (Henriques, 1985)*

(ii) Henriques (1985) e (iii) Pinto (1987). Os valores admitidos por Lobo Ferreira (1993) não foram tidos em conta pois correspondem a taxas de infiltração superiores a 50% o que parece uma enorme sobre-avaliação da realidade. As taxas de infiltração que adoptamos poderão estar sub-avaliadas atendendo à utilização ao nível local e regional que delas é feita; correspondem apenas de 3 a 8% da precipitação total, o que reflectirá as conhecidas e tão propiciadas más condições de reservatório dos aquíferos alentejanos.

Quadro 1.3
 Recursos Subterrâneos Renováveis do Alentejo

Bacia	Área (km ²)	Infiltração (mm)					Recursos (hm ³)
		Paradela (75)	Henriques (85)	Pinho (87)	L. Ferreira (93)	Adoptado	
Tejo 3	9612	33	53	65	259	50	481
Sado	8217	39	63	50	253	51	411
Mira	1689	16	20	22	256	19	084
Guadiana	11855	32	37	16	188	28	593

A relação recursos de água subterrânea/recursos totais varia entre 10 a 32 % o que é considerável, particularmente para utilização em zonas rurais.

1.2.2. Escoamento de superfície

A consideração dos coeficientes de variação dos parâmetros em causa, particularmente os do escoamento superficial, indiciam uma oscilação inter-anual muito significativa, observação ainda mais marcada se considerarmos os valores dos coeficientes de variação dos escoamentos dos semestres seco e húmido (quadro 1.4).

Quadro 1.4

Região Hidrográfica	Semestre húmido (mm)	Coefficiente de variação	Semestre seco (mm)	Coefficiente de variação
Tejo 3	188	0.685	42	1.057
Sado	158	0.668	21	1.263
Mira	164	0.634	18	1.478
Guadiana	116	0.860	22	1.167

Esta observação confirma que, independentemente das disponibilidades médias, haverá que contar com oscilações inter-anuais médias dessas disponibilidades da ordem de 30% o que, a acontecer em anos consecutivos, pode conduzir a déficits críticos de disponibilidade hídrica. Considerando os valores de armazenamento em albufeiras, os valores de escoamento não regularizado e os valores de recarga de aquíferos decorrente dos volumes de infiltração profunda e de acordo com o mesmo autor estima-se que se dispõe actualmente dos seguintes volumes de disponibilidades hídricas garantidas (quadro 1.5).

Quadro 1.5
disponibilidades hídricas garantidas

Região hidrográfica	Volume (hm ³)	Ano						Semestre seco					
		0.80		0.90		0.95		0.80		0.90		0.95	
		mm	hm ³	mm	hm ³	mm	hm ³	mm	hm ³	mm	hm ³	mm	hm ³
Tejo 3	362 ¹¹	156	1500	107	1030	54	520	62	600	47	450	26	250
Sado	578	142	1170	115	950	87	720	62	510	52	430	44	360
Mira	240	170	280	136	230	110	190	74	130	61	100	55	90
Guadiana	218	86	1020	39	460	30	360	34	400	19	230	14	170
Continente	4867	297	2640	233	2070	176	1560	103	9130	83	7400	68	6030

¹¹ Inclui-se metade da capacidade útil de Belver e Fratel.

A estes valores há que acrescentar o escoamento afluente de Espanha cuja estimativa actual é complexa face à evolução das taxas de retenção em Espanha, mas que, de acordo com os registos dos 35 anos entre 1957 e 1991 (EDP, 1993 e Hidrorumo/EDP 1994) assumem os valores (hm³) do quadro 1.6 (Carmona et al., 1995).

Quadro 1.6
escoamento afluente de Espanha

Rio	Média	Ano			Semestre seco			
		0.80	0.90	0.95	Média	0.80	0.90	0.95
Guadiana	2850 ¹	500	220	70	387	65	30	12
Ardila	451	100	75	50	69	25	18	12
Total	3301	600	290	120	456	90	50	24

As necessidades e consumos efectivos de água estimadas pelo mesmo autor estão necessariamente desactualizadas, pelo que se procedeu à actualização dos valores por ele calculados, considerando as modificações do tecido industrial, o aumento da procura agrícola e a variação demográfica entretanto registada, corrigida pelos actuais índices de qualidade de vida melhorados representando capitações acrescentadas (quadro 1.7).

¹ Ultrapassa ligeiramente o valor que se infere do Acordo Luso-Espanhol de 1968, não se podendo contudo inferir que o caudal mínimo ecológico tenha sido sempre assegurado...

Quadro 1.7

Bacias hidrográficas	Necessidades e Consumos efectivos de água (hm ³)									
	Agricultura		Índustria		Energia		Abastec. doméstico		Total	
Tejo 3	657	526	213	53	0.4	0	57	11	927.4	590
Sado	539	431	192	48	192.4	9.6	25	5	948.4	493.6
Mira	65	52	20	5	-	-	1	0.2	86	57.2
Guadiana	586	469	35	9	-	-	20	4	641	482
Continente	5906	4430	1922	480	1873.6	93.7	760	152	10461	5155.7

Nota: por *necessidades de água* entende-se o volume de água utilizado pela actividade, enquanto que por *consumos efectivos* entende-se o volume de água perdido na utilização (por incorporação ou evapotranspiração)

Comparando estes valores com as disponibilidades hídricas garantidas e com as disponibilidades armazenadas (registadas e estimadas considerando as represas e açudes particulares não registados) obtêm-se as percentagens de abastecimento garantido constantes do quadro 1.8. Verifica-se assim a existência dum significativo déficite de armazenamento e uma incapacidade de os recursos actualmente existentes, mesmo que aproveitados a 100% responderem no estado actual do sistema de consumo, às necessidades em todos os anos e particularmente nos semestres secos em que se verifica uma probabilidade de 20% de ocorrência de déficits hídricos absolutos no abastecimento de água, no cenário hipotético de um aproveitamento integral dos recursos.

Quadro 1.8

Estimativa da percentagem de cobertura das necessidades e dos consumos efectivos, pelos armazenamentos registados, os estimados e em função das disponibilidades totais

Região	Armazena- mento	Armazena- mento estimado	Ano			Semestre seco										
			0.80	0.90	0.95	0.80	0.90	0.95								
Tejo 3	36	61	47	74	162	254	111	175	56	88	100	120	75	90	42	50
Sado	61	117	73	130	123	237	100	192	76	146	102	121	86	102	72	86
Mira	270	430	443	443	335	489	267	432	221	332	151	260	167	200	150	190
Guardiana	34	45	41	54	153	212	72	95	56	75	73	89	36	51	31	38
Região	54	86	64	102	152	245	103	164	69	110	96	115	71	85	51	61
Continente	47	96	52	105	253	512	198	402	149	303	176	217	142	176	116	143

2. USOS AGRÍCOLAS DA ÁGUA

2. 1. Perímetros de rega de iniciativa estatal

2.1.1. Os Planos de Rega do Alentejo

Desde o século passado que políticos, economistas e agrónomos salientam a necessidade de desenvolver planos de irrigação no País, designadamente no Alentejo, como única forma de promover o desenvolvimento e travar o processo de desertificação humana que tem caracterizado esta região. O Estado Novo usou as obras de fomento hidroagrícola como instrumento da sua política de desenvolvimento, tendo criado em 1930 a Junta Autónoma das Obras de Hidráulica Agrícola, que promoveu a construção ainda nessa década dos primeiros empreendimentos estatais: 6 perímetros, com um total de 3 500 ha beneficiados, em todo o País.

Planos hidroagrícolas

O primeiro Plano de Rega foi apresentado em 1935 e revisto em 1937, contemplando 20 empreendimentos e um total de 125 442 ha a beneficiar, dos quais só os dos Vales do Sado e de Campilhas, somando 21 000 ha, pertenciam ao Alentejo. Deste Plano estavam concluídos ou em curso, 20 anos depois, cerca de metade dos aproveitamentos, com 51 536 ha, que do Alentejo incluíam apenas os 1 935 ha do Vale de Campilhas e 9 613 ha do curso inferior do Vale do Sado.

À data de apresentação do Plano de Rega do Alentejo, em 1957, estavam beneficiados com obras hidroagrícolas realizadas pelo Estado cerca de 55 000 ha em todo o País, sendo apenas cerca de 11 500 no Alentejo. Entre os dois planos (1937 - 1957) foram construídas no Alentejo, por iniciativa privada, 40 novas pequenas barragens, servindo uma área total de 2 099 ha. O Plano de Rega do Alentejo previu a irrigação de 161 700 ha, "não mais de 6% da superfície total da província", assim distribuídos:

Aproveitamento do rio Mira	14 000 ha
Aproveitamento do rio Ardila	15 000 ha
Sistema do Baixo Alentejo	81 200 ha
Aproveitamento do Caia	8 900 ha
Sistema do Alto Alentejo	42 600 ha.

Esta área estaria contida em 22 grandes aproveitamentos, a que haveria a juntar 73 pequenos aproveitamentos, com outros 11 235 ha.

O Sistema do Alto Alentejo previa a bombagem do rio Tejo, na albufeira de Fratel, de um caudal de $30 \text{ m}^3 \text{ s}^{-1}$, que seria transportado por um canal condutor geral que, num percurso de 267 km até aos arredores de Évora, ligaria 8 barragens e permitiria a rega de 42 600 ha, entre os quais 11 400 ha na zona do Crato-Alter, 11 200 na zona de Pavia-Arraiolos e 16 000 ha na zona de Évora. Quanto ao Sistema do Baixo Alentejo, previa o aproveitamento dos recursos hídricos da bacia do Guadiana, com 7 barragens, a principal das quais seria a da Amieira, no rio Degebe, que poderia aproveitar os excedentes do canal do Alto Alentejo (transvase Tejo-Guadiana). Neste plano, a barragem de Alqueva era uma pequena obra, com 30 m de altura, no leito do Degebe, a jusante da Amieira, inserindo-se num sistema de bombagem do Guadiana para a Amieira. Este sistema regaria 79 200 ha, a que haveria a acrescentar os 2000 ha servidos pela barragem do Monte da Rocha (Alto Sado) e 11 235 ha de 73 pequenos aproveitamentos. Este Plano iniciou-se em 1961 e seria executado em três fases, de seis anos cada, coincidindo a primeira com o II Plano de Fomento (1961-65), terminando em 1978.

Pareceres, críticas e limitações

O Plano de Rega do Alentejo foi desde logo objecto de algumas críticas, a mais notável e referida das quais foi veiculada por publicação da Federação dos Grémios da Lavoura do Baixo Alentejo (Feio, 1959). As críticas incidiam principalmente sobre os seguintes aspectos: 1) o plano não dava prioridade ao abastecimento de água às populações rurais; 2) devia dar preferência aos pequenos sobre os grandes regadios, porque aqueles eram mais rentáveis; 3) o plano não tinha bases económicas; 4) não havia consumo para os produtos do regadio; 5) o sequeiro tinha potencialidade suficiente de desenvolvimento, que dispensava o regadio.

Estas críticas não tiveram acolhimento nem do Conselho Superior de Obras Públicas nem da Câmara Corporativa, que deram pareceres favoráveis ao plano. Porém, o parecer do Conselho continha observações e sugestões que merecem ser aqui referidas, porque algumas são ainda pertinentes e outras tiveram efeitos que se prolongaram até hoje.

Quanto aos aproveitamentos do Mira, do Caia e do Roxo, o Conselho foi de opinião que se deviam acelerar os projectos...e os aproveitamentos fizeram-se. "Acerca do aproveitamento do Ardila, lembra que ele depende, em parte, do esquema que vier a ser adoptado para o aproveitamento do Guadiana..." "Quanto ao aproveitamento de Crato-Alter, parece ao Conselho conveniente adiar a sua realização até completa definição do sistema do Alto Alentejo...". Por outro lado, o canal do Alto Alentejo tinha grande desenvolvimento, entre o Tejo e Évora, sendo de rever, "retomando o estudo duma grande albufeira que permita evitar, ou pelo menos reduzir bastante, a bombagem da água do Tejo...". "No respeitante ao sistema

do Baixo Alentejo, há a observar que a sua alimentação depende, em grande parte, dos caudais do Guadiana, cujo regime hidráulico atravessa um período de transição, devido ao aproveitamento cada vez maior das águas em Espanha ... aconselha o adiamento das obras deste sistema para uma segunda fase ... e a criação de uma albufeira de grande capacidade, a de Amieira, no rio Degebe ... ", com necessidade reduzida de recorrer a água do Guadiana, nos anos secos.

Passados cerca de 40 anos, interessa notar que foram realizadas as obras que então não ofereceram dificuldades nem grandes dúvidas, que os aspectos então em dúvida arrastaram as polémicas por estas décadas e continuam hoje a discutir-se e, finalmente, que se realizou muito pouco, mantendo-se carências de desenvolvimento que já eram salientadas no século passado. Na parte que se realizou, notam-se hoje falhas e fraquezas que eram esperáveis se não houvesse, como não houve, atitudes e políticas concretas para as evitar. É o caso dos baixos índices de organização e de utilização de vários dos regadios que se construíram, onde era mais necessário esforço de inovação, de renovação tecnológica, de organização empresarial e cooperativa, de comercialização de novos produtos, etc. Em suma, era necessária uma política deliberada, que nunca houve, de apoio técnico e de gestão aos agricultores. Note-se que o parecer que temos estado a usar do Conselho Superior de Obras Públicas previa estas dificuldades que os agricultores sentinam e chamava a atenção para medidas a tomar, designadamente: "A forma vaga como se põe o problema da intervenção nas obras de rega corre o risco de reforçar a ideia de que se pode contar com a resolução quase espontânea dos problemas de inércia do meio. Uma assistência técnica, tal como é entendida vulgarmente, não seria suficiente... A rega do Alentejo exige ainda medidas de correcção da estrutura agrária, baseadas no emparcelamento e aumento das dimensões da propriedade fragmentada e deficiente e no parcelamento da área superior à dimensão económica que proporciona a melhor eficiência técnica e administrativa para exploração dos regadios. Fazem parte (da intervenção necessária) as questões de estrutura agrária e da preparação profissional dos agricultores...", São observações que, em nosso entender, continuam actuais.

É difícil resistir à tentação de transcrever aqui, devido também à sua actualidade em relação ao plano de Alqueva, dois outros parágrafos do citado parecer. "Aceita também (o Conselho) que não tenha sido levada a rega aos chamados barros de Beja, designadamente pela sua má drenagem interna e pela dificuldade de serem trabalhados e, sobretudo, por eles já terem uma elevada produtividade em sequeiro". ... "A rega por aspersão, que tem virtudes que se não negam, ...tem o inconveniente, muito grave para as nossas condições, de exigir uma elevação suplementar das águas de rega, que obriga a consumos muito consideráveis de energia, num período em que ela é preciosa, ...entre 300 e 400 GWh, sensivelmente o mesmo que pede a bombagem das águas do Tejo e do Guadiana e que, com aspersão ou sem ela, tem sempre de ser feita".

2.1.2. Os actuais regadios colectivos portugueses

Áreas totais e época de construção

Reúnem-se no quadro 2.1 alguns dados numéricos relativos à época de execução dos perímetros portugueses de iniciativa estatal.

Quadro 2.1

Década	época de construção dos grandes regadios de iniciativa estatal						Total
	30	40	50	60	70	80/90	
Nº de empreendim.	6 (Inclui Idanha, 1ª fase)	3 (Inclui Idanha, 2ª fase)	6	3	8	5 ¹⁷	30
Área benefic. (ha)	3 500	14 051	36 145	12 928	25 985	47 530	140 139

Construído a partir de dados de Fonseca, 1988.

¹⁷ Só o Lucefect (230 ha) é no Alentejo

A maior área beneficiada recentemente considera a realização total dos esquemas do Mondego, da Cova da Beira (cerca de 15 000 ha cada um) e de Beliche-Odelouca (cerca de 12 000 ha) e o de Macedo de Cavaleiros (cerca de 5 300 ha). Os regadios colectivos do Alentejo resumem-se aos já referidos cerca de 11 500 ha incluídos no plano de 1937 e aos perímetros "fáceis" do Plano de Rega do Alentejo, de 1957, que foram realizados logo nas décadas de 60 e 70. Somam cerca de 46 000 ha.

Áreas regáveis e efectivamente regadas nos regadios colectivos

Já houve ocasião de se referir a baixa percentagem de utilização da generalidade dos regadios colectivos do Alentejo e de se apontar razões para a aparente incapacidade ou desinteresse pelo regadio dos agricultores "beneficiados" pelos perímetros colectivos. O quadro 2.2, construído a partir de dados de Daehnhardt (1993), dá conta desses números.

Quadro 2.2

ano	Relação área regada/área regável nos perímetros colectivos do Alentejo										
	1981	1982	1983	1984	1985	1986	1987	1988	1989	1990	1991
%	32,6	39,7	25,6	48,5	48,9	48,5	47,4	53,4	55,3	60,3	59,2

Nota-se uma certa tendência para o aumento, nos últimos anos, da percentagem de aproveitamento das áreas regáveis. Pode admitir-se que tal melhoria se deve a várias causas, entre as quais avultará a diminuição ou perspectiva de diminuição do preço dos cereais e o consequente aumento de interesse do regadio em busca de compensação de rendimentos. Esta hipótese decorre naturalmente de se admitir que para o integral aproveitamento dos regadios existentes faltou apoio à comercialização dos novos produtos. Outras razões importantes serão também o aumento da capacidade tecnológica dos agricultores (apesar da falta de apoios) e a crescente aceitação do regadio como forma privilegiada de produção agrícola nas regiões mediterrânicas, designadamente face aos condicionamento impostos pela PAC.

Principais culturas e usos da água

O quadro 2.3 contém dados dos consumos de água nas principais culturas regadas em alguns dos perímetros, obtidos a partir das informações contidas nos relatórios das Associações de Regantes e Beneficiários.

Quadro 2.3
Consumos médios de água pelas culturas regadas 1980-1991

	Arroz	Tomate	Milho	Outras
CAIA	15 252	5 738	7 773	3 683
CAMPILHAS	10 834	3 357	2 816	2 823
ALTO SADO	16 541	5 484	4 181	2 807
DIVOR	11 306	3 501	4 115	-
ODIVELAS	15 801	5 225	4 762	4 422
ROXO	15 064	6 026	5 669	3 220
VALE DO SADO	14 351	-	-	3 949
VIGIA	-	-	-	4 478
SORRAIA	15 902	4 429	-	5 063
Média	14 381	4 823	4 886	3 806

Excepto para o caso especial do arroz, os consumos registados são bastante inferiores ao que seria de esperar de acordo com métodos de cálculo disponíveis na bibliografia, designadamente o conhecido "método da FAO", habitualmente usado no projecto de rega e na estimativa das necessidades hídricas das culturas. Pode admitir-se que a diferença se deve a deficiência nos processos de controlo dos consumos de água usados nos perímetros e é também possível que haja uma generalizada prática de rega deficiente, por falta de experimentação e de apoio técnico ao controlo de gestão da água nas culturas. Contudo,

julgamos "mais realista" a utilização de um método de cálculo baseado no modelo de balanço hídrico de Thornthwaite-Mather, que tem alguma tradição não só em Portugal mas também noutras regiões mediterrânicas.

Para servir de comparação, fizemos simulações do uso da água nas culturas do girassol, do tomate e do milho, com dados climáticos médios de Évora e de Beja, considerando para cada uma destas regiões três solos (quadro 2.4). A evapotranspiração cultural é, neste modelo, proporcional à disponibilidade de água no solo. Usaram-se neste caso valores de ETp calculados pela fórmula de Penman - Monteith. Para transformação das necessidades úteis em necessidades brutas considerou-se uma eficiência de aplicação de 60%.

Quadro 2.4
resultados de algumas simulações de
necessidades de rega das culturas

estação e ETp Monteith	solo e cap.util mm	cultura	data de sementeira /plantação	necessidades de rega	
				DOTAÇÃO m ³ ha ⁻¹ ano ⁻¹ útil	real
E V O R A 1196	Pmg 99	MILHO	01/05	3410	5680
		GIRASSOL	01/04	2560	4267
		TOMATE	15/04	3350	5583
	Pm 208	MILHO	01/05	3530	5883
		GIRASSOL	01/04	2150	3583
		TOMATE	15/04	3000	5000
	Al 228	MILHO	01/05	2940	4900
		GIRASSOL	01/04	2360	3933
		TOMATE	15/04	3300	5500
B E J A 1081	Bp 121	MILHO	01/05	3350	5583
		GIRASSOL	01/04	1960	3267
		TOMATE	15/04	3040	5067
	Vc 98	MILHO	01/05	3080	5133
		GIRASSOL	01/04	2670	4450
		TOMATE	15/04	2890	4817
	Al 228	MILHO	01/05	3090	5150
		GIRASSOL	01/04	2460	4100
		TOMATE	15/04	2950	4917

As necessidades reais assim calculadas constituem a última coluna do quadro 2.4. Os seus valores médios são respectivamente (m³ ha⁻¹): milho 5 388 (4 886 registados nos perímetros); tomate 5 147 (4 823); girassol 3 933 (3 806 "outras", nos perímetros). De acordo com este método de cálculo e se for adequado, como se julga, o valor 0,6 considerado para actual eficiência de aplicação, as dotações reais praticadas nos perímetros de rega alentejanos são apenas ligeiramente deficientes.

2.1.3. O empreendimento de Alqueva

A partir de 1968, com a assinatura do Convénio com a Espanha sobre a utilização dos rios comuns, que atribuía a Portugal o troço fronteiriço do Guadiana, passou a ser viável dispensar o desvio das águas do Tejo, pela criação no Guadiana, em Alqueva, de uma albufeira com capacidade de regularização inter-anual. O empreendimento de Alqueva foi desde então objecto de inúmeros e diversos estudos... e polémicas. Os elementos que em seguida se apresentam são respigados ou resumidos de Hidrotécnica Portuguesa et al., 1992.

Factores determinantes: os solos

Foram demarcados cerca de 175 000 ha com aptidão para o regadio. Postenormente, o estudo abandonou os 14 500 ha do Alto Alentejo e seleccionou mais 38 000 ha a Sul de Évora e 10 000 ha nas margens do Guadiana, elevando para 210 000 ha os solos com aptidão, sendo 2% em classe I (sem restrições), 52% em classe II (restrições ligeiras) e 22% em classe III (restrições importantes); estas percentagens de até classe III alargam-se ao total de 87,5% após a introdução de melhorias de drenagem e de conservação do solo.

Factores determinantes: os recursos hídricos

O estudo que estamos a citar nota a excelente qualidade da água do Guadiana a montante dos regadios espanhóis, nas albufeiras de Cijara, Garcia Sola, Orellana e Zujar, "a água mais limpa de Espanha", o que não impede a mesma água de ter, à entrada em Portugal, má qualidade devida à degradação pelos esgotos de Mérida, D. Benito e Badajoz e à poluição difusa vinda dos regadios do Vale do Guadiana.

O Convénio de 1968, baseado fundamentalmente no cálculo da mais valia eléctrica, previa o afluxo mínimo de 2 421 hm³, sendo as necessidades estimadas em 1 277 hm³. A EDP, em estudo de 1986, calcula um afluxo médio anual de 3 090 hm³, com desvio padrão de 3 280, após consumo na bacia intermédia do Guadiana de 1 200 hm³ ano⁻¹.

Factores determinantes: os sistemas culturais

Dos 18 sistemas de sequeiro e 19 de regadio que já foram considerados em estudos anteriores, o presente estudo retém apenas 9 sistemas de sequeiro e 6 de regadio:

sequeiro:

- I - solos A: girassol/trigo/cevada
- II- " B: tremçoço/trigo/aveia

regadio:

- I - solos A: milho/trigo/fornagem x milho/soja
- II- " B: girassol/trigo/milho/industriais

- | | |
|--|---|
| III- " C: trigo/aveia/pastagem (4 anos) | III- " C: trigo/milho forragem/prado (5 anos) |
| IV- pastagem permanente | IV- arroz |
| V - idem, sob coberto florestal | V - olival |
| VI- olival | VI - prado permanente |
| VII- SR1: tomate/trigo/milho | |
| VIII-SR2: prado permanente regado | |
| IX - SR3: arroz (3 anos) / pousio (1 ano). | |

Note-se que os 3 últimos sistemas na lista dos sistemas de sequeiro são de facto de regadio, que o estudo considerou complementar, na hipótese da utilização dos recursos locais, sem a construção de Alqueva.

Quanto aos métodos de rega e ao contrário do que se fez em estudos anteriores, a versão actual do plano dá preferência absoluta à rega por aspersão, que se praticará em 85% da área regada. O estudo justifica a opção pelo facto de que a aspersão é mais eficiente no uso da água, o que corresponderá a economia na bombagem, compensando o acréscimo de energia de bombagem que a aspersão requer... É uma opção pouco fundamentada no estudo: não haverá de facto economia de água significativamente maior na aspersão, que gastará de facto muito mais energia, numa rede muito mais cara porque hidraulicamente mais exigente.

Factores determinantes: as necessidades de água

As necessidades de água para rega são neste estudo de Alqueva estimadas em 1 400 hm³ no ano médio, sendo 1 900 em ano seco e 1200 em ano húmido. Deve acrescentar-se, para o médio prazo (2010 a 2020) o acréscimo das necessidades em 200 hm³ para uso no Algarve.

O modelo de análise

"A análise dos impactes da construção ou não de Alqueva só faz sentido no âmbito duma política de desenvolvimento regional. Nestes termos, a rega, incluindo por arrastamento o abastecimento urbano-industrial, surge como objectivo primordial. A alternativa é a manutenção do sequeiro". Os fins do empreendimento, podem pois ordenar-se: rega, abastecimento urbano ao Alentejo, produção de energia, abastecimento ao Algarve e ao Sul de Espanha. São consideradas na análise 5 alternativas:

Alternativa 0 - continuação essencialmente do sequeiro, melhorado e completado com o máximo de regadio possível com uso dos recursos locais (sem Alqueva);

Alternativa 1 - rega de 175 000 ha no Alto e no Baixo Alentejo e no sistema do Ardila;

Alternativa 2 - rega de 200 000 ha, o anterior, alargado a outras áreas do distrito de Évora;

Alternativa 3 - 140 000 ha, no Baixo Alentejo e no Ardila;

Alternativa 4 - 110 000 ha, só no Baixo Alentejo.

As dimensões da barragem e da albufeira podiam fazer-se depender da alternativa que se escolhesse, sendo o maior volume correspondente à cota 152 de pleno armazenamento e o menor a npa 139, chegando mesmo a ponderar-se uma barragem de ainda menores dimensões. Foi publicamente anunciada pelo governo a opção por uma área de regadio de 110 000 ha, sendo no entanto a barragem dimensionada para a cota mais alta, npa 152. Acrescente-se que, ao nível do estudo mais detalhado que entretanto se está a desenvolver, nenhuma das alternativas de análise acima listadas é mantida como se definiu, havendo arranjos entre elas das áreas a irrigar, como se constata do estudo de impacte ambiental que esteve à apreciação pública.

Alternativa sem Alqueva

A alternativa de desenvolvimento rural do Alentejo, sem a construção de Alqueva, é essencialmente a continuação dos actuais sistemas de sequeiro, com a eventual introdução de alguma melhoria tecnológica. Manter-se-ia a tendência para a extensificação da actividade agrícola, o acréscimo da área florestal, essencialmente por aumento das áreas de eucalipto, o desenvolvimento da caça e das actividades turísticas que ela pode gerar e a produção de mel e de outros produtos agrícolas e rurais de qualidade. Diminuiria a necessidade de mão de obra e continuaria a rarefacção da população.

A alternativa a Alqueva não tinha que ser a exclusivamente de sequeiro que acabou de se descrever. Naturalmente, continuaria a construção dos pequenos regadios, com uso dos recursos hídricos locais. Seria assim possível construir até cerca de 27 000 ha de novos regadios, dos quais 7 000 seriam de iniciativa estatal e 20 000 ha seriam em pequenos novos regadios privados. Os resultados esperáveis em termos de desenvolvimento agrícola não difeririam substancialmente das expectativas actuais, que se descreveram no parágrafo anterior.

2. 2. Alguns números da Agricultura de Regadio no Alentejo

2.2.1. Principais recursos agrícolas

Usos do solo no Alentejo: agrícola, agro-florestal, florestal, outros

Resultando do recenseamento geral agrícola de 1951/52, a DGSH (1959) apresenta a seguinte (quadro 2.5) utilização do solo no Alentejo.

Quadro 2.5
usos do solo no Alentejo, 1952

TOTAIS distrito	ha área	AGRICOLA		AGRO-FLORESTAL		FLORESTAL		OUTROS USOS	
		ha	%	ha	%	ha	%	ha	%
BEJA	1028290	724537	70,4	246705	24,0	24818	2,4	32230	3,2
ÉVORA	738783	395336	53,5	316808	42,9	12353	1,7	14286	1,9
PORT.	608352	340627	56,0	215028	35,3	26642	4,4	28055	4,3
SETÚB	351433	187822	53,5	80997	23,0	52869	15,0	29745	8,5
ALEN- TEJO	2726858	1648322	60,4	859538	31,5	116682	4,3	102316	3,7

Apesar da antiguidade deste quadro, ele poderá ser útil para se compararem agora os seus números com alguns do **censo de 1989**, cerca de 40 anos volvidos. De acordo com este último censo, há no Alentejo (Portugal Agrícola, 1993)

47 049 explorações, com SAU = **1 842 187** ha (46% da SAU do País), de 45 706 produtores; superfície agrícola total SAT = **2 007 275** ha (38% do País) dos quais

840 602 ha (42%) têm floresta, sendo 124 626 ha (6,2%) só floresta, 715 976 ha (36%) cultura sob coberto florestal;

660 940 ha (33%) têm culturas temporárias, das quais

423 000 ha (64%) são cereais,

67 492 ha consociações forrageiras anuais,

55 419 ha girassol,

3 955 ha milho forrageiro,

4 013 ha melão,

6 507 ha sorgo,

4 595 ha tomate para indústria e

1 719 ha outras hortícolas extensivas;

398 630 ha são pastagens permanentes e

169 039 ha têm outras culturas permanentes, incluindo 144 970 ha de olival, 12 787 ha de vinha e 11 282 ha de pomares.

Estatísticas agrícolas (1993)

Transcrevem-se nesta secção, de forma algo dispersa e a título meramente complementar, algumas estatísticas agrícolas que parecem poder de alguma forma contribuir para esclarecer a problemática da utilização agrícola dos recursos hídricos no Alentejo.

Quadro 2.6

algumas importações de produtos agrícolas em 1992

	trigo	outros cereais	milho	arroz	soja	amendoim	girassol
10 ³ ton	836	151	841	102	580	8,5	274
10 ³ contos	30 337	4 800	31 722	8 972	19 143	1058	15 790
10 ³ ha p/ substituir	300	54	84	20	380	7	137

Rega e Drenagem

Ainda de acordo com a informação estatística Portugal Agrícola 1993, pertencem ao Alentejo os seguintes números relativos à estrutura do regadio:

	nº de explorações	área (ha)	% SAU
regável	24 253	110 752	5,7 (em 54% das exp.)
regada	13 657	62 484	3
drenada	469	10 658	1
c/ problemas de encharcamento	1 853	15 840	1

Em 21 089 das empresas com área regável os sistemas de rega são individuais; outras 3 716 empresas participam em sistemas colectivos. Quanto ao método de rega praticado, identificam-se 25 714 sistemas de rega assim distribuídos:

- rega por gravidade em 23 158 explorações
- rega por aspersão em 2 028 explorações
- rega gota a gota em 219 explorações
- outros métodos de rega em 309 explorações.

Quanto à origem da água para rega, é o seguinte o quadro:

- 18 886 furos
- 4 144 abastecimentos em albufeiras (30% do total nacional)
- 2 088 abastecimentos em cursos de água
- 959 charcas
- 219 outras origens da água

No Recenseamento Geral Agrícola de 1979 (Anónimo, 1987) tinham sido apurados os seguintes números relativos a áreas regadas no Alentejo:

Distrito de Beja	24 086 ha
Distrito de Évora	17 650 ha
Distrito de Portalegre	24 016 ha
Concelhos alentejanos do Distrito de Setúbal ...	14 947 ha
ALENTEJO	80 699 ha
sendo de iniciativa estatal	46 231 ha
e de iniciativa privada	34 468 ha.

Embora em boa parte do Alentejo os caudais de exploração por captação sejam baixos o número de pequenas explorações abastecidas por águas subterrâneas é muito grande e não pára de crescer. A esta circunstância e ao facto da captação de água ter merecido financiamento através de vários fundos nacionais e comunitários nos últimos anos não são alheias as vantagens que, geralmente são associadas às águas subterrâneas (Carvalho, 1991a), nomeadamente:

- a) A rega de pequenas parcelas é mais fácil de manter que a de grandes propriedades, sobretudo para agricultores com menor capacidade empresarial;
- b) O emparcelamento das explorações é desnecessário nos casos em que as captações servem directamente pequenos regadios;
- c) A subdivisibilidade quase ilimitada da água subterrânea conduz a uma grande redução dos investimentos durante as fases de construção e de gestão;
- d) a rega efectuada inicialmente com água subterrânea pode constituir uma fase preparatória eficiente para os agricultores adquirirem capacidade económica e técnica para a utilização de eventuais futuros esquemas regionais de rega de maior dimensão.

As águas subterrâneas podem, portanto, jogar um importante papel na transição do sequeiro para o regadio em muitas zonas do Alentejo.

Necessidades globais de água para uso agrícola

Os dados contidos no quadro 2.7 resultam do cálculo das necessidades hídricas das culturas com base no modelo CROPWAT, também designado "modelo da FAO", incorporando, para simular a evapotranspiração de referência, o modelo de Penman, na versão também apresentada pela FAO (1975). É modelo que, em nosso entender, sobrestima as necessidades hídricas das culturas. Por exemplo: as necessidades hídricas da cultura do milho estão neste modelo estimadas, para o Alentejo, em $10750 \text{ m}^3 \text{ ha}^{-1}$; usando o modelo e os resultados que

descrevermos acima (quadro 2.4), a mesma estimativa é de apenas cerca de $5400 \text{ m}^3 \text{ ha}^{-1}$, ou seja, pouco mais de metade. Admitindo que na generalidade dos perímetros de rega

Quadro 2.7
necessidade de água para rega no e com incidência no Alentejo

Bacia hidrográfica	ÁREAS, ha			ÁGUA PARA REGA, hm^3		
	Actual	M. Prazo	L. Prazo	Actual	M. Prazo	L. Prazo
Guadiana	105 810	106 148	437 575	1 201,80	1 205,63	4 260,75
Tejo, de Alqueva	-	-	13 928	-	-	135,62
Sado, de Alqueva	44 577	44 577	45 833	506,39	506,39	446,28
Algarve, de Alqueva	-	14 107	33 446	-	166,85	346,13
Alg., Bxo Guadiana	6 876	9 850	12 144	81,32	116,50	125,67
GUADIANA	157 263	174 682	542 926	1 789,51	1 995,37	5 314,45
MIRA	11 846	12 385	25 517	134,57	140,69	248,46
SADO	46 097	56 400	274 832	510,91	616,69	2 632,51
TEJO (Alentejo)	40 690	44 470	217 524	462,24	505,18	2 118,03
Tejo (Bacia hidrogr.)	256 536	321 746	738 987	2 661,79	3 357,11	6 754,67

origem: LEAL, Gonçalo. *Necessidades de água para rega no Continente. Situação actual e previsão da evolução futura*. Lisboa, Min.Agr./IEADR, 1996

Actual = regadios existentes e projectos em execução (até 1999)

M. Prazo = projectos elaborados ou em elaboração, de execução prevista para depois do 2º QCA (1999)

L. Prazo = utilização total das aptidões conhecidas

alentejanos diminuirá apenas ligeiramente, para 30%, a área regada ocupada com a cultura do arroz (actualmente de cerca de 40% das áreas totais regadas em cada ano) e que os restantes 70 % serão ocupados com culturas cujas necessidades são representáveis pelas do milho, a necessidade hídrica global assim ponderada será de $8280 \text{ m}^3 \text{ ha}^{-1}$. Com base nesta estimativa, reelaborámos o quadro das necessidades hídricas globais para rega no Alentejo (quadro 2.8).

Quadro 2.8
necessidades de água para rega no Alentejo calculadas
pele método da proporcionalidade usando a fórmula de Penman-Monteith

Bacia hidrográfica	ÁGUA PARA REGA, hm ³		
	Actual	M. Prazo	L. Prazo
Guadiana	876,11	878,91	3623,12
Tejo, de Alqueva	-	-	115,32
Sado, de Alqueva	369,10	369,10	379,50
Algarve, de Alqueva	-	116,81	276,93
Alg., Bxo Guadiana	56,93	81,56	100,55
GUADIANA	1302,14	1446,37	4495,43
MIRA	98,08	102,55	211,28
SADO	381,68	466,99	2275,61
TEJO (Alentejo)	336,91	368,21	1801,10
Tejo (Bacia hidrogr.)	2124,12	2664,06	6118,81

2.2.2. Áreas irrigadas, por bacia hidrográfica

Os quadros seguintes, retirados de Leal (1995), contêm informação das áreas de regadio actual e esperadas para os anos 2015, 2050 e 2080, nas bacias hidrográficas dentro do Alentejo. Lembre-se que o citado autor designa por "actual" o regadio executado ou a executar no âmbito do II QCA (1999). Note-se também que ele incluí como "actual" toda a área a servir pelo empreendimento de Alqueva e respectivas necessidades de água: ora este empreendimento deverá, como tem sido publicitado, implantar-se ao longo de 20 ou 30 anos...

Como alguma da informação base, nomeadamente a relativa às áreas de regadios particulares, estava referida a cada um dos concelhos, estes foram mantidos pelo autor como unidade territorial, cada um ficando inserido em uma só bacia hidrográfica. As áreas das bacias ficam, assim, algo diferentes do seu valor real. Ensaíamos nos quadros seguintes uma ligeira alteração, dividindo pelas bacias hidrográficas os concelhos e as respectivas áreas irrigadas, admitindo que estas se repartem uniformemente dentro de cada concelho o que, evidentemente, também estará longe de ser verdade. À frente do nome de cada concelho repartido escreve-se, entre parêntesis, a proporção de área considerada em cada bacia hidrográfica. Exceptuaram-se desta repartição os concelhos de Évora e de Cuba, que ficam a pertencer por inteiro à bacia do Guadiana, dado que o regadio naqueles concelhos dependerá essencialmente do esquema de Alqueva.

Quadro 2.9

Bacia hidrográfica do MIRA

Concelho	Área total	Áreas de regadio			
		actual	2015	2050	2080
Odemira	172 100	11 846	12 385	12 564	25 517
Ourique (0,5)	33 000	834	834	834	6 261
Almodôvar (0,4)	31 040	172	172	172	1 713
Bacia do MIRA	236 140	12 852	13 391	13 570	33 491

Quadro 2.10

Bacia hidrográfica do SADO

Concelho	Área total	Áreas de regadio			
		actual	2015	2050	2080
Ourique (0,5)	33 000	834	834	834	6 261
Aljustrel	45 600	3 806	3 806	3 806	24 988
Beja (0,25)	28 520	12 332	12 416	12 444	20 801
Ferreira do Alent.	64 800	6 500	6 500	6 500	18 349
Alvito	26 100	372	372	372	7 741
Sines	19 900	278	278	278	10 538
Sant. Cacém	105 900	6 615	6 857	7 018	47 125
Grândola	80 500	3 701	3 701	3 701	20 184
Alcácer do Sal	148 000	8 512	8 512	8 512	62 089
Viana do Alent.	39 400	1 191	1 191	1 191	20 367
Portel (0,2)	48 080	1 218	1 218	1 218	12 441
V. Novas(0,3)	7 400	688	688	688	1 849
Mont.-o-Novo (0,6)	49 280	3 260	3 260	3 260	20 212
Bacia do SADO	697 480	49 307	49 391	49 419	272 966

Quadro 2.11

Bacia hidrográfica do Sado, com água do GUADIANA

Concelho	Área total	Áreas de regadio			
		actual	2015	2050	2080
Aljustrel	45 600	3 378	3 378	3 378	3 378
Alvito	26 100	10 099	10 099	10 099	10 099
Ferreira do Alent.	64 800	23 981	23 981	23 981	23 981
Viana do Alentejo	39 400	4 737	4 737	4 737	4 737
Alcácer do Sal	148 000	139	139	139	1 395
Sant. do Cacém	105 000	2 243	2 243	2 243	2 243
Total	428 900	44 577	44 577	44 577	45 833

Quadro 2.12
Bacia hidrográfica do GUADIANA

Concelho	Área total	Áreas de regadio			
		actual	2015	2050	2080
Mourão	27 800	218	218	218	7 599
Barrancos	16 800	59	59	59	104
Moura	95 800	562	562	562	40 909
Serpa	110 400	1 426	1 426	1 426	44 536
Mértola	127 900	319	319	319	3 695
Aicoutim	57 500	788	788	788	1 315
Almodôvar (0,6)	46 560	258	258	258	2 569
Castro Verde	56 700	412	412	412	9 927
Beja (0,75)	85 580	36 995	37 248	37 332	62 404
Vidigueira	31 400	8 482	8 482	8 482	14 752
Cuba	17 100	8 870	8 870	8 870	11 788
Portel	60 100	1 522	1 522	1 522	15 551
Reguengos	46 100	1 955	1 955	1 955	18 947
Redondo	37 000	910	910	910	17 975
Alandroal	54 500	2 406	2 406	2 406	11 366
Borba	14 500	950	950	950	6 089
Évora	130 800	6 779	6 779	6 779	74 266
Vila Viçosa	19 500	868	868	868	5 137
Estremoz (0,3)	15 420	552	552	552	5 827
Elvas	63 100	7 717	7 717	7 717	34 155
Campo Maior	24 700	8 393	8 393	8 393	15 864
Arronches	31 400	1 129	1 129	1 129	13 470
Portalegre (0,4)	17 840	1 515	1 515	1 515	3 696
Bacia	1 188 500	93 085	93 338	93 422	421 941
GUADIANA					

Quadro 2.13
Bacia hidrográfica do TEJO

Concelho	Área total	Áreas de regadio			
		actual	2015	2050	2080
Castelo de Vide	26 500	687	687	687	2 303
Crato	38 800	1 182	1 371	1 497	8 960
Gavião	29 400	2 009	2 009	2 009	6 255
Marvão	15 500	1 247	1 247	1 247	2 318
Nisa	57 400	2 293	2 293	2 293	5 781
Ponte de Sor	83 900	7 582	7 582	7 582	33 817
Arraiolos	68 400	3 236	3 236	3 236	21 327
Estremoz (0,7)	35 980	1 289	1 289	1 289	13 597
Mont.-o-Novo (0,4)	49 280	3 260	3 260	3 260	20 212
Vdas.Novas (0,7)	14 800	1 375	1 375	1 375	3 697
Mora	44 300	3 379	3 379	3 379	10 477
Alter do Chão	36 200	1 009	3 277	4 789	7 935
Avis	60 600	3 926	5 249	6 131	29 382
Fronteira	24 500	1 798	1 798	1 798	11 547
Monforte	42 000	2 280	2 280	2 280	19 257
Portalegre (0,6)	26 760	2 272	2 272	2 272	5 545
Sousel	27 900	1 866	1 866	1 866	15 114
Bacia do TEJO	682 220	40 690	44 470	46 990	217 524

2.2.3. Necessidades hídricas para os regadios, por bacia hidrográfica

Admitindo de novo os pressupostos de consumo de água pelas culturas que acima apresentámos e que resumimos numa necessidade global ponderada, para o Alentejo, de $8280 \text{ m}^3 \text{ ha}^{-1} \text{ ano}^{-1}$, aos quadros anteriores de áreas de regadio correspondem os seguintes, das respectivas necessidades hídricas.

Quadro 2.14
Bacia hidrográfica do MIRA

Concelho	Necessidades hídricas para regadio, hm ³ ano ⁻¹			
	actual	2015	2050	2080
Odemira	98,08	102,55	104,03	211,28
Ourique (0,5)	6,91	6,91	6,91	51,84
Almodôvar (0,4)	1,42	1,42	1,42	14,18
Bacia do MIRA	106,41	110,88	112,36	277,31

Quadro 2.15
Bacia hidrográfica do SADO

Concelho	Necessidades hídricas para regadio, hm ³ ano ⁻¹			
	actual	2015	2050	2080
Ourique (0,5)	6,91	6,91	6,91	51,84
Aljustrel	31,51	31,51	31,51	206,9
Beja (1/4)	102,11	102,8	103,04	172,23
Ferreira do Alent.	53,82	53,82	53,82	151,93
Alvito	3,08	3,08	3,08	64,1
Sines	2,3	2,3	2,3	87,25
Sant. Cacém	54,77	56,78	58,11	390,2
Grândola	30,64	30,64	30,64	167,12
Alcácer do Sal	70,48	70,48	70,48	514,1
Viana do Alent.	9,86	9,86	9,86	168,64
Portel (0,2)	10,09	10,09	10,09	103,01
V. Novas(1/3)	5,7	5,7	5,7	15,31
Mont.-o-Novo (0,6)	26,99	26,99	26,99	167,36
Bacia do SADO	408,26	408,96	409,19	2260,16

Quadro 2.16
Bacia hidrográfica do Sado, com água do GUADIANA

Concelho	Necessidades hídricas para regadio, hm ³ ano ⁻¹			
	actual	2015	2050	2080
Ajustrel	27,97	27,97	27,97	27,97
Alvito	83,62	83,62	83,62	83,62
Ferreira do Alent.	198,56	198,56	198,56	198,56
Viana do Alentejo	39,22	39,22	39,22	39,22
Alcácer do Sal	1,15	1,15	1,15	11,55
Sant. do Cacém	18,57	18,57	18,57	18,57
Total	369,10	369,10	369,10	379,50

Quadro 2.17
Bacia hidrográfica do GUADIANA

Concelho	Necessidades hídricas para regadio, hm ³ ano ⁻¹			
	actual	2015	2050	2080
Mourão	1,81	1,81	1,81	62,92
Barrancos	0,49	0,49	0,49	0,86
Moura	4,65	4,65	4,65	338,73
Serpa	11,81	11,81	11,81	368,76
Mértola	2,64	2,64	2,64	30,59
Alcoutim	6,52	6,52	6,52	10,89
Almodôvar (0,6)	2,14	2,14	2,14	21,27
Castro Verde	3,41	3,41	3,41	82,20
Beja (3/4)	306,32	308,41	309,11	516,71
Vidigueira	70,23	70,23	70,23	122,15
Cuba	73,44	73,44	73,44	97,60
Portel	12,60	12,60	12,60	128,76
Reguengos	16,19	16,19	16,19	156,88
Redondo	7,53	7,53	7,53	148,83
Alandroal	19,92	19,92	19,92	94,11
Borba	7,87	7,87	7,87	50,42
Évora	56,13	56,13	56,13	614,92
Vila Viçosa	7,19	7,19	7,19	42,53
Estremoz (0,3)	4,57	4,57	4,57	48,25
Elvas	63,90	63,90	63,90	282,80
Campo Maior	69,49	69,49	69,49	131,35
Arronches	9,35	9,35	9,35	111,53
Portalegre (0,4)	12,54	12,54	12,54	30,60
Bacia GUADIANA	770,74	772,84	773,53	3493,67

Quadro 2.18
Bacia hidrográfica do TEJO

Concelho	Necessidades hídricas para regadio, hm ³ ano ⁻¹			
	actual	2015	2050	2080
Castelo de Vide	5,69	5,69	5,69	19,07
Crato	9,79	11,35	12,40	74,19
Gavião	16,63	16,63	16,63	51,79
Marvão	10,33	10,33	10,33	19,19
Nisa	18,99	18,99	18,99	47,87
Ponte de Sor	62,78	62,78	62,78	280,00
Arraiolos	26,79	26,79	26,79	176,59
Estremoz (0,7)	10,67	10,67	10,67	112,58
Mont.-o-Novo (0,4)	26,99	26,99	26,99	167,36
Vdas. Novas (2/3)	11,39	11,39	11,39	30,61
Mora	27,98	27,98	27,98	86,75
Alfer do Chão	8,35	27,13	39,65	65,70
Avis	32,51	43,46	50,76	243,28
Fronteira	14,89	14,89	14,89	95,61
Monforte	18,88	18,88	18,88	159,45
Portalegre (0,6)	18,81	18,81	18,81	45,91
Sousel	15,45	15,45	15,45	125,14
Bacia do TEJO	336,91	368,21	389,08	1801,10

3. USOS NÃO AGRICOLAS DA ÁGUA

3.1. Usos Urbanos

A crescente concentração populacional que se verifica no Alentejo aliada a recursos hídricos mal distribuídos no espaço e no tempo origina, ciclicamente, graves dificuldades quantitativas no abastecimento de água aos principais núcleos urbanos.

As águas subterrâneas, apesar de serem, normalmente, geridas "ad hoc" pelas entidades autárquicas que nelas vêm, geralmente, uma simples opção transitória enquanto não chega a solução definitiva, apadrinhada pelo Poder Central, supostamente constituída pelos esquemas de aprovisionamento e distribuição baseados em águas superficiais, suprem actualmente mais de 70 % dos consumos para fins urbanos no Alentejo. Correia F. N. (1994) refere que a dependência do abastecimento doméstico e industrial em relação às águas subterrâneas é de 99 % na bacia do Tejo, 88 % na bacia do Sado, 73 % na bacia do Mira e 81 % na Bacia do Guadiana. A grande maioria dos municípios do Alentejo é abastecida com água de origem subterrânea, captada em nascentes, poços e furos. Em cerca de 50% dos concelhos a origem é mista. Apenas um concelho (Barrancos) possui abastecimento público baseado exclusivamente em águas superficiais.

Acrescente-se que sempre que ocorrem situações de seca prolongada em que muitas albufeiras ficam reduzidas a charcos sem expressão prática, são ainda as águas subterrâneas que, mediante acções voluntaristas e incontroladas por que emocionais, mais uma vez, são chamadas a resolver os problemas.

Noutros casos, não se verificando estrangulamentos ligados a quantidade, é a qualidade das águas subterrâneas que está ameaçada como resultado do acentuado crescimento das acções antrópicas e da ausência de uma prática efectiva de ordenamento do território que proteja os recursos hídricos subterrâneos.

Apesar da manifesta importância que as águas subterrâneas assumem para fins urbanos (e agricultura) os sistemas hidrogeológicos estão, geralmente, insuficientemente avaliados e mal geridos. Carvalho (1991) refere a título elucidativo, por exemplo, que em Ramos L. et al (1988), síntese dos recursos hídricos no Sul de Portugal da responsabilidade do Ministério do Planeamento e Administração do Território, há 20 páginas dedicadas aos recursos hídricos subterrâneos, menos de 5% do volume total! Este é um indicador inequívoco da distorção com que o problema da água tem sido visto no Sul de Portugal.

As necessidades de água para abastecimento doméstico e público no Alentejo foram avaliadas por Henriques (1985) da forma que se resume no quadro 3.1. Para aferir da validade das previsões efectuadas por Henriques, 1985, recorreremos aos resultados do censo de 1991 do Instituto Nacional de Estatística.

Quadro 3.1

Avaliação das necessidades estimadas para abastecimento urbano no Alentejo

Ano	Necessidades (hm ³)			
	Tejo 3	Sado	Mira	Guadiana
2000	69.1	28.0	0.5	31.3
2020	101.5	40.7	0.8	39.1

(Henriques, 1985)

Atendendo ao processo de concentração urbana que se verifica no Alentejo optamos por considerar uma capitação unitária para toda a população (o que dá origem a estimativas de consumo exageradas). Atribuímos consumos per capita de 150, 200 e 250 l/ano conforme se representa no quadro 3.2.

Quadro 3.2

Necessidades para consumos urbanos no Alentejo (hm³ ano⁻¹)

BACIA	Capitações (l hab ⁻¹ dia ⁻¹)			Henriques (1985)	
	150	200	250	Ano 2000	Ano 2020
Tejo 3	37.0	49.3	61.6	69.0	101.0
Sado	18.2	24.3	30.4	28.0	40.7
Mira	1.0	1.2	1.5	0.5	0.8
Guadiana	12.0	15.5	18.9	31.2	38.1

O Quadro 3.2 mostra que, considerando uma capitação média de 250 l/habitante/dia que deve ser entendida como exagerada por ser característica de núcleos urbanos fortemente desenvolvidos, os cenários apontados por Henriques, 1985: (i) parecem claramente exagerados para a bacia do Guadiana, (ii) poderão ser indicativos para o ano 2020 para as Bacias do Tejo 3 e Sado onde o processo de crescimento urbano vai, provavelmente continuar a manter-se e (iii) na generalidade correspondem a opções de crescimento de consumo

difícilmente suportáveis pelos ecossistemas². Considerando uma captação média de 200 l/habitante/dia, que se afigura desejável não ultrapassar por razões de conservação do recurso, melhor se destaca a ideia de que no horizonte do ano 2020, à excepção da bacia do Mira, os consumos admissíveis deverão ser claramente inferiores aos previstos em Henriques, G (1985).

A gestão as águas subterrâneas pode ser executada de forma equivalente à de uma albufeira, controlando disponibilidades e qualidade e, se necessário e conveniente conjugando vantagens e desvantagens em relação às águas superficiais mediante a promoção do chamado uso conjunto. Este terá em conta os papéis regulador e de transporte dos aquíferos.

O constrangimento principal à utilização adequada das águas subterrâneas no Alentejo para fins urbanos não reside somente na definição de origens, que praticamente estarão inventariadas embora não sistematizadas numa visão de conjunto. A dificuldade maior consiste na inexistência de acções concretas de gestão que terão de passar pelo conhecimento dos recursos renováveis a nível do aquífero ou campo de captação, da utilizabilidade das reservas permanentes e pela optimização e monitorização do sistema conjunto aquífero - dispositivos de captação, adução e distribuição.

Contrariamente a uma certa moda que privilegia a utilização quase exclusiva de águas superficiais, começa a erguer-se a voz de alguns autarcas e outros decisores que vivendo as angústias de um clima semiárido se apercebem das virtualidades dos aproveitamentos de águas subterrâneas e da importância da sua utilização controlada.

Dentro desta óptica são particularmente relevantes as vantagens invariavelmente associadas à utilização de águas subterrâneas para fins urbanos, nomeadamente a não necessidade de tratamento, a regularidade de caudais e de propriedades físico-químicas, uma vulnerabilidade à poluição muito baixa comparativamente com a das águas superficiais e, para muitas situações, uma ocorrência nas proximidades dos utilizadores dispensando assim complexos sistemas de distribuição. Por todas estas razões o custo das águas subterrâneas é, geralmente, mais baixo que o das águas superficiais. Adicionalmente poderá aduzir-se que as águas subterrâneas são recursos locais, não estando a sua utilização dependente da vontade política de outros e que a sua utilização criteriosa estimula o fomento de estratégias de conservação de recursos hídricos obrigatórias a curto/médio prazo no contexto geográfico em que o Alentejo se insere.

Em relação às sugestões de desenvolvimento naturalmente que terá de atender-se aos problemas de conflitos de utilização quantitativos e qualitativos e ao recurso a técnicas "novas", nomeadamente o uso conjunto águas subterrâneas - águas superficiais, a recarga

² Parece necessário perspectivar-se nas condições naturais ocorrentes no Alentejo uma utilização da água na óptica da conservação. Isto pressupõe consciencialização dos cidadãos, poupança, recurso a técnicas inovadoras no domínio da reutilização das águas usadas, entre outras, e uma prática efectiva de ordenamento e protecção das origens de água.

artificial, é a necessidade de práticas intensivas de conservação da água (eliminação de perdas nas redes, reutilização de águas usadas, disseminação de culturas adequadas).

A definição de Áreas de Protecção para as captações urbanas e sua implementação efectiva no contexto de uma política de ordenamento do território afigura-se tarefa inadiável.

Pode destacar-se dos aspectos atrás referidos que o problema da água para fins urbanos no Alentejo não é predominantemente um problema de escassez mas sim de mau uso.

3.2. Usos industriais e turísticos

Em relação às necessidades de água para usos industriais dispusemos das previsões de Henriques (1985) que apontam para os valores apresentados no Quadro 3.3.

Quadro 3.3

Necessidades de água para indústrias transformadoras	
Bacias	Necessidades (hm ³ /ano)
Tejo 3	106.5
Sado	96.1
Mira	0.0
Guadiana	16.6

Em relação aos usos turísticos destacamos as utilizações em piscinas e parques aquáticos, que consideramos incluídos nos consumos urbanos. Uma utilização turística para a qual se vislumbra alguma apetência entre certos investidores e responsáveis autárquicos ser a dos campos de golfe cujos consumos são relativamente importantes, ao nível das utilizações agrícolas mais exigentes. Uma implicação desta actividade humana pode ser importante poluição das águas superficiais e subterrâneas pelo que o eventual licenciamento destas actividades deve ser alvo de especial atenção.

No território do Alentejo existem recursos hidrominerais utilizados em duas oficinas de engarrafamento e quatro estabelecimentos termais. Trata-se de actividades com inegável peso na economia das localidades em que se situam. Para além desses locais existem emergências de água utilizadas à revelia dos órgãos de tutela em actividades termais. São, ainda conhecidas várias manifestações aproveitadas de forma artesanal umas e outras totalmente ao abandono, que mereceriam a execução de acções visando o seu desenvolvimento.

3.3. Caudais ecológicos

Uma correcta gestão dos recursos hídricos superficiais implica, para além do conhecimento da disponibilidades necessárias aos diferentes consumos, uma correcta avaliação do caudal mínimo ecológico. A existência deste caudal será o garante da manutenção dos processos biológicos fundamentais, evitando desequilíbrios de carácter mais ou menos irreversível no ecossistema que ponham em causa os padrões de qualidade da água para usos múltiplos. Definem-se assim categorias novas - caudais ambientais, ecológicos e de arrastamento- que se destinam fundamentalmente a condicionar o planeamento dos recursos hídricos e a sua utilização.

Entende-se por caudal ambiental o caudal mínimo necessário à diluição das cargas de macro e micropoluentes que inevitavelmente (significa que há caudais mínimos que é preciso manter mesmo que todos os efluentes gerados na bacia hidrográfica do rio estejam a ser tratados nos termos das Directivas em vigor. Esses mínimos podem ser particularmente significativos em estiagem) descarregam de fontes pontuais e difusas da bacia.

Entende-se por caudal ecológico o caudal mínimo que é necessário manter num corpo de água para assegurar a curto e longo prazo a conservação, protecção e funcionamento dos ecossistemas aquáticos naturais, a produção das espécies com interesse desportivo ou comercial e os aspectos estéticos da paisagem ou outros interesses científicos e culturais (Wesche & Rechar, 1980, Gordon et al., 1992, Henriques, 1993, Alves, 1993).

Entende-se por caudal de arrastamento ou de limpeza o caudal necessário ao transporte de materiais sólidos, nomeadamente finos e areias, em ordem à manutenção da estrutura e das características fisiográficas e geomorfológicas do leito do rio incluindo a sua embocadura (Reiser, 1989, Gordon et al., 1992, Bettencourt et al., 1994).

Com base em aproximações teóricas (Método de Tennant, Método do NGPRP) foram recentemente estabelecidos caudais ecológicos para o Guadiana (Henriques et al., 1994, 1995). Os resultados apresentam-se no quadro 3.4., podendo verificar-se que os caudais anuais variam entre 722 e 1851 Hm³/ano, à entrada em Portugal (Caia).

Desenvolveram-se no entanto no Guadiana, a partir de 1984, estudos tendentes a fornecer a um instrumento de previsão do impacto decorrente do barramento do rio ou de outras alterações do seu regime de caudais (Bettencourt et al., 1986). Esse método (IFIM- Instream Flow Incremental Methodology) que combina a simulação do habitat hidráulico com curvas de probabilidade de uso desenvolvidas para as diferentes classes etárias das populações de espécies indicadoras (Milhous et al., Stalnacker et al) foi aplicado ao conjunto de troço jusante de Barca de Moura ao Carvoeiro (Mértola). Fornece conseqüentemente uma base empírica muito mais sólida a partir da qual podem ser definidos caudais ecológicos, assumida a representatividade das espécies escolhidas (*Barbus microcephalus*, *Barbus*

Quadro 3.4.

Valores do caudal ecológico para o Rio Guadiana em Badajoz (regime natural)

Mês	Caudal modular (m ³ /s)	Caudal excedido 50% (m ³ /s)	Caudal ecológico do Método de Tennant (m ³ /s)			Caudal ecológico do NGPRP (m ³ /s)
			Bom	Muito Bom	Excelente	
Outubro	46.7	35.2	20.3	30.5	40.6	15.0
Novembro	63.4	53.0	20.3	30.5	40.6	24.8
Dezembro	148.7	99.2	20.3	30.5	40.6	56.6
Janeiro	169.0	128.9	20.3	30.5	40.6	128.9
Fevereiro	281.8	219.0	20.3	30.5	40.6	219.0
Março	261.5	137.8	20.3	30.5	40.6	137.8
Abril	108.7	76.6	40.6	50.8	61.0	49.0
Maio	79.6	65.1	40.6	50.8	61.0	41.0
Junho	31.1	27.5	31.1	31.1	31.1	16.5
Julho	13.8	12.6	13.8	13.8	13.8	7.6
Agosto	9.2	9.0	9.2	9.2	9.2	4.0
Setembro	7.1	14.7	17.1	17.1	17.1	4.2
Média	101.6	72.3	22.9	29.6	36.4	58.7
		72%	23%	29%	36%	58%

steindachneri e *Chondrostoma willkomni*) de entre as espécies mais importantes (*Barbus comiza*, *Barbus microcephalus*, *Barbus steindachneri*, *Lepomis gibosus*, *Cyprinus carpio*, *Chondrostoma willkomni*) para os troços levantados.

Os caudais e respectivas afluências encontram-se representados no quadro 3.5.

Quadro 3.5

Caudal ecológico em ano médio												
	Out	Nov	Dez	Jan	Fev	Mar	Abr	Mai	Jun	Jul	Ago	Set
Caudal (m ³ /s)	4.0	19.0	19.0	19.0	19.0	11.0	13.0	13.0	6.3	3.0	2.6	3.8
		a	a						a	a	a	a
		25.0	25.0						13.0	4.0	4.0	4.0
Afluência (hm ³)	11.0	49.0	51.0	49.0	46.0	30.0	34.0	35.0	16.0	8.0	8.0	10.0
		a	a						a	a	a	
		65.0	67.0						34.0	11.0	11.0	

Caudal ecológico em ano seco												
	Out	Nov	Dez	Jan	Fev	Mar	Abr	Mai	Jun	Jul	Ago	Set
Caudal (m ³ /s)	2.0	9.0	9.0	9.0	9.0	5.0	6.0	6.0	3.0	1.0	1.0	2.0
Afluência (hm ³)	5.0	23.0	24.0	24.0	23.0	13.0	16.0	16.0	8.0	3.0	3.0	5.0

Estes valores estarão muito próximos ou serão mesmo eventualmente inferiores aos caudais observados nas piores estiagens no Guadiana o que aparentemente reflecte a adaptação das suas espécies endémicas ao regime característico de cursos de água em região semi-árida. São em todo o caso sensivelmente inferiores aos valores obtidos nas aproximações teóricas inicialmente referidas.

Faz-se notar, no entanto, que em troça como o da Azenha do Lago (Brinches), importantíssima zona de desova do Baixo Guadiana, o método IFIM fornece dois óptimos sendo o segundo, em que se atribui um peso superior a espécies endémicas e épocas de postura, para caudais sensivelmente mais elevados que o acima referido, da ordem de 660 Hm³/ano (Bettencourt, 1994). Por outro lado, tem-se observado, durante a estiagem, a proliferação de espécies exóticas como a Perca Sol e o Chanchito em detrimento das espécies endémicas. Parece portanto razoável admitir que haverá limites à adopção de critérios de gestão a partir dos valores indicados acima no quadro.

Haverá por outro lado que incluir, neste capítulo, os caudais de arrastamento que foram no rio Guadiana admitidos como devendo ser os da cheia dos 1/5 anos, que equivale a 1400 Hm³ em 7,5 dias, de cinco em cinco anos, e dará em média um adicional de 280 Hm³/ano (Bettencourt, 1994).

No Guadiana aplicou-se a metodologia desenvolvida pelo Texas Department of Water Resources (Martín, 1987, Tung et al., 1990, TDWR, 1981-83) para obter caudais ecológicos no estuário. Esta metodologia basicamente associa séries relativas ao regime do rio (caudais

mensais e sazonais) com séries relativas Às capturas (anuais) de espécies comerciais que se tomam como indicadores do sistema. Esta associação assume a forma de correlações múltiplas sendo o conjunto de equações obtido otimizado por métodos de Programação Linear.

A série de caudais são as do Pulo do Lobo (1951-1989) e as das capturas das estatísticas de pesca (INE, 1943 a 1990). Os caudais otimizados à entrada do estuário do Guadiana são de cerca de 302 Hm³/mês no Inverno, 158 Hm³/mês na Primavera, 20 Hm³/mês no Verão e 91 Hm³/mês no Outono perfazendo um total de 1824 Hm³/ano o que excede claramente os valores obtidos acima pelo método do IFIM mas converge com as aplicações teóricas posteriores (Henriques et al., 1995).

Nas restantes bacias (Tejo-Sul, Sado e Mira), estudos desta natureza são praticamente inexistentes, estando-se actualmente a desenvolver um projecto de investigação científica na bacia do rio Sado. No âmbito deste projecto serão disponibilizados alguns resultados referentes ao caudal ecológico do rio Sado. De momento os dados existentes, com carácter preliminar apenas permitem indicar comunidades piscícolas bastante empobrecidas (Bernardo, 1994).

Refira-se, no entanto, que a reduzida expressão geográfica destes resultados é em larga medida consequência da diminuta informação disponível sobre a ictiofauna (distribuição e preferências ecológicas).

3.4. Caracterização das disponibilidades hidrogeológicas

Apesar da importância que as águas subterrâneas assumem na região verifica-se uma generalizada falta de conhecimentos sobre os aquíferos de extensão regional e sobre o comportamento no espaço e no tempo dos campos de captação existentes. Não tem sido possível fazer-se qualquer tipo de gestão dos sistemas quer pelos órgãos autárquicos quer pelo órgão de tutela, a não ser acorrer às situações críticas do momento.

De acordo com o critério do Instituto Geológico Mineiro e do Instituto da Água podem ser individualizados os seguintes sistemas aquíferos no Alentejo:

Tipo 1

Sistemas aquíferos constituídos por coberturas terciárias sub-horizontais, de natureza arenosa e/ou carbonatada com permeabilidade significativa, podendo constituir aquíferos multicamada

Formações terciárias de Alvalade - Ferreira do Alentejo

Miocénico de Alcácer do Sal - Pinheiro da Cruz

Bacia Terciária do Tejo e Sado (no limite Norte da Região)

Tipo 2

Sistemas aquíferos constituídos por formações carbonatadas e quartzíticas e outras formações com estas relacionadas hidraulicamente

- Bacia de Sines Santiago de Cacém
- Anticlinal de Alandroal - Estremoz e Cano
- Moura - Vila Verde de Ficalho
- Viana do Alentejo - Alvito
- Monforte - Alter do Chão
- Elvas - Vila Boim
- Castelo de Vide - Marvão

Tipo 3

Sistemas aquíferos associados a rochas eruptivas ácidas ou básicas, alteradas e fissuradas

- Gabros de Beja
- Gabros de Serpa
- etc

Tipo 4

Sistemas aquíferos instalados em rochas xistentas

A tipologia apresentada, para além de corresponder a uma ordenação lógica em termos de unidades espaciais e litológicas corresponde, ainda, a taxas decrescentes quanto a caudais expectáveis por captação isolada (de 100 a menos de 1 l/s). De certo modo, a sequência de cima para baixo corresponde, também, a um sentido crescente do risco geológico de insucesso e, por isso, do custo da água. Esta circunstância decorre do aumento do índice metros caudal (IMC), isto é, do número de metros que é necessário perfurar até ser obtido o caudal unitário de 1 l/s.

Está disponível a carta hidrogeológica à escala 1/200 000 da parte Sul do Alentejo incluindo a bacia do Mira e parte da do Sado e Guadiana. (Costa 1994). Este documento de síntese, excelente instrumento para o planeamento regional, mostra que os recursos disponíveis variam com a recarga e a capacidade de ingestão das rochas e podem alcançar de 2 a mais de 7 l/s/km², isto é, recargas de 63 a mais de 220 mm. Estes valores apontariam para disponibilidades de águas subterrâneas mais elevadas que as enunciadas no Quadro 1.3, o que reforça a ideia de que o aproveitamento de águas subterrâneas deve continuar a ser encarado como alternativa para abastecimentos de pequenas e médias povoações.

A dispersidade de valores entre o Quadro 1.3 e os números apresentados neste capítulo leva a concluir que se justifica, tendo em conta o potencial existente investir mais fortemente no conhecimento local das zonas de captação actuais e perspectivar outras.

As águas subterrâneas apresentam geralmente baixa vulnerabilidade à poluição e características físico-químicas e bacteriológicas que as tornam muito aptas para

abastecimento urbano. Evidentemente que no contexto alentejano há exceções o que não obsta a que devam ser destinadas primordialmente, no âmbito de uma política de ordenamento do território, para abastecimentos domésticos. Naturalmente que esta não é uma via cômoda pois pressupõe o respeito intransigente por práticas adequadas de uso do solo para defesa de aquíferos e áreas de captação.

4. QUALIDADE E PROTECÇÃO DOS RECURSOS HÍDRICOS NO ALENTEJO

4.1. Qualidade da água dos rios

4.1.1. Química

A questão da qualidade da água no rio Guadiana e, em particular a da qualidade da água afluyente à futura albufeira de Alqueva foi detalhadamente tratada em alguns trabalhos anteriores (Bettencourt & Novais, 1986, COVEPLAN/MEDSPA, 1993, EIIAEA, 1995)

Estes estudos foram precedidos da compilação e análise dos dados históricos disponíveis nomeadamente dos decorrentes da campanha de Setembro a Novembro de 1973 da DCP da DSS da ex- DGSH, dos dados da EDP obtidos entre 1976 e 1983, dos resultados da RENQA 1981-82, 1982-83, 1983-84 e dos dados espanhóis disponíveis.

No Estudo da Drena-EGF (Bettencourt & Novais, 1986) em particular foi estudada toda a bacia "directa" que drena para o Guadiana Português ou seja a bacia a jusante do sistema das grandes barragens espanholas, basicamente a jusante da confluência do Zujar com o Guadiana a até à confluência do Chança a jusante de Mértola. A correspondente rede hidrográfica foi hierarquizada (Shreve, 1967) e segmentada (Sharp, 1971) com vista à optimização da rede de monitorização resultando desta análise que o seu troço mais representativo ocorre na Juromenha.

Utilizaram-se, nesta fase, na caracterização da qualidade da água do Guadiana os índices de Ross e Bolton. Os resultados indicam para 1984-85 na generalidade um rio medianamente poluído que em todo o caso apresenta qualidade inferior (Bolton) nos troços da Juromenha e Barca de Moura, aparentemente em função das descargas localizadas de Badajoz e Moura.

Disponha-se já nesta altura de indicações que apontavam (EDP, DGSH) no sentido de se tratar esta de uma situação média mas não típica e que, em função da sua conhecida irregularidade interanual o Guadiana pode apresentar uma condição muito diferente em anos secos.

Esta antecipação vem confirmada no trabalho de Ribeiro da Costa e colaboradores (COVEPLAN/MEDSPA, 1993) verificando-se que, como se poderia esperar, a água do Guadiana atinge valores inferiores para aqueles índices, em ano seco agravando-se para

séries de anos secos como a que se verificou entre 1986 e 1993. Assim por exemplo o índice de Bolton (qualidade máxima WQI=100) passa de 53.02 na Juromenha em 1984-85 para 30.51 no troço um pouco a jusante do Monte da Vinha em 1993. A sobressaturação de 139% de OD combinada com um pH de 8.1 é ainda indicação clara de forte eutrofização.

Na avaliação das cargas poluentes seguiu-se no estudo de 1986 um conjunto diversificado de metodologias procurando complementar aproximações e obter valores fiáveis em diversas situações hidrológicas.

Assim as emissões a partir de fontuais pontuais foram estimadas em Portugal como em Espanha a partir do inventário das povoações principais e dos efectivos porcinos existentes a nível de freguesia. Procedeu-se ainda ao levantamento directo, concelho a concelho das unidades industriais existentes e eventual tratamento de efluentes.

A emissão total de BOD da bacia directa foi estimada em cerca de 80 ton/dia. Verificou-se que a emissão de fósforo era cerca de 2240 Kg/dia a montante do Caia e 880 kg/dia a jusante, o que corresponde a 74% da carga pontual gerada na bacia directa é gerada em território espanhol. Finalmente estimou-se que a carga de Azoto atingia valores próximos de 9800 kg/dia a montante e de 3850 kg/dia a jusante do Caia, sendo 75% do Azoto pontual a ser gerado na bacia espanhola.

Procedeu-se também neste trabalho à estimativa teórica de cargas de N e P resultantes de fontes difusas numa base anual.

Considerou-se a chamada bacia directa que inclui a bacia intermédia espanhola (entre Orellana e o Caia) e a bacia intermédia portuguesa (entre o Caia e a secção de Alqueva) num total de 18974 Km². As fontes difusas existentes a montante dos grandes armazenamentos espanhóis (Orellana, Garcia de Solla, Cijara e Zujar) são considerados neste trabalho em conjunto com as descargas pontuais de Orellana e Zujar.

Utilizaram-se tabelas de coeficientes de exportação de nutrientes, na selecção destes coeficientes é ainda levado em conta a taxa de aplicação de fertilizantes e os dados disponíveis sobre precipitação atmosférica (Bettencourt & Novais, Telat E7, DRENA-EGF, 1986, pp 32), ver quadros 4.1 e 4.2.

Quadro 4.1
Cargas de N provenientes de f. difusas (ton./ano)

USO DA TERRA	ÁREA (KM ²)	AZOTO (I)		AZOTO (II)	
		Taxa (Kg/Km ² /ano)	Carga	Taxa (Kg/Km ² /ano)	Carga
Florestal	1078,5	300	323,6	100	107,9
Agrícola	15919,3	500	7959,7	200	3183,9
Cáceres	1976	400	790,4	150	296,4
TOTAL			9074		3588
FONTES DIFUSAS					
B. ^{as} DE ORELLANA e	2000 Hm ³ x 770 ppb = 1540				1540
ZUJAR			4980		4980
FONTES PONTUAIS					
TOTAL ESTIMADO			15594		10908
TOTAL MÉDIO 1984-85			10 000		

Quadro 4.2
Cargas de P provenientes de f. difusas (ton./ano)

USO DA TERRA	RAST e LEE (1983)		
	ÁREA (KM ²)	TAXA (Kg/Km ² /ano)	CARGA (Ton./ano)
Florestal	1078,5	10	10,8
Agrícola	15919,3	50	796,0
Cáceres	1976	30	59,3
TOTAL FONTES DIFUSAS			866
B. ^{as} DE ORELLANA e ZUJAR		2000 hm ³ x 63 ppb = 126	
FONTES PONTUAIS			1139
TOTAL ESTIMADO			2131
TOTAL MÉDIO 1984-85			1870

As cargas totais de Azoto total, Fósforo total, Caudal Sólido e BOD5 foram estimadas, no Guadiana, a partir dos dados disponíveis pelo método dos intervalos de fluxo (Baker & Kramer, 1973; Portefield, 1972) de acordo com a metodologia de Verhoff 1980, Yaksich e Verhoff, 1983). Em complemento a carga orgânica (BOD5), o Azoto Total e o Nitrato foram ainda estimados pelo Método de Beale (1975), ver quadro 4.3.

Quadro 4.3
Cargas totais anuais (Ton./ano)

	Ano Seco (1980-81)	Ano Médio (1984-85)	Ano Húmido (1978-79)
Sólidos em suspensão	4.425	492.587	1.432.840
BOD ₅	1.476	9.814*	22.723
Azoto	1.435	9.516**	24.670
		9.989	
		10.061*	
Fósforo	66	1.870	5.056
Caudal anual (Hm ³)	252	4.135	11.826

* - Obtido pelo método de Beale s/ valores interpolados

** - Obtido pelo método de Beale c/ valores interpolados

Da comparação destes valores resulta que a contribuição em N e P das fontes pontuais (e portanto também das fontes difusas) será "grosso modo" equivalente a metade das cargas totais. A análise de curvas concentração/caudal para carga orgânica (BOD5), Fosfato (P-PO₄) e Azoto Total é coerente com esta asserção (Bettencourt & Novais, 1986)

Estas estimativas estarão em parte desatualizadas. Não tendo no entanto sido refeitas para mesma bacia nos estudos mais recentes (COVEPLAN/ MEDSPA, 1993, EIIAEA, 1995) mantêm-se como a estimativa mais próxima da realidade, pecando provavelmente por defeito.

O rio Mira e seus afluentes foram estudados no âmbito do PDM de Odemira (Bettencourt & Matos, 1988). Os resultados da campanha de caracterização das águas de superfície a que se procedeu (Ribeiras de Campilhas, Corgo de Porto de Mò, do Torgal, de Ceixe, de Madeira, de Luzianes e de Telheiras e ao Rio Mira a jusante da Barragem de Santa Clara) incluem D. Secchi, Temperatura, pH, OD, SS, NO₃, NO₂, NH₄, PO₄, P total e velocidade. A aplicação do índice Bolton aos dados disponíveis resulta em níveis de qualidade

bastante altos - 0,93 a 0,95 para o Rio Mira - como se pode observar por sua vez no quadro 4.4.

Quadro 4.4.
Índice de Bolton do Rio Mira e afluentes

	A	B	C	D	E	F	G	H
1ª Aproximação	0.85	1.00	0.98	0.95	0.91	0.98	0.91	0.93
2ª Aproximação	0.87	1.00	0.99	0.96	0.91	0.98	0.93	0.95

4.1.2. Fitoplâncton

O estudo e conhecimento das comunidades fitoplanctónicas reveste-se de particular interesse para fundamentar uma coerente política de gestão da águas superficiais. O aumento da concentração dos nutrientes (eutrofização) conduz a um acentuado desenvolvimento do fitoplâncton, que se reflecte na qualidade da água e na subsequente restrição dos respectivos usos. Este facto assume uma particular gravidade se as condições ecológicas forem propícias à proliferação de florescências de cianobactérias, podendo ser produzidas toxinas que constituem risco para a saúde pública.

Apenas na bacia hidrográfica do rio Guadiana são conhecidos estudos sobre a variação sazonal e estrutura funcional do fitoplâncton (Oliveira, 1985,1991; Drena/Egf, 1985; Andrade e Brito, 1994. Cortes *et al.*, 199), tendo-se verificado que a sua estrutura funcional e taxonómica é largamente condicionada pelo caudal

Nos anos de maior caudal (1984-85), as comunidades de Inverno são dominadas pelas Centrales, sucedendo-se a dominância de Bacilariófitas na Primavera. No Verão dominam as Clorófitas, para se registar de novo uma tendência para a dominância de Bacilariófitas no Outono. (Cortes *et. al.*, 1995)

Nos anos menos pluviosos, com a atenuação do caudal superficial, assiste-se a uma dominância invernal de Centrales e Chlorococcales, iniciando-se na Primavera as florescências de Cianobactérias que se podem estender e acentuar até ao Outono, consoante a intensidade das chuvas (Cortes *et. al.*, 1995).

Verifica-se, deste modo, um maior risco de proliferação de cianobactérias nos anos de menor caudal. Facto que assume particular importância na medida em que a maior parte das espécies presentes (*Aphanizomenon flos-aquae*, *Microcystis aeruginosa*, *Pseudoanabaena catenata*, *oscillatoria limnetica* e *Anabaena flos-aquae*) têm estirpes produtoras de neurotoxinas e hepatotoxinas cuja ingestão consiste um risco grave para a saúde pública, provocando

locais, situados preferencialmente nas cabeceiras dos afluentes com menos actividade antropogénica, se detectou água ligeiramente contaminada.

No que se refere ao Guadiana, é de salientar a influência determinante que tem a existência de caudal para a manutenção da qualidade biológica da água. Um trabalho efectuado em 1993 (Pinto & Fernandes, 1994) mostrou o efeito positivo da abertura de uma barragem espanhola sobre a qualidade da água do rio Guadiana. A abertura efectuada em Julho corresponderam valores mais elevados da qualidade da água no Verão comparativamente à Primavera. Facto que é uma clara inversão do padrão normal de funcionamento deste tipo de ecossistemas (Pinto, 1988). De salientar que a progressiva diminuição de caudal que se tem vindo a assistir no rio Guadiana se apresenta como a principal causa da degradação verificada da qualidade biológica da água (Fontoura, 1984; Pinto e Fernandes, 1995; Cortes *et. al.*, 1995).

4.2. Qualidade da água nas albufeiras

4.2.1. Química

As principais características limnológicas das barragens do Alentejo encontram-se resumidas no quadro 4.5., de acordo com a classificação da OCDE.

Os parâmetros limnológicos observados e simulados pela metodologia da OCDE-NAS para a Barragem da Santa Clara nas hipóteses alternativas do Fósforo ou do Azoto como factor limitante, indicam que a Barragem de Santa Clara se encontra numa situação de mesotrofia para eutrofia (Bettencourt & Mtaos, 1988).

No que se refere à barragem do Maranhão dispõe-se do trabalho de Henriques (1989) que estudou entre 1979 e 1986 a variabilidade sazonal e espacial dos factores físicos e químicos que regulam a troca de nutrientes particularmente o fósforo. Avaliou a importância relativa das cargas interna e externa e comparou o seu impacto na produção primária fitoplanctónica.

A albufeira é a maior reserva de água do Alto Alentejo. Recebe as descargas de 3700 habitantes (Avis, Benavila e Seda) e ainda de indústrias de laticínios e derivados de tomate. Blooms fitoplanctónicos de *Micricystis aeruginosa* (Oliveira, 1984), desoxigenação da coluna de água e morte de peixes.



Quadro 4.5
Características limnológicas das albufeiras do Alentejo

Barragem	Fósforo Total	Azoto Total	Clorofila a	Máximo de Clorofila	D. Scchi	Referências
Maranhão	eutrófica	mesotrófica/ eutrófica	mesotrófica	mesotrófica	eutrófica	Henriques, 1969
Montargil	eutrófica/ mesotrófica	oligotrófica/ eutrófica	mesotrófica/ eutrófica	mesotrófica/ eutrófica	eutrófica	Cabeçadas, 1968
Divor	*	*	*	*	*	T Monteiro, 1984
Monte Novo	*	*	*	*	*	
Roxo	*	*	*	*	*	
Pego do Altar	*	oligotrófica ?	oligotrófica/ mesotrófica	oligotrófica/ mesotrófica	eutrófica	Coutinho, 1990
Monte da Rocha	*	*	*	*	*	
Vale do Gaio	*	*	*	*	*	
Odivelas	*	*	*	*	*	
Caia	*	*	*	*	*	
Campilhas	*	*	*	*	*	

* - Dados recolhidos não suficientes para aplicar a classificação da OCDE

4.2.2. Fitoplâncton

Os valores referentes à produtividade e grupos dominantes do fitoplâncton apresentam-se resumidos no quadro 4.6. (Oliveira, 1984). Estes valores reportam-se fundamentalmente a colheitas efectuadas entre 1972 e 1975. Estudos posteriores vieram a mostrar alguma alteração (Oliveira e Monteiro, 1993). O clima, a estrutura funcional e as actividades humanas propiciam que o envelhecimento destas massas de água seja acompanhado por uma tendência para a eutrofização. Como consequência desenvolvem-se grandes massas de fitoplâncton.

Verificam-se assim graves problemas no que respeita ao tratamento de água para abastecimento público, uma vez serem necessários investimentos mais avultados para flocular e retirar as elevadas cargas orgânicas existentes. Acresce ainda o facto de aparecerem com alguma frequência florescência de cianobactérias potencialmente emissoras de toxinas (ver capítulo 4.1.1.).

Quadro 4.6
Produtividade nas albufeiras do Alentejo

Produtividade	Albufeiras	Grupos dominantes	Densidades
Produtividade Baixa	Montargil, Monte da Rocha, Odivelas, Arado, Santa Clara, Cala e Campilhas	Clorófitas e Bacilariófitas	2×10^5 cel./litro
Produtividade Média	Roxo, Pego do Altar e Divor	Cianobactérias dominantes ou subdominantes no Verão e no Outono	2 a 9×10^5 cel./litro
Produtividade Alta	Magos, Maranhão, Póvoa e Meada e Vale do Gao	Forte dominância de cianobactérias acompanhadas de clorófitas	20×10^6 a 275×10^6 cel./litro

Torna-se deste modo necessário melhorar a qualidade de águas das albufeiras actuando ao nível de limitação da entrada de nutrientes não só pela adequação conveniente das práticas agrícolas, como também pela criação e implementação de zonas de protecção com flora diversificada natural que terá por função retirar parte dos nutrientes das escorrências. Estas medidas poderão ter mais eficácia se forem implementadas políticas de gestão e acções de biomanipulação devidamente adequadas, sendo para tal necessários estudos de caracterização do funcionamento específico de cada massa de água. Entre as medidas de biomanipulação podem-se referir acções tendentes a eliminar os peixes planctoníferos (por pesca selectiva ou introdução de peixes carnívoros), por forma a permitir a proliferação de herbívoros zooplactónicos, permitindo um melhor controlo de Bioassa de fitoplâncton (Monteiro, 1987; Rosário, 1987).

4.3. Comunidades bióticas

4.3.1. Biótopos classificados

De entre as comunidades biológicas que se encontram claramente dependentes das disponibilidades hídricas, as zonas húmidas constituem locais de especial interesse ambiental protegidos por resoluções e directivas internacionais. A sua principal importância, para além dos valores paisagísticos inerentes, situa-se ao nível da manutenção da diversidade biológica

e genética, e na possibilidade efectiva de serem zonas preferenciais de reprodução e "nursery" de várias espécies animais.

Actualmente apenas 2% da superfície sólida do planeta se encontra coberta por zonas húmidas, estando muitas delas claramente degradadas pela actividade humana. Este contexto justifica, assim, a particular importância que estes locais devem desempenhar na gestão dos recursos hídricos.

No quadro 4.1 encontram-se indicados os principais biótopos classificados da região Alentejo (Farinha e Trindade, 1994).

Quadro 4.1

Principais biótopos classificados da região Alentejo

TEJO SUL	Açude da Agolada	Biótopo Corine C21500190
	Albufeira de Montargil	Biótopo Corine C21400191
	Açude do Monte da Barca	Biótopo Corine C21500189
	Paul de Trejoito	Biótopo Corine C21500098
	Ribeira de Niza	Biótopo Corine C22200188
	Albufeira do Divor	Biótopo Corine C22300192
SADO	Ribeira de Alcáçovas	Biótopo Corine C22300278
	Ribeira de S. Cristovão	Biótopo Corine C22100179
	Albufeira de Odivelas	Biótopo Corine C22400187
	Albufeira do Monte da Rocha	Biótopo Corine C22300193
GUADIANA	Açude da Murta	Biótopo Corine C22100066
	Albufeira do Caia	Biótopo Corine C22200183
	Moinho da Fazenda	Biótopo Corine C22400165
	Moinho da Abóbada	Biótopo Corine C22300068
	Foz do Vascão	Biótopo Corine C22400167

De acordo com a fonte citada, os principais causas destes ecossistemas resultam da pesca e caça furtiva associada à introdução de espécies vegetais exóticas. Apenas num número reduzido os factores de perturbação apontados estão associados às disponibilidades hídricas: Açude da Murta e Açude da Agolada que se encontram sujeitos bombagem e drenagem, respectivamente; Açude da Barca e Paul do Trejoito com evidentes sinais de poluição química derivada da actividade agrícola.

Sallente-se, no entanto, que os últimos anos de seca que se têm verificado, ao diminuírem a quantidade de água disponível podem vir a ser fortes constrangimentos ecológicos destas zonas húmidas.

4.3.2. Comunidades macrofíticas

São conhecidos trabalhos para as bacias do Guadiana, Sado e margem esquerda do Tejo. Deles ressalta um acentuado estado de degradação das comunidades de macrófitos associados ao sistema hidrográfico do rio Sado, como consequência fundamental da actividade humana (Ferreira e Aguiar, 1994). A diversidade é reduzida por habitat, com

existência de um pequeno número de espécies claramente aquáticas e mesmo de espécies associadas ao sistema lótico. Apenas nas cabeceiras Nordeste (ribeiras de Alcáçovas, Valverde, Odivelas e S. Cristóvão), os troços médios das ribeiras de Campilhas, S. Domingos e Figueira e o alto Sado apresentam algum interesse em termos de conservação.

A bacia do Guadiana, devido às suas próprias características topográficas não é, em muitos troços favorável à proliferação de macrófitos. No entanto, podem-se detectar zonas que se encontram bastante adulteradas como consequência da actividade humana (agricultura, intervenções no leito, assoreamento por materiais orgânicos e poluição difusa), caso do troço principal do Guadiana até Mourão e de alguns dos seus afluentes (Caia, Lucefecit, Albarrache Ardila e parte do Degebe). Existem, contudo, outros troços em que o coberto vegetal apresenta alguma densidade como seja o Guadiana em Mourão, Pedrogão e a jusante do Pulo do Lobo, e parte do rio Degebe.

No Tejo Sul apenas a bacia do Sorraia mereceu uma particular atenção em termos de investigação (Ferreira, 1992; Ferreira, 1994), verificando-se a existência de bastantes zonas degradadas do ponto de vista ambiental, nomeadamente associadas a linearizações, desarbonização, pisoteio e actividade agrícola.

4.3.3. *Ictiofauna*

As características temporárias dos cursos de água a Sul do Tejo tem vindo a criar uma crescente necessidade de construção de barragens com o objectivo de criar reservas estratégica para fazer face às necessidades de consumo, com incidência especial nos usos hidroagrícolas. Estes empreendimentos vão criar alterações acentuadas dos ecossistemas locais com evidentes reflexos sobre a ictiofauna, nomeadamente no que respeita quer, ao estabelecimento de barreiras impeditivas da passagem de peixes migradores, quer à criação de massas de água com carácter permanente que contrastam com as características temporárias da generalidade dos cursos de água a Sul do Tejo.

No quadro 4.2 apresenta-se um resumo dos dados quantitativos conhecidos sobre a ictiofauna das albufeiras do Sul de Portugal (adap. Ferreira e Godinho, 1994).

Quadro 4.2
ictiofauna das albufeiras do Sul de Portugal

ALBUFEIRA	ESPÈCIES	DOMINANTE	BIOMASSA	EXÓTICAS
Vale do Gaio	carpa, barbo, boga, achigã, pimpão, escaio, perca sol	carpa, barbo, perca sol	200 Kg/ha	91%
Pego do Altar	carpa, barbo, boga, achigã, enguia	carpa, barbo, boga	155 Kg/ha	83,9%
Maranhão	carpa, barbo, boga, ruivaca, achigã, perca sol	carpa, boga, ruivaca	424 Kg/ha	48,9%
Montargil	perca sol	perca sol	336 Kg/ha	100%
Divor	carpa, achigã, perca sol, verdemã	perca sol	591 Kg/ha	99,9%
Tapada Pequena	carpa, achigã, pimpão, perca sol, verdemã, chinchito	achigã, perca sol	-	-
Pinhais	carpa, achigã	carpa, achigã	66 Kg/ha	100%
Picão	carpa, achigã	carpa	-	100%

Segundo Ferreira e Godinho (1994), ressalta destes estudos quantitativos a existência nesta albufeiras de comunidades pouco estruturadas, frequentemente dominadas por populações envelhecidas, de baixo crescimento e com clara dominância de espécies exóticas. Esta situação, segundo os mesmos autores pode resultar da inopacidade dos habitats existentes, nomeadamente no que se refere à existência de zonas litorais pouco estruturadas (declivosas, lexiviadas, sem vegetação marginal e sem abrigos para os estádios juvenis), à baixa qualidade da água e às relações intra e interespecíficas estabelecidas. Assim, uma conveniente adequação das práticas agrícolas das bacias envolventes das barragens a fim de evitar escorrências de nutrientes, como também a criação de margens pouco declivosas e diversificadas, poderão ter reflexos sobre a qualidade da água e as condições de crescimento e reprodução dos peixes.

Uma gestão e conhecimento adequado dos stocks presentes seria outra actuação que poderia melhorar a estrutura das comunidades, permitindo uma rentabilidade sustentada deste recurso. Torna-se, no entanto necessário um melhor conhecimento da biologia e ecologia das espécies envolvidas.

Regista-se, no entanto que estes estudos cobrem apenas uma pequena fracção das 37 albufeiras públicas existentes no Sul de Portugal (MARN, 1991).

O quadro 4.3 apresenta um resumo da espécies piscícolas com maior interesse ambiental existentes no Alentejo e que merecem um estatuto de protecção especial recomendado por normas e directivas internacionais.

Quadro 4.3

espécies piscícolas com maior interesse ambiental existentes no Alentejo

espécie	distribuição	situação	factores de ameaça	medidas de conservação
<i>Lampetra fluviatilis</i> (lampreia de rio)	Rio Sorraia (Tejo Sul)	raro	barragens e extracção de inertes	protecção das rotas migratórias
<i>Acipenser sturio</i> (esturção)	Guadiana	em perigo	barragens, poluição e destruição de locais de desova	recuperação do habitat
<i>Anaecypris hispanica</i> (saramugo)	afluentes do Guadiana (endémico)	em perigo	extracção de inertes, captações de água e barragens	criação de reservas integrals e repopoamento
<i>Barbus comiza</i> (cumba)	Tejo e Guadiana (endémico)	raro	extracção de inertes, poluição e sobrepesca	regulamentação mais estrita da pesca
<i>Barbus microcephalus</i> (barbo de cabeça pequena)	Guadiana (endémico)	raro	extracção de inertes, poluição e sobrepesca	regulamentação mais estrita da pesca
<i>Barbus scaieri</i> (barbo do Sul)	Mira (endémico)	raro	extracção de inertes, poluição e sobrepesca	criação de reservas integrals
<i>Barbus steindachneri</i> (barbo steindachner)	Tejo e Guadiana (endémico)	raro	extracção de inertes, poluição e sobrepesca	regulamentação estrita da pesca
<i>Chondrostoma lemmingii</i> (boga de boca arqueada)	Tejo e Guadiana (endémico)	raro	extracção de inertes, captações de água, fragmentação do habitat e pressão de espécies exóticas	criação de zonas de abrigo
<i>Chondrostoma wilkamsii</i> (boga do Guadiana)	Guadiana (endémico)	raro	sobrepesca e captura por artes ilegais	criação de zonas de abrigo e fiscalização da pesca na época de reprodução
<i>Blennius fluviatilis</i> (caboz de água doce)	Guadiana (endémico)	vulnerável	extracção de inertes e captação de água	criação de zonas de abrigo

(adap. Magalhães e Rogado, 1991)

Estes resultados evidenciam um particular interesse do rio Guadiana em termos zoogeográficos, onde é conhecido um apreciável número de endemismos considerados raros, vulneráveis ou mesmo em situação de perigo de extinção. De salientar que o esturção e o Saramugo consideradas como espécies em perigo, não foram inventariadas nos estudos mais recentes (SEIA, 1995), o que poderá eventualmente indicar um depauperamento do património biológico. No entanto, o mesmo estudo indica que a estrutura das comunidades piscícolas presentes se encontra bem estruturada e dentro dos padrões que seriam de esperar para o rio Guadiana.

4.4. Impactes nas águas subterrâneas

3

Praticamente todas as actividades humanas dão origem a impactes quantitativos e qualitativos sobre as águas subterrâneas. Referir-se-á, quando se abordar a questão da protecção das águas subterrâneas que não tem sido tomadas medidas de ordenamento tendentes a preservar a qualidade da água subterrânea no Alentejo. As águas minerais gozam de estatuto especial pelo que, nalguns casos, estão definidas áreas de protecção, embora de eficácia prática muito limitada.

Os principais impactes da utilização dos recursos hídricos do Alentejo são determinados pela utilização exagerada de adubos químicos na agricultura, pela descarga de efluentes agro-pecuários sobre o solo ou linhas de água, pelas descargas de águas residuais urbanas não tratadas ou com tratamento deficiente e pelas águas de algumas indústrias, constituindo as águas ruças de lagares de azeite mais de 60% do total da contaminação provocada pela indústria na parte portuguesa da bacia do rio Guadiana (Tangarrinha, 1994).

O problema mais difícil de controlar é a contaminação difusa provocada pela agricultura, a qual só poderá ser evitada através de uma grande sensibilização de todos os agentes a ela ligados. Daqui resultam valores de nitratos que podem atingir localmente 200 mg/l (o valor máximo admissível é de 50 mg/l). Valores superiores são comuns em poços e furos que abastecem algumas populações mais isoladas nas regiões de Évora e Mértola, podendo deduzir-se situação idêntica nas restantes zonas com produção agro-pecuária no Alentejo.

Contaminação importante provem também da lixiviação de metais pesados nas escombrelas de minas abandonadas, nomeadamente as que exploravam inicialmente pirite. A maior parte destas minas estão situadas sobre rochas de baixa permeabilidade, pelo que a contaminação se restringe às imediações das linhas de água onde as águas ácidas resultantes, com a sua composição rica em metais pesados (cobre, chumbo, zinco e muitos outros) escorrem até às linhas de água principais.

Outro factor de risco é a utilização para abastecimento humano ou para rega de águas salobras, caso de algumas áreas do Baixo Alentejo e da Serra Algarvia. Esta salinização de origem natural nas águas subterrâneas desta área, para além de causar problemas de saúde à população, contribui para o aumento da salinidade dos solos, os quais se vão tomando improdutivos com o tempo.

³ Colaboração dos Drs. Carlos Cupeto e António Chambel Pedro, do Departamento de Geociências da UEv.

Outro factor de risco é, ainda, a sobre-exploração das águas subterrâneas que pode levar à exaustão dos recursos, uma vez ultrapassado o limite razoável da exploração apenas dos recursos renováveis, ou seja, uma exploração que esteja limitada nos valores de infiltração definidos para essas zonas e que depende obviamente da precipitação e da permeabilidade das rochas.

Nas zonas costeiras da bacia do Sado há que referir o risco ligado à frente salgada, invasão marinha que surge na dependência de mau uso da água subterrânea em aquíferos costeiros. Não está provado que esta situação ocorra inequivocamente na zona industrial da Mitrena mas, pelo menos, ocorrem variações de composição química conotados com a sobre-exploração do sistema.

4.5. Protecção das águas subterrâneas

O conjunto de problemas ambientais associados ao crescente aumento das concentrações dos contaminantes presentes nos solos, água superficial e ar fazem da maior protecção natural que as águas subterrâneas têm uma das suas grandes vantagens estratégicas. Por isso na última década a questão da qualidade da água e a sua preservação assumiu particular importância.

Em todo o mundo as águas subterrâneas assumem cada vez mais, devido às suas boas características qualitativas, uma importância fundamental na gestão dos recursos hídricos.

A experiência actual da situação de seca no país e em particular no Alentejo vem, na prática, demonstrar o que alguns responsáveis teimam em não aceitar: a água subterrânea pode constituir-se como importante arma de luta contra a seca. Como qualquer outra, esta "arma" também tem regras de utilização indispensáveis ao seu bom uso. Ora, é precisamente a protecção das águas subterrâneas um dos principais procedimentos. Naturalmente que é em situação de seca, como a presente, que o rigor de actuação face à gestão da quantidade - qualidade das águas subterrâneas se torna uma exigência fundamental.

Contranamente a esta realidade e face aos problemas de disponibilidade de água com qualidade tem-se ignorado os mais elementares princípios e regras de boa conduta técnica. A boa capacidade de preservação da qualidade das águas subterrâneas face aos contaminantes tem jogado a favor de uma ampla despreocupação sobre os riscos de contaminação das águas subterrâneas.

Basicamente a política de protecção das águas subterrâneas do Alentejo deve assentar na interacção entre: a carga contaminante (pontual ou difusa; accidental, periódica ou permanente) como resultado de uma acção antrópica e a vulnerabilidade do aquífero,

³ Colaboração dos Drs. Carlos Cupeto e António Chambel Pedro, do Departamento de Geociências da UEv.

entendida como a maior ou menor susceptibilidade à contaminação do material rochoso a um evento contaminador (Foster, 1987).

Na prática para além do rastreio rigoroso dos potenciais contaminantes usados nas diferentes actividades e usos do território assume particular importância o estudo e a atenção na zona não saturada uma vez que esta representa a primeira e mais importante defesa natural contra a contaminação das águas subterrâneas, e também do solo já que o conjunto das suas propriedades físicas, químicas e biológicas fazem do solo um sistema chave que actua como um reactor complexo capaz de realizar funções de filtração, decomposição, neutralização ou inactivação, armazenamento e regulação da concentração ou dissolução e de mobilidade de um grande numero de substâncias (Macias, 1993).

Como já se disse, no Alentejo a maior parte dos problemas de contaminação da água estão relacionados com as actividades agro-pecuárias, pelas cargas de nutrientes poluentes que daí advêm, nomeadamente azoto e fósforo.

De qualquer forma não é de excluir a atenção que deve merecer a contaminação por metais, até hoje ignorada no Alentejo, nomeadamente a partir da combustão de resíduos urbanos "enriquecidos" por outros (industriais e.g.) que ocorre indiscriminadamente em lixeiras selvagens espalhadas por toda a região alentejana. Neste aspecto situações particularmente escandalosas são as lixeiras situadas em áreas de grande vulnerabilidade como são os casos de Estremoz, Borba e Vila Viçosa.

O impacte por actividades mineiras está também presente por todo o Alentejo. Existem imensas minas e pedreiras abandonadas, das mais variadas dimensões e natureza de materiais. Muitas mineralizações são expostas ao ar e água pela extracção de rochas ornamentais que como se sabe tem significativa expressão no Alentejo.

Os efluentes urbanos não tratados são outra constante do Alentejo que evidentemente constitui uma forte carga poluente que associa às outras já referidas aponta para toda a região como uma vasta área com carga poluente significativa. A confirmar este diagnóstico está a qualidade da água presente nas albufeiras, rios e também já nalguns aquíferos.

Se não forem tomadas medidas imediatas para protecção das águas subterrâneas estas muito em breve verão, na generalidade, a sua qualidade comprometida para muitas utilizações. Assim sendo, em todas as captações de interesse público deverá ser feita a demarcação do Perimetro de Protecção que sugerirá a restrição de actividades e as normas de utilização.

Em particular os aquíferos do Tipo 1 e 2, pelas suas características hidrogeológicas, pela sua importância local e regional e pela sua vulnerabilidade, devem ser considerados como de actuação prioritária. Esta recomendação decorre de algumas situações próprias de cada aquífero como é a interface água doce - água salgada nos aquíferos costeiros ou a existência de actividades com significativas implicações no ciclo da água como são as agro-pecuárias ou industriais (Estremoz - Borba - Vila Viçosa ou Sines - Santiago do Cacém).

A protecção das águas subterrâneas é conseguida à custa de medidas de ordenamento do território de molde a impedir que a zona de captação, o aquífero, e no limite a zona de recarga, estejam a salvo de acções antrópicas que possam comprometer a qualidade química e bacteriológica da água tendo em conta as utilizações. O único caminho é a definição de Áreas de Protecção às captações (e a sua prática efectiva) e o cumprimento escrupuloso das regras da arte no que concerne à execução de captações e gestão de sistemas de captação. É do conhecimento geral que não estão demarcadas Áreas de Protecção às captações e que as práticas de exploração e gestão de recursos hídricos subterrâneos são feitas, geralmente, ao mais baixo nível técnico.

As medidas de protecção têm a ver com a vulnerabilidade e com os riscos de contaminação existentes ou potenciais.

A vulnerabilidade dos aquíferos de Portugal foi inventariada por Lobo-Ferreira & Oliveira (1993) à escala 1/1 000 000. Foi utilizado o critério DRASTIC, metodologia desenvolvida nos Estados Unidos da América em 1987 e cuja aplicação na Europa tem sido olhada com alguma desconfiança por alguns sectores. Seja como for, o mérito desta avaliação é ter correspondido à utilização de uma metodologia uniforme para todo o território. No que respeita ao Alentejo vamos utilizar esta informação com a ressalva de que sendo uma avaliação à escala regional se integra bem no âmbito deste relatório mas não pode ter em conta situações de pormenor.

No Alentejo a vulnerabilidade (incluindo a vulnerabilidade aos pesticidas) pelo critério Drastic pode ser classificada entre baixa e média - elevada na maior parte do território. Em escassas manchas, que geralmente correspondem aos aquíferos calcáreos, a vulnerabilidade é muito elevada.

Não é conhecido com suficiente detalhe o nível de contaminação por fertilizantes, herbicidas e pesticidas nas águas subterrâneas do Alentejo. Por outro lado, como já foi referido, o nível de contaminação por nitratos é alto nalgumas captações públicas sendo conhecidos casos em que os valores ultrapassam os limites admissíveis.

4.6. Drenagem e conservação do solo

5

A insuficiente infiltrabilidade do solo, a fraca espessura efectiva deste e a existência de impermees estruturais no perfil ocorrem em grande parte dos solos do Alentejo nos regadios existentes e na área de influência do empreendimento de Alqueva. Estas são razões porque ocorrem nesses solos, durante o inverno, excessos de água à superfície e/ou toalhas freáticas suspensas, temporárias, com incidência negativa na erosão do solo, na estrutura, no arejamento, na fertilidade do solo e na operabilidade e traficabilidade requeridas para a sementeira e granjeios das culturas de primavera e verão; pelas mesmas razões, nos solos acima referidos podem igualmente acontecer situações de excesso de água durante a época de rega, devido aos inevitáveis excessos de dotação.

Por outro lado, a má qualidade da água de rega por excesso de salinidade, como pode acontecer nas águas provenientes do Guadiana, vai exigir a instalação de sistemas de drenagem capazes de permitir o processo de lavagem que em muitas situações será requerido para utilização sustentável da terra. A possível utilização na rega de água de má qualidade dá, assim, relevância à instalação de sistemas de drenagem associados aos regadios do empreendimento de Alqueva, quer em barros, quer em solos argiluvitados mediterrâneos. Deverão ser respeitados níveis máximos de salinidade do solo; terão de ser estudados coeficientes de lavagem adequados e definidos os sistemas a instalar no referente a caudais, profundidade e estruturas de drenagem.

O desenvolvimento do regadio no Alentejo exigirá, pois, caracterização cuidada das diversas situações de drenagem que podem ocorrer, quer de inverno, quer durante o período de rega e cautelosa prevenção de eventuais processos de salinização do solo:

As situações de drenagem associadas aos regadios instalados ou a instalar no Alentejo ocorrem em solos com horizonte argílico ou com elevado teor argiloso e fraca infiltrabilidade no perfil. É conhecida investigação teórica e experimental conduzida na Europa e nos Estados Unidos da América, sobre o controlo do regime hídrico em solos argilosos expansivos ou com difíceis condições de drenagem interna. Deve no entanto ter-se presente que a investigação experimental já desenvolvida em drenagem das terras, ilustrando embora a teoria conhecida do movimento da água no solo, só fornece soluções práticas dos problemas especificamente caracterizados e considerados: cada situação de drenagem é única, não dispomos de soluções padrão. A análise de qualquer situação de drenagem exige uma prévia e completa identificação do sistema hidrológico em presença, quanto à topografia, ao solo, à origem, ocorrência e movimento da água, ao regime pluviométrico, ao clima, às culturas e ao equilíbrio ambiental a preservar (Santos Júnior, 1982). As soluções constam da formulação de

⁵ Colaboração do Prof. Antonio G. Santos Júnior, do Departamento de Engenharia Rural da UEV

critérios práticos e específicos que só pela investigação casuística podem ser elaborados e testados.

Entre nós tem sido inventariadas e descritas, à escala nacional ou regional, situações que requerem intervenção técnica no controlo dos excessos hídricos superficiais e subsuperficiais (Sousa e Perdigão, 1985); (Sobral e Sims, 1985). No referente à actividade de pesquisa podem referir-se algumas iniciativas que por razões circunstanciais foram interrompidas sem se ter esgotado a capacidades de resposta que delas era esperada.

Em Janeiro de 1978 foi aprovado o "Projecto de Drenagem e Conservação do Solo no Alentejo", por acordo entre o Governo Português, a FAO e o Programa das Nações Unidas para o Desenvolvimento (PNUD). No âmbito deste projecto foram instalados, pelo Departamento de Engenharia Rural da Universidade de Évora, talhões experimentais de drenagem, para observação de sistemas de drenagem subsuperficial e de controlo de toalhas freáticas suspensas, em solos Argiluvitados na Herdade do Barrocal. Destes trabalhos foi elaborado um relatório (Santos Júnior e Lúcio, 1982), que refere tentativamente algumas conclusões preliminares. Ultimado posteriormente o equipamento dos referidos talhões experimentais, as observações prosseguiram por mais 4 anos. Infelizmente, só recentemente houve ocasião de considerar os dados de tais observações, que estão a servir de suporte a uma dissertação de mestrado em curso de elaboração.

Em 1984, também na Herdade do Barrocal, foi instalado pelo Departamento de Engenharia Rural da Universidade de Évora um campo experimental para estudo do efeito da subsolagem na dinâmica da água do solo e na produtividade das culturas, em solos argiluvitados. O campo foi equipado com estruturas de drenagem superficial e subsuperficial e com equipamento de medida de caudais de drenagem e de observação dos perfis da humidade do solo. As observações foram feitas durante dois anos e delas foram elaboradas duas comunicações (Bless, 1989).

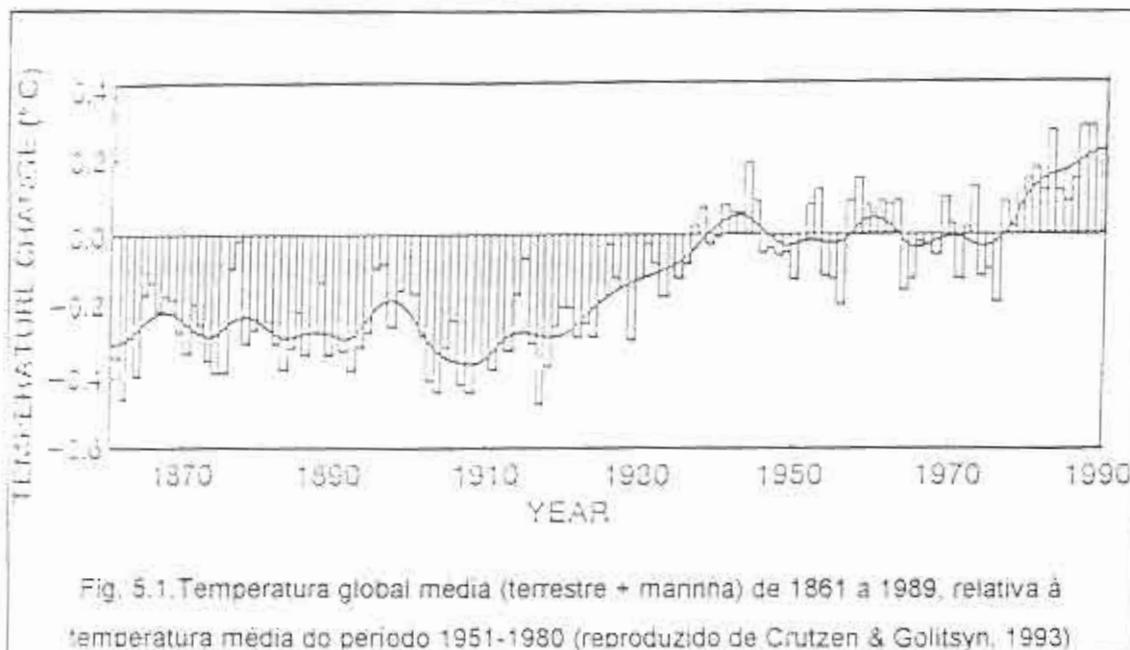
O estudo do impacto ambiental do empreendimento do Alqueva (Anónimo, 1995) refere a necessidade de revitalização dos projectos de investigação sobre a drenagem de solos argiluvitados e dos solos de barro e sobre o balanço dos sais no perfil desses solos sob rega.

Como se vem referindo as actividades de pesquisa experimental de drenagem das terras no Alentejo tem sido de âmbito restrito e de forma inacabada; não podemos assinalar progresso seguro e digno de nota no conhecimento das soluções requeridas, quer devido à exiguidade das iniciativas tomadas quer por falta de continuidade e acompanhamento adequado dos programas iniciados.

5. ALTERAÇÕES CLIMÁTICAS DE ORIGEM GLOBAL

5.1. Introdução

É conhecido o cenário geral das previstas Alterações Climáticas de Origem Global e a as observações que o fundamentam. De um modo simplificado pode dizer-se que se observa desde o fim do século passado (1860) um aumento médio da temperatura atmosférica à superfície do Globo de cerca de 0.5 ± 0.2 °C e que este aumento correlaciona positivamente com o contínuo incremento, desde a Revolução Industrial, do teor na atmosfera de gases com Efeito de Estufa (CO_2 , CH_4 , N_2O , CFCs) (Crutzen e Golitsyn, 1993) (Figs.5.1).



Uma análise recente, por exemplo, tende a provar que o ruído de fundo presente na informação vulgarmente utilizada para analisar a evolução das séries climáticas de temperatura, decorre em grande parte da definição do ano solar a partir do equinócio e não do perihélio. A adopção, ao contrário, desta último critério permite constatar, a partir de 1940, uma notável coerência de fase entre as variações de temperatura observadas e o logaritmo da concentração atmosférica de CO_2 (Kuo et al., 1990, Thomson, 1995).

Prevê-se assim um aumento da temperatura de 0.15 °C a 0.33 °C por década que resultara num provável aumento da temperatura média global de $+1$ °C no ano 2025 e de $+3$ °C antes do fim do próximo século (PIAC, Houghton et al., 1990). Isto equivalerá a um aumento do nível médio do mar de cerca de 6 cm por década com $+20$ cm em 2030 e $+65$ cm em

2100 (PIAC, 1990). Em qualquer caso o nível médio do mar continuará a subir para além do próximo século (PIAC 1992a). Devido à influência de outros factores, parece muito improvável que estes incrementos se venham a verificar de uma forma gradual (Houghton et al., 1990, Darmstadter e Toman, 1993)

5.2. Aspectos Gerais

5.2.1. Água no solo

Um questão essencial, como certamente se reconhecerá, é a do teor de humidade no solo função do balanço hídrico, do coberto vegetal e das condições climáticas prevalecentes no futuro.

Estudos recentes apontam com efeito no sentido de que, mesmo nas regiões dos EUA em que se vier a verificar um aumento de precipitação média anual, a humidade no solo tende a diminuir em função da Mudança Climática devido ao aumento das perdas por evaporação (Gleick, 1987, Rind et al., 1990, Nash & Gleick, 1991). Numa recente revisão sobre a matéria Kellog e Zhao (1988) mostraram que 5 diferentes MCGs (Modelos de Circulation Global) concorreram na conclusão sobre a redução da humidade no solo na zona central dos EUA.

5.2.2. Escoamento superficial

O sentido e a magnitude das alterações previsíveis do escoamento superficial em regiões temperadas parece depender sobretudo do sentido da evolução da precipitação total podendo, em função do modelo escolhido, variar entre + 30 e -44 % em resposta a variações da precipitação de + 23 e -20% respectivamente (Kirshen & Fennessey, 1995)

Prevêem-se no entanto alterações significativas no escoamento superficial na zona oeste dos EUA e na Grécia, onde, sem alteração da precipitação média anual, aumentos da temperatura entre 2 e 4 °C, resultarão previsivelmente, em reduções do run off até -20% (Gleick, 1987, 1993, Lettenmaier et al., 1988, Mimikou & Kovopolous, 1991, Nash & Gleick, 1991)

Regiões em que se verificam ratios de escoamento baixos serão em todo o caso extremamente sensíveis a alterações da precipitação média (Wigley & Jones, 1985) podendo reduções da precipitação de -10% e -25% resultar em reduções do escoamento até -28% e -51% (Flaschka et al., 1987).

5.2.3. Irregularidade climática

É também previsível o aumento da irregularidade inter e intra-anual (Mearns et al., 1984, Rind et al., 1989, Gleick, 1993) o que naturalmente agrava o risco climático para velhos e novos sistemas culturais e complexifica a gestão dos recursos hídricos disponíveis.

5.2.4. Biota / Patrimônio Natural

A rapidez à escala da Evolução, das alterações induzidas pela Mudança Global no clima deverá certamente dificultar a adaptação filogenética e ontogenética dos organismos e ecossistemas, podendo induzir consideráveis alterações na distribuição biogeográfica sobretudo das espécies mais móveis e alterar as situações de competição e parasitismo (Root, 1993, Ayres, 1993, Ives & Gilchrist, 1993, Hassel et al., 1993). Estes cenários acarretam com certeza alterações mensuráveis e talvez algumas extinções (Root, 1993)

A razão fundamental mais do que o aumento de temperatura em si parece ser a sua taxa de aumento, para a qual a maioria das espécies não estará geneticamente programada (Davis 1990). A capacidade de dispersão de muitas espécies (a árvore mais rápida (*Spruce*) dispersa em média 20 Km/10 anos) é insuficiente e será ainda dificultada pela crescente fragmentação do habitat, pelo que será muito limitada sem substancial intervenção humana (Main, 1988, Arnold, 1988).

Com a extinção de um número significativo de espécies, a contracção e expansão das zonas de distribuição das restantes será muito mais extremada. Essa rotura poderá ter graves consequências no funcionamento dos ecossistemas o que, por sua vez, induzirá um processo de "feed-back" positivo nas comunidades.

5.2.5. Agricultura

As Alterações Climáticas de origem Global, a verificarem-se, terão certamente efeitos a nível da perda de solo, produção de alimentos, viabilidade dos sistemas culturais, pragas e pestes. Prevê-se, por exemplo, que os limites climáticos do cultivo de uma espécie doméstica migrem, em média, cerca de 150 a 300 Km para Norte (150 a 200 m em altitude) por cada 1 ° C de aquecimento médio da atmosfera (Parry et al., 1989, Yoshino 1992, Baltenau et al., 1987). Isto será particularmente verdade para os citrinos, a vinha e a oliveira (Imenson et al., 1987)

Estudos recentes prevêem também que, na Europa do Sul, sobretudo no sul da Península Ibérica, o "European corn borer" (*Ostrinia nubilalis*) possa vir, em função das alterações climáticas previstas, a alargar a sua área de distribuição cerca de 1220 km para Norte e a aumentar o seu número de gerações/ano para 4 (Porter et al., 1991).

O aspecto em que este conjunto de alterações é mais significativo para o presente trabalho será, no entanto, o das necessidades em água das plantas. Prevê-se com efeito que o acréscimo das necessidades de água das plantas (NIR) em função da Mudança Global seja um efeito conjugado resultante do aumento da evapotranspiração decorrente do aumento de temperatura (5 -15% para + 1,5°C, Parry & Swaminathan, 1993) e da redução da humidade no solo (Allen et al., 1989). A quebra de produção resultante pode variar entre 3% por 1°C de aumento (Terjung et al, 1989) a 10% por 0,5 °C de aumento (Van Diepen et al, 1987) ou mesmo 30-70% em anos muito secos (Akong'a et al., 1988). Acréscimos dos NIR variando entre + 7% nas Grandes Planícies do Norte e +26% no Sul estão previstos para os EUA, no horizonte de 2050 (Peterson & Keller, 1990).

Mantêm-se, naturalmente, zonas de incerteza consideráveis nestas previsões. É de admitir por exemplo que mecanismos de "feed-back" como o decréscimo da constante solar e o incremento da refração da radiação incidente pelo aerossóis (sulfatos) compensem, de certo modo, os cenários avançados sobretudo nas zonas continentais do Hemisfério Norte (Charlson et al. 1994).

Há no entanto também bons argumentos para sustentar que a evolução climática se poderá dar ainda de um modo muito mais drástico e catastrófico que o avançado nas teses oficiais do PIAC (Bella et al. 1994).

Haverá portanto toda a conveniência em ver tratada esta questão quanto mais não seja a nível de planeamento a longo prazo como aquele que pressupõe a cooperação entre Portugal e Espanha no domínio dos Recursos Hídricos.

5.3. A situação no Sul da Europa e em Portugal

Portugal ratificou o Protocolo relativo ao Controlo das Substâncias que afectam a Camada de Ozono, ou Protocolo de Montreal (17/10/88), e suas alterações. Ratificou também, na sequência da Conferência do Rio (CNUAD), a Convenção-Quadro das Nações Unidas sobre Alterações Climáticas e participa activamente na sua Implementação Conjunta. Ratificou ainda a Convenção da UNEP para Combater a Desertificação em Paris (14/10/94).

As preocupações portuguesas, nesta matéria, não se esgotam no entanto nestas acções. Presume-se, com efeito, que o risco de erosão potencial seja máximo na Europa para o Alentejo (STOA, 1993, Moreira, 1993). Simulações a nível global (MCGs) prevêem também, para uma atmosfera enriquecida em CO₂, mínimos da humidade do solo, no Verão, para a região oeste da Península Ibérica (-50%), para a Mauritânia (- 70%), para a Ásia Menor (- 60%) e para o centro dos EUA (- 50%) (Manabe & Wetherald, 1986).

Outros estudos, de incidência regional, apontam no mesmo sentido admitindo nomeadamente um aumento considerável da evapotranspiração em função da Mudança Global, nas regiões mediterrânicas com relevo para o Sul de Espanha (Boer e De Groot, 1990). Revisões recentes (Sestini et al., 1989), sugerem também que, no Mediterrâneo, as áreas de precipitação mais errática, entre as quais o sul da Península podem migrar para Norte, enquanto no Sul a precipitação decresce (Wigley, 1989). Esta situação reduzirá a recarga dos aquíferos e aumentará os riscos decorrentes das cheias. Sugerem também que a evapotranspiração efectiva aumente, na região, de cerca de +10% e a temperatura do ar de +1.5° C o que por sua vez induzirá um decréscimo médio do caudal fluvial de cerca de -10% (Sestini et al., 1989).

Da literatura da especialidade pode em todo o caso retirar-se aquilo que constitui actualmente a posição oficial (PIAC, Painel Intergovernamental para as Alterações Climáticas) para a região em causa. Com efeito para a Europa do Sul (35-50° N, 10°W-45°E) e no horizonte de 2050 o PIAC (Houghton et al., 1990) prevê que "O aumento da temperatura é à volta de 2° C no Inverno e de 2 a 3° C no Verão. Há indicações de um aumento de precipitação no Inverno mas a precipitação no Verão decresce de 5 a 15% e a água no solo de 15 a 25%".

As limitações dos MCGs são conhecidas. Em particular a sua relativa falta de resolução dificulta a simulação da resposta da nebulosidade ao reforço do Efeito de Estufa e a aplicação dos seus resultados a ecossistemas reais. O papel do oceano, do coberto vegetal e dos aerossóis consideram-se também com insuficientemente conhecidos.

Simulações recentes procuram, desenvolver cenários regionais para a Europa Mediterrânica a uma escala inferior à daqueles modelos tridimensionais (Von Storch et al., 1991, 1993, Palutikoff, 1992, 1993, Escape 1994). O modelo de Von Storch e colaboradores (1991, 1993) prevê, por exemplo, uma redução na precipitação anual em Portugal de cerca de 120 mm a sul do Tejo.

Outra das aproximações referidas, semelhante ao método adoptado para desenvolver modelos de meso-escala para regiões semi-áridas do continente americano, nomeadamente no Oregon e oeste dos EUA (Gates, 1985, Dickinson, 1989, Giorgi, 1990) foi efectuada na Universidade de East Anglia sob contracto UNEP/MAP (Palutikoff, 1992, 1993, 1994). Esta aproximação compõe um cenário único para cada variável, a partir de 4 MCGs e explora modelos de regressão entre variáveis observadas à escala sub-regional.

Este cenário composto indica desde logo uma modificação da resposta climática no Alentejo aumentando a temperatura média anual de +1.1 a +1.2 °C por cada 1 °C de aumento a nível global, o que é o aumento máximo previsto para a região mediterrânica (Palutikoff, 1993). Isto reflecte um aumento da temperatura superior ao aumento global, no Verão, na região oeste do Mediterrâneo. Prevê também que a maior extensão espacial e severidade da seca tenha lugar no verão, no Mediterrâneo ocidental podendo atingir 6% por cada 1 °C de aquecimento global (Palutikoff, 1992).

O resultado integral e detalhado desta aplicação, válido para 2030, agrava, no entanto, as previsões resultantes do cenário composto. Assim prevê-se um acréscimo entre 0.7 °C e 1.6 °C por cada 1 °C de aumento global no Norte do Mediterrâneo com um máximo no Alentejo (Palutikoff, 1992).

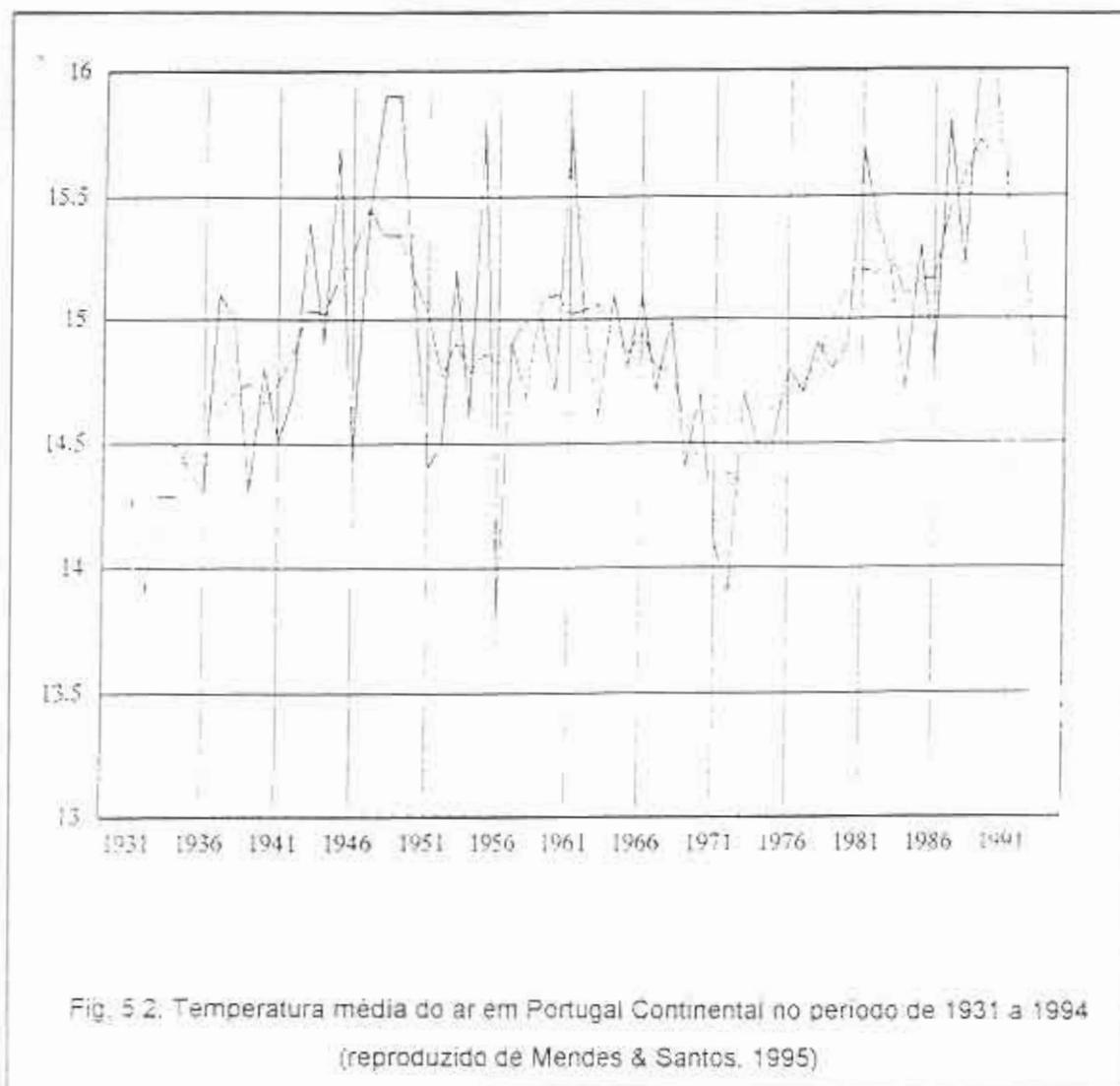
A resposta da precipitação anual, à escala sub-regional, é também muito mais marcada e negativa no conjunto da região mediterrânica, que a prevista pelo cenário composto, indicando um aumento na região central (Roussillon) que pode ir aos + 13% e um decréscimo nas restantes (entre as quais o sul de Portugal) que pode ir aos -12% (Palutikoff, 1992)

Finalmente os cenários construídos para a evapotranspiração (ETp) prevêem também um aumento considerável deste parâmetro na Península Ibérica com conseqüente agravamento do déficit hídrico. Esse incremento atingirá no Verão, no Alentejo e Andaluzia, máximos absolutos para a região Mediterrânica de + 2.7 mm/dia/°C de aumento geral, e, no Norte da Península, nomeadamente nas cabeceiras do Douro e Galiza, máximos relativos no Inverno, Primavera e Outono de + 180%, + 103% e +106%, respectivamente (Palutikoff, 1993).

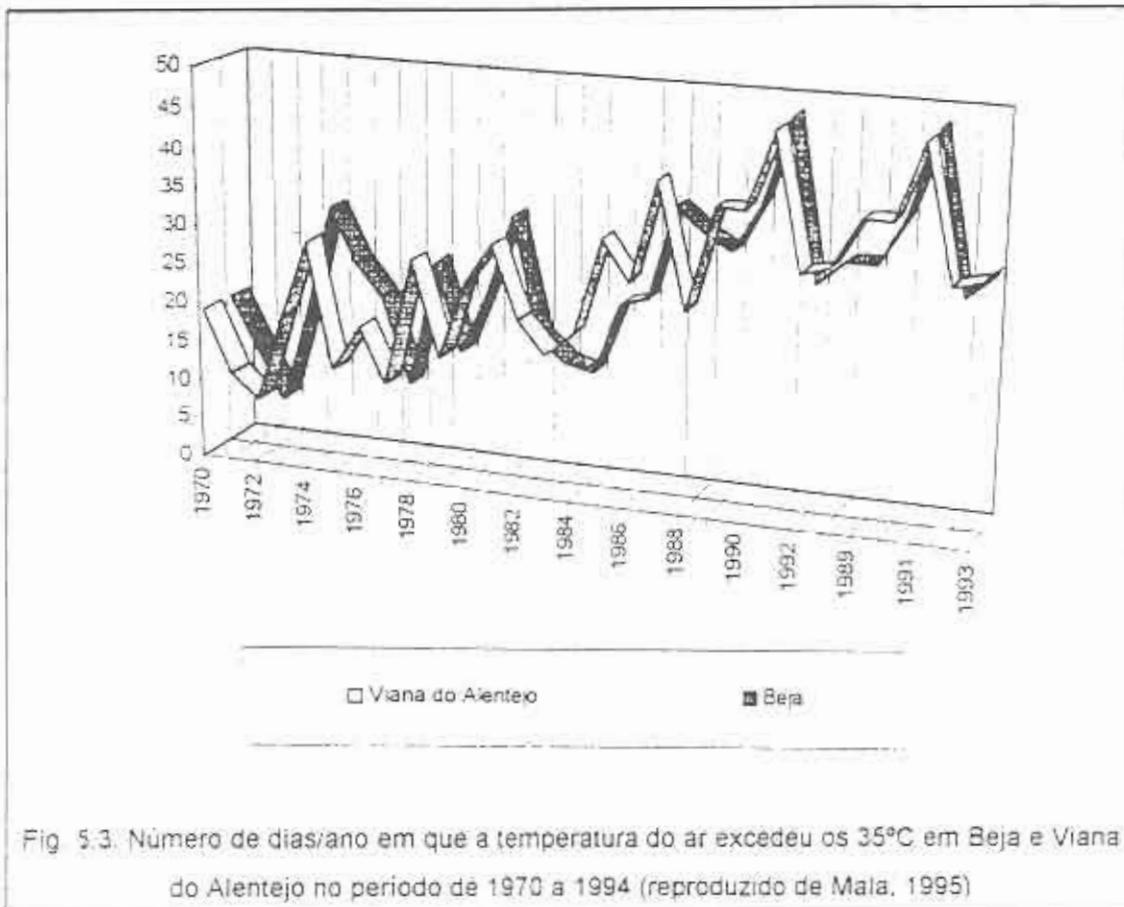
Miranda e colaboradores (1995) simularam também a evolução da água no solo, no Alentejo, em função de um cenário que admite um aumento da temperatura média de 2° C e da radiação incidente de 5 W/m², tendo concluído pela indução de um aumento da evapotranspiração potencial (ETp) de cerca de +10%, quer na Primavera quer no Verão. Este aumento da ETp deverá acarretar uma quebra dos níveis da água no solo de cerca de - 25% nos anos secos e - 40% em anos húmidos o que equivalerá, por sua vez, a um aumento médio do déficit de água no solo de 20% na Primavera e de 15% no Verão (Seixas, 1995).

Outra aproximação recente o ESCAPE (1994) prevê uma quebra de - 10% a -15% da precipitação anual média estival e um pouco menos no Inverno, a sul do Tejo, no período de 1990 a 2050. Prevê também consideráveis reduções do escoamento superficial sobretudo na margem esquerda da bacia do Guadiana e bacia intermédia do Tejo (Veiga da Cunha, 1995).

As limitações das aproximações sub-regionais têm também sido enfatizadas sendo claro que, actualmente, a fiabilidade das previsões a este nível depende, antes do mais, da qualidade das suas condições fronteira ou seja dos MCG adoptados. Têm no entanto a



Da rigorosa análise produzida por Carmo Vaz (1994 a, b) sobre os períodos de seca local e regional no distrito de Beja, decorre também que, entre 1931/32 e 1990/91, a seca extrema se regista em 1980/82, sendo superior às de 1944-45, 1973-74 e 1957-58 que são apenas graves. Um resultado interessante da análise regional do clima é o da severidade relativa do clima de parte considerável do Baixo Alentejo (*Mesomediterrânico*) quando comparado com o clima da fronteira Andaluza e do troço terminal do vale do Guadiana (*Termomediterrânico*) (Fig. 5.4) (Albuquerque, 1954, Daveau, 1977, Costa et al., 1993, Miranda et al., 1994).



A aplicação ESCAPE (Veiga da Cunha, 1995) sugere que na área do *Mesomediterrânico* a situação poderá agravar-se-á, num futuro próximo, agravando-se nomeadamente o contraste entre zonas continentais e marítimas da Andaluzia. Analisando as chuvas no Algarve nos últimos 30 anos (1960-1991) Azevedo Coutinho e colaboradores concluem também pelo incremento da precipitação na vertente oceânica da serra algarvia e pelo seu decréscimo na vertente continental da mesma formação (Coutinho et al, 1995)

A subida geral do nível médio do mar (ASLR) (médias de 19 anos) está relativamente bem documentada na costa portuguesa com as séries dos marégrafos de Cascais e de Faro (Dias & Taborda) de cerca de 110 e 80 anos respectivamente. Actualmente (1920-87) essa subida atingirá cerca de 1.7 mm/ano sendo que a subida de nível do praia-mar é certamente superior. Essa subida é semelhante à que se verifica dum modo geral no Atlântico Norte (Bettencourt Correia, 1994).

A amplitude de anomalias locais pode, naturalmente, exceder a tendência geral. É o caso da anomalia da temperatura à superfície do mar (subida de cerca de 0.8 - 1 °C em 50 anos, médias de 5 anos) no Atlântico Norte (Barnett, 1983) o que também não poderá, aparentemente, deixar de influenciar o clima de um país atlântico como Portugal.

Observações na vertical de Lisboa (100 HPa), no período 1973-93, confirmam também a tendência para acompanhar o agravamento geral de déficit do ozono estratosférico (Stolarski et al., 1991) e a intensificação desse decréscimo na década de 1984 a 1993, ou seja o provável aumento, sobre território português, da fracção da radiação UV(b) incidente (Henriques e Carvalho, 1995). Parece também muito provável que Portugal esteja incluído nas latitudes abrangidas, no Hemisfério Norte, pelo fenómeno de aumento do ozono tropoesférico (Crutzen & Zimmermann, 1991) ou seja o aumento da mistura oxidante presente na atmosfera próxima.

Um aspecto inquietante, embora até agora não claramente correlacionado com causas climáticas, é o da morte de cerca de 450 000 sobreiros e 300 000 azinheiras, entre 1990 e 1992, no sul do País (Cabral, 1994).

Observam-se do mesmo modo alterações no comportamento das espécies de Flora e Fauna que podem aparentemente indiciar a influência de um clima já alterado. Na costa portuguesa observam-se por exemplo consideráveis alterações na distribuição de macrófitos com redução da área da *Laminaria sp.* e considerável acréscimo da *Enteromorfa sp.* (Science et Vie, 1992). alterações que se atribuem em parte a alterações da temperatura (Breeman, 1990).

Não menos inquietante é a sucessão de "blooms" que se verifica em sistemas dulçaquícolas, nomeadamente o Guadiana e seus afluentes, de um simbiote identificado em Portugal Continental há pelo menos 70 anos e frequente nos países do centro da Europa, a *Azolla* (Catarino, 1994, Wolff, 1994). O mesmo se verificará com algumas espécies animais

mais móveis tanto na terra como no mar (Rufino, 1993, CLOFNAM, 1973, CLOFETTA, 1984, Costa 1994, 1995).

No entanto dada a crónica insuficiência dos levantamentos de base de Fauna e Flora em Portugal, o significado real destas alterações é ainda muito pouco claro. Parte destas alterações podem, por exemplo, ser atribuídas a efeitos conjugados da seca com a eutrofização crescente dos corpos de água, a alterações do sistema de circulação oceânico ou à intervenções humana e consequentes alterações do habitat.

Muito mais informação deverá, consequentemente, ser recolhida segundo metodologia rigorosa antes de se poder chegar a uma conclusão, sustentável para além de toda a dúvida razoável, sobre o forçamento climático das alterações referidas.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- AKONG'A, J.; T E Downing, N T Konijn, D N Mungai, H R Muturi e H L Potter, 1988. *The effects of climate variations on agriculture in Central and Eastern Kenya*, in *The Impact of Climate Variations on Agriculture*, Volume 2, Assessment in Semi-Arid Regions, Parry ML, Carter, T R & N T Konijn (eds), Kluwer, Dordrecht, 1988
- ALVES, H., 1995. Caudal ecológico. *Estudo integrado de impacte ambiental do empreendimento de Alqueva*. Anexo Técnico Vol. V, 24 pp. e anexos.
- ANDRADE, M.; BRITO, M., 1994. Produtividade do rio Guadiana: Caracterização da comunidade fitoplantónica. *Debate Rio Guadiana, Passado, Presente e Futuro*, APRH, Núcleo Regional Sul, Évora.
- ANÓNIMO: Inventário dos regadios existentes no continente. Lisboa, MPAT / Sec.Est.Adm.Territ. / DGRAH, 1987
- ANÓNIMO: *Plano de valorização do Alentejo; rega de 170 000 ha*, Lisboa, MOP/DGSH/DSAH, 1965.
- ANÓNIMO: *Plano de valorização do Alentejo; rega de 170 000; notas*, Lisboa, MOP/DGSH, DSAH, 1959
- ANÓNIMO: *Portugal Agrícola 1993*, Lisboa, INE
- ANÓNIMO: *Recenseamento Geral Agrícola 1989*, Lisboa, INE
- AYRES, M.P., 1993. *Plant defense, herbivory and Climatic Change*, in Kareiva, PM, J G Kingsolver & R B Huey (eds) *Biotic Interactions and Global Change*, Sinauer Associates Inc, 1993
- BALTENAU, D, P Ozenda, M Huhn, H Kerschner, W Tranquillini & S Bortenschlager, 1987. *Impact analysis of climatic change in the central European mountain ranges*, G. *European Workshop on Interrelated Bioclimatic and Land Use Changes*, Noordwijkerhout, The Netherlands, October, 1987
- BELLA, D.A.; R Jacobs & H Li, 1994. *Ecological indicators of Global Climate Change: a research framework*, *Environmental Management*, vol. 18, No. 4, pp. 489-500
- BERNARDO, J. M., 1994. Ictiofauna. *Projecto Conservação e Valorização de Sistemas Fluviais no Quadro do Ordenamento e Gestão de Bacias Hidrográficas*, 3º Relatório de Progresso, 4 pp.,
- BLESS, H.G, 1989 - Deep-loosening of Brown Mediterranean soils in the Évora-District/South Portugal. Effect of soil moisture, soil cultivation and crops on soil physical characteristics, hydrology and yield. In, *Results of agricultural investigation projects, Portuguese-German Co-operation in Applied Agricultural Research, 1982-1989*, Vila Real.

- BOER, M.M. & R.S. De Groot, 1990. *Landscape Ecological Impact and Climate Change*, IOS Press.
- CABEÇADAS, G.; BROGUEIRA, M.J., 1982. Notas sobre a qualidade da água no rio Guadiana. *Relatório Interno do Instituto Superior de Investigação das Pescas*. 16 pp..
- CABRAL, Teresa, 1994. *Encontro sobre Desertificação e Crise do Montado*, Presidência Aberta sobre o Ambiente, Universidade de Évora, 7 de Maio de 1994
- CARVALHO, J. M. ,1991a. Águas Subterrâneas para Agricultura em Rochas Cristalinas de Trás os Montes, II Seminário de Estruturas Rurais, Tema 2 - Água Subterrânea, CENTER, Madrid.
- CARVALHO, J. M. ,1991b. A Água: Gestão Científica de um Recurso Global. Comentários in Ciência e Tecnologia para o Progresso. Ciclo de Conferências Unesco, pp132-136. Edições Cosmos. Lisboa.
- CHARLSON, R J & J Heintzenberg, 1995. *Aerosol forcing of climate*, Dahlem Workshops, John Wiley & Sons, 408 p
- Climatic Change. Implications for Europe. An Application of the ESCAPE Model, June 1994, Global Env. Change, Butterworths
- CLOFETA- *Checklist of the Fishes of the Eastern Atlantic*, FAO, 1984
- CLOFNAM- *Checklist of the Fishes of the North Atalantic and the Mediterranean*, 1973.
- CORREIA F. N, LIBERATO P. N, NEVES E. B E LEITÃO, A. ,1994. Plano Nacional da Política do Ambiente, Versão Preliminar para Discussão Pública, Anexos. Ministério do Ambiente e Recursos Naturais. Lisboa.
- 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. Anexo Técnico Vol. V*. 147 pp. e anexos.
- COSTA, F. E. ,1994. Carta Hidrogeológica de Portugal, Escala 1/200 000, Notícia Explicativa das folhas 7 e 8. Instituto Geológico Mineiro, 87 pag. Lisboa.
- COSTA, M. J., 1988. Utilização das curvas de probabilidade de uso de habitat em estudos de determinação do impacto ambiental. *Actas Col. Luso-Esp. Bacias Hidrog. e rec. Zoológiccos*. 73-79.
- COSTA, M.J.; GOMES, J. M.; BRUXELAS, A.; DOMINGOS, M. I., 1998. Efeitos previsíveis da construção da barragem do Alqueva sobre a ictiofauna do rio Guadiana. *Revista de Ciências Agrárias*. Vol XI (4)
- COUTINHO, M Azevedo , 1995. *Catena*, N° 24, 1995, pp. 55-67
- CRITZEN P J & P H Zimmerman 1991. *The changing photochemistry of the troposphere*, Tellus. 43AB, 136-151
- CRITZEN, PJ & G S Golitsyn, 1993. Linkages between Global Warming, *Ozone Depletion, Acid Deposition and other aspects of Global Environmental Change*, in I M Mintzer (ed) *Confronting Climate Change. Risks, Implications and Responses*, Cambridge Univesity Press,

1993, pp. 15-32

- DAEHNHARDT, E., 1993. *Perímetros de rega em exploração; actualização de algumas características e elementos estatísticos até 1991*. Lisboa, Min.Agr./DGHEA
- DARMSTADTER, J & M A Toman, 1993. *Assessing Surprises and Nonlinearities in Greenhouse Warming*. Resources for the Future, Washington, 1993
- DIAS, J Alveirinho e Taborda, 1992. *Tidal gauge data in deducing secular trends of relative sea level and crustal movements in Portugal*, J. Coastal Research, vol 8. No 3, pp. 655-659, 1992
- DOORENBOS, J.; PRUITT, O.W., 1975. *Crop water requirements*. Roma, FAO Irrigation and Drainage Paper nº 24
- DRENA/ EGF, 1986. *Estudos de impacte ambiental do empreendimento de Alqueva*. Lisboa. (((ZITA)))...(((fito)))((((fontoura)))
- DUARTE, L.F.; HUGON, E., 1984. *Perímetros de rega; levantamento da situação; Janeiro 1984*. Lisboa, MAFA, Gabinete de Planeamento e de Integração Europeia.
- FARINHA, J.C.; TRINDADE, A., 1994. *Contribuição para o inventário e caracterização de zonas húmidas em Portugal Continental*. Instituto da Conservação da Natureza 211pp..
- FEIO, Mariano, 1959. *O Plano de Rega do Baixo Alentejo*. Beja, Publicação nº 1 da Federação dos Grémios da Lavoura do Baixo Alentejo..
- FERREIRA M. T.; GODINHO, F. N., 1994. Ictiofauna e disponibilidades de habitats em albufeiras a Sul do Tejo: Fraquezas e prioridades do seu ordenamento. *Revista Florestal* 7: 19-39.
- FERREIRA, 1992. *Estrutura e dinâmica das comunidades de macrófitos lóticos da bacia hidrográfica do Sorraia. Interferência dos ecossistemas envolventes*. Tese de Doutoramento Instituto Superior de Agronomia. Lisboa, 340 pp..
- FERREIRA, 1994. Macrófitos do Alto Alentejo: tipologia e interferências dos ecossistemas agrários envolventes. *Recursos Hídricos* 15 (3): 48-58.
- FERREIRA, T.; AGUIAR, F., 1994. Caracterização de habitats e taxocenoses de macrófitos (veg. aquática). *Projecto Conservação e Valorização de Sistemas Fluviais no Quadro do Ordenamento e Gestão de Bacias Hidrográficas. 3º Relatório de Progresso*. 11 pp..
- FLASCHKA, I, C W Stockton & W R Bogess, 1987. *Climatic variation and surface water resources in the Great Basin region*, Water Resources Bulletin, A W R A, vol 23, No 1 February 1987, pp. 47-57
- FONSECA, M.S. , 1988. *Exploração e conservação dos aproveitamentos hidroagrícolas em Portugal*. Lisboa, MAPA/DGHEA
- FOSTER, S .1987. *Fundamental concepts in Aquifer Vulnerability. Pollution Risk and Protection Strategy*. Proc. Conf. "Vulnerability of Soil and Groundwater to Pollutants" in Determinação de Riscos de Contaminação das Águas Subterrâneas. Governo do Estado de São Paulo, Boletim nº10.

- FRADE, V.; ALVES, A. , 1991. *O mercado da água em Portugal continental*. Lisboa, MARN/DGRN
- GLEICK, P H 1987. *Regional hydrological consequences of increases in atmospheric CO₂ and other trace gases*, Climatic Change, 10, 137-161
- GILEICK, P H., 1993. *Effects of Climate Change on shared freshwater resources*, Chap 9, in Irving M Mintzer (ed) *Confronting Climate Change. Risks Implications and Responses*, Cambridge University Press, 1993
- HASSEL, M P, H C J Godfray & H N Comins 1993. *Effects of Global Change on the Dynamics of insect host-parasitoid interactions*, in Kareiva et al. (eds), op. cit, 1993
- HENRIQUES, A.G. et al., 1985. *Avaliação dos recursos hídricos de Portugal Continental. Contribuição para o ordenamento do território*. Instituto de Estudos para o Desenvolvimento. Lisboa
- HENRIQUES, D V e F R S Carvalho, 1995. *Tendências em Portugal do ozono total e da temperatura na estratosfera*, "ª Conferência sobre o Desenvolvimento da Meteorologia nos Países de Língua Oficial Portuguesa, 8-12 de Maio 1995
- HIDROTÉCNICA PORTUGUESA; TRACTEBEL; SEIA, 1992. *Empreendimento de fins múltiplos de Alqueva; Estudo de avaliação global*. Lisboa
- HOUGHTON, J T, B A Callander e S K Varney, 1990. *Climate Change: The IPCC Scientific Assessment*, Cambridge University Press, 1990
- IMENSON, A. H Dumont & S Sekliziotis, 1987. *Impact analysis of climate change in the mediterranean region*, F, European Workshop on Interrelated Bioclimatic and Land Use Changes. Noordwijkerhout. The Netherlands
- INSTITUTO DA ÁGUA, 1994. *Exploração das principais albufeiras em Portugal Continental, 1993*. Lisboa, MARN/INAG,
- IVES, A R & G Gilchrist, 1993. *Climate Change and ecological interactions*, in Kareiva et al (eds) Op.cit., 1993
- KELLOG, W & Zong-Ci Zhao 1988. *Sensitivity of soil moisture to doubling of carbon dioxide in the climatic model experiments*, Part i: North America, J.Climat, 1, 348-366
- KIRSHEN, P H e N M Fennessey 1995. *Possible Climate-Change impacts on Water Supply of Metropolitan Boston*, J Water Resources Planning and Management, Jan/Feb, 1995, Vol. 121, No. 1, pp-61-70
- LEAL, Gonçalo. 1995. *Necessidades de água para rega no Continente. Situação actual e previsão da evolução futura*. Lisboa, Min.Agr./IEADR.
- LEFTIC, L, J D Milliman & G Sestini, 1992. *Climate Change and the Mediterranean*, Edward Arnold, 1992
- LETTENMAIER, D P, T Y Gan & D R Dawdy, 1988. *Intpretation of hydrological effects of climate change in the Sacramento San Joaquin River Basin, California*, Water Resources Technical Report. 110, Seattle, University of Washington

- LOBO-FERREIRA, J. P. ; OLIVEIRA, M ,1993. Desenvolvimento de um Inventário de Águas Subterrâneas em Portugal. Caracterização dos Recursos Hídricos Subterrâneos e Mapeamento DRASTIC da Vulnerabilidade dos Aquíferos de Portugal. Laboratório Nacional de Engenharia Civil, GIAS. Relatório nº 179/93. Lisboa
- MAGALHÃES, F.; ROGADO, L.,1991. *Livro vermelho dos vertebrados de Portugal. Vol II peixes dulciaquícolas e migradores*. SNPRCN, Lisboa 55pp..
- MANABE, S & R T Weterald, 1986. Reduction in summer soil wetness induced by an increase in atmospheric carbon dioxide, *Science*, 232. 626-628
- MARN, 1991. *Utilização das principais albufeiras públicas em Portugal*. Direcção Geral dos Recursos Naturais. 71 pp..
- MEARNS, L O, R W Katz & S H Schneider, 1984. *Extreme high temperature events: changes in their probabilities with changes in mean temperatures*, *Journal of Climatic and Applied Meteorology*, 23, 1601-13
- MENDES, J Casimiro ,1993. *Variabilidade Climática em Portugal Continental*, Quantidade de Precipitação, Monografia de Meteorologia e Geofísica nº 43, IM, 1993
- MIMIKOU, M A & Y S Kovopolous,1991. Regional climatic impacts:I. Impacts on water resources. *Bulletin of Intern. Assoc. Hydrol. Sciences*
- NASH, L L & P H Gleick, 1991. *The sensitivity of streamflow in the Colorado Basin to climatic changes*. *Journal of Hydrology*, 125, 221-241
- OLIVEIRA, M. R., 1985. Estudos biológicos realizados no rio Guadiana e na ETAR da Vila de Mértola. *Relatório Interno do Instituto Nacional de Investigação das Pescas*. nº103, 12pp..
- OLIVEIRA, M. R., 1991. Eutrofização do rio Guadiana, bloom de Cianofíceas e influência na ictiofauna. *Relatório Técnico-Científico do Instituto Nacional de Investigação das Pescas*. nº42, 24 pp..
- PARADELA, P. L. (1975) Recursos Aquíferos Subterrâneos. Productividade. Nota Explicativa. Comissão Nacional do Ambiente. Lisboa.
- PARRY, M L & M S Swaminathan, 1993. *Effects of Climate Change on food production in I M Mintzer* (ed) Op. Cit
- PARRY, M L, T R Carter & J H Porter, 1989. *The Greenhouse Effect and the future of UK Agriculture*. *Journal of the Royal Agricultural Society of England*. pp, 120-131
- PETERSON, D F & A A Keller, 1990. *Effects of Climate Change on U.S Irrigation*, *Journal of Irrigation and Drainage Engineering*, vol 116. No 2, March/April 1990. pp. 194
- PINHO, A. B. (1987) Inventário de Aquíferos e Balanço Hídrico da Área da Folha Sul da Carta Geológica de Portugal na Escala 1/500 000. Estágio Profissionalizante em Hidrogeologia. Serviços Geológicos de Portugal e Mineralogia e Geologia. Faculdade de Ciências, Universidade do Porto, 34 pág.

- PINTO, P., 1988. Variação anual da estrutura cenótica da ribeira do Degebe. *Actas Col. Luso-Esp. Bacias Hidrog. e rec. Zoológicos*. 319-326.
- PINTO, P., 1993. Macroinvertebrates of Monte Novo reservoir: yearly evolution of the cenotic structure. *Verh. Internat. Verein. Limnol.* 24: 1360-1362.
- PINTO, P., 1994. Comunidades de macroinvertebrados aquáticos. *Projecto Conservação e Valorização de Sistemas Fluviais no Quadro do Ordenamento e Gestão de Bacias Hidrográficas. 3º Relatório de Progresso*. 6 pp.,
- PINTO, P.; FERNANDES, J., 1994. Comunidades de macroinvertebrados bentónicos do rio Guadiana; influência do regime hidrológico e das fontes de poluição sobre a qualidade da água. *Debate Rio Guadiana, Passado, Presente e Futuro*. APRH, Núcleo Regional Sul. Évora.
- PUEBLA, C R, A H Encinas, M D Manso e J Garmendia , 1995. *Estudo de Séries Temporais de Precipitação na Península Ibérica*,
- RAMOS, L. NUNCIO, T BORRALHO, M. E, PAIS, J. R ; VLACHOS, E , 1988. Os Recursos Hídricos no Sul de Portugal
- RIND, D. R Goldberg & R Ruedy, 1989. *Change in climate variability in the 21 st Century*, *Climate Change*, 14, 5-37
- RIND, D. R Goldberg, J Hansen, C Rosenzweig & R Ruedy, 1990. *Potential evapotranspiration and the likelihood of future drought*. *J Geophys. Res.*, 95, 9983-10004
- ROOT, T L , 1993. *Effects of Global Change on North American birds and their communities*, in Kareiva et al., (eds), op. cit., 1993
- RUBIO, J L., D Gabriels, Ch. Mannaerts, G Rossi, J Marco, J M Gisbert, J Sanchez, F Correia, F Lopez-Bermudez, A Serrano e R P C Morgan. *Desertification and Water Resources in the European Community*, Draft Final Report, STOA, European Parliament. 1993
- SANTOS JÚNIOR, A.G., 1982 - Rehabilitation and modernisation of drainage systems: conclusions and recommendations. 13th Regional European Conference, Portuguese National Committee on Irrigation and Drainage, Lisboa
- SANTOS JÚNIOR, A.G.; LÚCIO, J.L., 1982 - Talhões experimentais de drenagem: Relatório. Projecto de Drenagem e Conservação do Solo no Alentejo, Universidade de Évora, Évora.
- SEQUEIRA, E M, 1994. *Convenção para combater a Desertificação nos países sujeitos a secas e/ou desertificação, particularmente em África. Áreas abrangidas em Portugal*, E.A.N., I.N.I.A., Oeiras, 1994
- SERRALHEIRO, R.P., 1985. *Necessidades de rega das culturas*. Évora, Universidade de Évora.
- SESTINI, G, L Leftic & J D Milliman, 1989. *Implications of Expected Climate Changes in the Mediterranean Regions: An Overview*, UNEP, Athens, 1989
- SOBRAL, M.C.; SIMS, D.A., 1985 - Winter waterlogging problems in the Alentejo and some solutions involving surface drainage. Seminars on Drainage, ICID national committees of Portugal and Federal Republic of Germany, Lisboa.