



APRH

ASSOCIAÇÃO PORTUGUESA DOS RECURSOS HÍDRICOS
NUCLEO REGIONAL DO SUL

DEBATE
RIO GUADIANA
PASSADO PRESENTE FUTURO

**O PLANO HIDROLÓGICO NACIONAL DE ESPANHA E OS
SEUS REFLEXOS NA BACIA PORTUGUESA DO RIO
GUADIANA**

Maria Alzira Santos
Carlos Matias Ramos
João Rocha

O PLANO HIDROLÓGICO NACIONAL DE ESPANHA E OS SEUS REFLEXOS NA BACIA PORTUGUESA DO RIO GUADIANA

por

Maria Alzira Santos
Carlos Matias Ramos
João Rocha

Departamento de Hidráulica
Laboratório Nacional de Engenharia Civil
Lisboa, Portugal

Sumário - *Portugal é um país dependente de Espanha em termos hídricos através dos seus três maiores rios Douro, Tejo e Guadiana. Por isso, qualquer intervenção humana que possa vir a alterar o regime natural ou, pelo menos, o regime hidrológico actual destes rios terá, com certeza, reflexos significativos em Portugal. O Plano Hidrológico Nacional de Espanha (PHNE), que define a política de recursos hídricos naquele país e os meios para a sua implementação, em particular algumas transferências de água do Norte para as regiões desfavorecidas do Sul mediterrânico, é um instrumento poderoso que poderá vir a condicionar as afluências a Portugal naqueles três rios internacionais. Nesta comunicação apresenta-se de forma muito sumária o PHNE e fazem-se algumas considerações sobre os possíveis reflexos da sua implementação para a bacia portuguesa do Guadiana.*

1 - O Plano Hidrológico Nacional de Espanha

1.1 - Considerações gerais

O planeamento de recursos hídricos em Espanha está previsto e regulamentado na Lei de Águas (Lei 29/85 de 2 de Agosto) que apresenta o Plano Hidrológico Nacional de Espanha (PHNE) como o instrumento fundamental para a definição dos objectivos da política de recursos hídricos em Espanha e dos meios para os alcançar. Isto quer dizer que o PHNE enquadra o planeamento de recursos hídricos, a identificação dos problemas relacionados com a água e a programação das medidas adequadas para a sua solução.

Em 1993, um Anteprojecto de lei do PHNE foi apresentado para discussão pública antes da sua aprovação pelas Cortes. Este Anteprojecto é suportado tecnicamente por um documento, designado Memória do PHNE (MOPT, 1993b), que tem por fim fazer uma caracterização dos recursos hídricos em Espanha, apresentar os problemas actuais e as soluções preconizadas para a sua resolução a médio e longo prazos, 10 e 20 anos respectivamente. O documento propõe ainda uma revisão do regime económico-financeiro vigente e apresenta uma lista de infra-estruturas necessárias para a consecução do PHNE.

O PHNE, que tem também por objectivo o estabelecimento de linhas gerais para a elaboração dos Planos Hidrológicos de Bacia, define os temas sobre os quais os estudos referentes à quantificação das previsões das transferências de recursos hídricos devem incidir. Estes temas são os seguintes: I) satisfação das necessidades; ii) qualidade da água; iii) defesa contra cheias e inundações; iv) protecção e recuperação do meio ambiente; v) modernização de regadios e novas transformações; vi) energia hidroeléctrica; vii) manutenção e conservação do património hidráulico; viii) investigação e desenvolvimento.

A estratégia geral utilizada no PHNE baseia-se no princípio de que a satisfação das necessidades presentes e futuras deve passar, em primeiro lugar, pela utilização correcta dos recursos disponíveis e a ordenação e racionalização das necessidades na bacia. Se os recursos não forem suficientes, o PHNE preconiza uma política de transferência estruturada que interliga a maioria das bacias peninsulares. Para além da resolução dos problemas de défices locais, o sistema de transferências proposto refere, como vantagem adicional, a possibilidade de poder aumentar a capacidade de resposta em situações extremas de seca.

Para o estudo da evolução das disponibilidades e necessidades de água no futuro admitiram-se no PHNE as seguintes hipóteses:

- possibilidade de incremento dos recursos disponíveis próprios actuais;
- crescimento razoável da procura de água.

Considerando apenas o aumento da regularização dos recursos superficiais e da utilização dos recursos subterrâneos, o que é conseguido com o conjunto de obras já previstas, será possível, segundo o PHNE, atingir globalmente em Espanha um aumento de 14% em relação aos recursos hídricos actualmente disponíveis (47 340 hm³), aumento que, contudo, não é suficiente para satisfazer todas as necessidades futuras e eliminar os défices locais.

Para a quantificação da procura, no momento actual e no futuro, o PHNE divide os diferentes usos da água em usos consumptivos e não consumptivos.

Os usos consumptivos incluem o abastecimento urbano, o abastecimento à indústria e a rega. Entre os usos não consumptivos encontram-se os da produção de energia eléctrica, a refrigeração de unidades industriais e de centrais térmicas, a aquacultura, os caudais para fins ambientais e paisagísticos, a diluição da contaminação, etc., isto é, aqueles usos que restituem ao meio receptor, sem grande alteração da sua qualidade, a quase totalidade dos volumes utilizados.

A maior utilização de água corresponde às necessidades para rega, totalizando cerca de 80% das necessidades consumptivas. Embora tenha havido previsões do crescimento das necessidades de água para rega muito maiores, o PHNE acabou por aceitar apenas um crescimento global máximo dos recursos hídricos com este fim limitado a 14% nas bacias que precisam importar água. Para as outras bacias, o PHNE fixa um limite de 18 %.

As necessidades actuais para abastecimento às populações representa pouco mais de 14% do total das necessidades consumptivas da água, incluindo o consumo das indústrias que se abastecem nas redes urbanas de distribuição. As necessidades para usos industriais independentes representa mais de 6% do total das necessidade consumptivas.

As necessidades não consumptivas, exceptuando as referentes à produção de energia hidroeléctrica, devem ser satisfeitas com recursos garantidos. As fundamentais, do ponto de vista quantitativo, são as relativas ao meio ambiente e as devidas à refrigeração de centrais térmicas, nucleares e de outras grandes instalações industriais (petroquímicas, mineiras, siderúrgicas, etc.). As necessidades para outros usos (aquacultura, recreio, etc.), podendo ter grande importância qualitativa, são quantitativamente irrelevantes. As exigências de qualidade ambiental são, basicamente, uma limitação para a atribuição de recursos para outros fins, mas o PHNE prevê que os caudais necessários para esse fim podem considerar-se prioritários a seguir aos necessários ao abastecimento às populações. Para efeitos de balanço, no PHNE foi suposto que a necessidade ambiental deva ser satisfeita no mínimo, como um valor médio de 1% dos recursos naturais da bacia.

No total estima-se um aumento de procura de cerca de 3 400 hm³, no ano de 2002, e de aumento de cerca 6 600 hm³, no ano de 2012. Este aumento, que representa 9% e 18%, respectivamente, das necessidades actuais, reflecte uma preocupação de utilização racional da água, especialmente em relação à agricultura em que se procura melhorar bastante a eficácia da rega e diminuir o peso relativo desta. Contudo, as necessidades futuras não serão satisfeitas recorrendo apenas aos recursos próprios de cada bacia, como se pode concluir através do balanço hídrico entre disponibilidades e necessidades. A simulação matemática dos sistemas de exploração permite identificar e quantificar os défices de carácter local que não ficariam explicitados no balanço global da bacia.

Como consequência desta simulação, o PHNE considera que as bacias espanholas do Douro e Guadiana II são, na situação actual excedentárias, apresentando o Tejo, e sobretudo o Guadiana I, défices locais. É oportuno referir aqui que, em Espanha, a bacia do Guadiana é sempre analisada em duas partes ou Planos, o Guadiana.Plano I e o Guadiana.Plano II,

designadas abreviadamente por Guadiana I e Guadiana II, respectivamente (ver Fig. 1). O Guadiana I corresponde aproximadamente à bacia espanhola do Guadiana à entrada em Portugal mais a bacia do Ardila e as bacias das ribeiras intermédias. O Guadiana II, além da restante parte da bacia espanhola do rio Guadiana (incluindo a bacia do rio Chança) contém ainda as bacias dos rios Odiel, Piedras e Tinto que drenam uma área adicional de 4 844 km². Num documento posterior (MOPT, 1994), o Guadiana II é ainda dividido em duas partes, Guadiana IIc e Guadiana IIe, correspondentes à bacia do Guadiana (Guadiana IIc) e dos três rios Odiel, Piedras e Tinto (Guadiana IIe). Por razões óbvias apresenta-se aqui apenas a componente IIc.

No balanço hídrico disponibilidades/necessidades actuais, o Plano I do Guadiana apresenta um balanço global positivo nos dois horizontes temporais. Não obstante, esta região sofre actualmente um grave problema de sobre-exploração de aquíferos no seu curso superior, com impactos ecológicos muito negativos em áreas de grande interesse ecológico, as *Tablas de Daimiel*. O PHNE prevê a sua correcção mediante a diminuição das extracções e a recarga do aquífero, utilizando, para o efeito, aflúências de outras bacias com valores, a longo prazo, que se estima serem da ordem de 150 hm³/ano. O Plano IIc do Guadiana apresenta um balanço total positivo em todos os casos mesmo não considerando os caudais que recebe do Plano I do Guadiana. Não apresenta défices locais e os seus excedentes poderão ser utilizados para satisfazer as necessidades da zona Almonte-Marismas, no Guadalquivir, com a finalidade de melhorar as condições ambientais de Doñana, de alto valor ecológico e actualmente com problemas de natureza hídrica.

Com vista a obviar a estes défices, o PHNE propõe um conjunto de transferências de água entre bacias, invocando um princípio de solidariedade entre regiões. Os valores máximos destas transferências envolvendo as bacias dos rios internacionais, Douro, Tejo e Guadiana, previstos em 2012, são os indicados no Quadro 1.

Q UADRO 1 - Transferências máximas previstas em 2012

Regiões	Recursos hídricos (hm ³)		
	Importados	Exportados	Balanço
Douro (alternativa I)	150	1 050	-900
Douro (alternativa II)	-	1 050	-1 050
Tejo	850	900	-50
Guadiana I	170	-	+170
Guadiana IIc	-	162	-162

Em face destas transferências, o objectivo de eliminação de défices locais é alcançado plenamente em 2012 como mostra o Quadro 2, onde se apresenta o balanço hídrico entre os recursos disponíveis totais e as necessidades de água, conforme previsto no PHNE.

QUADRO 2 - Balanço hídrico

Regiões	2002				2012			
	Recursos disponíveis (hm ³)	Necessidades (hm ³)	Balanço (hm ³)	Défices locais (hm ³)	Recursos disponíveis (hm ³)	Necessidades (hm ³)	Balanço (hm ³)	Défices locais (hm ³)
Douro	9 134	4 575	4 559	-	9 314	4 992	4 322	-
Tejo	7 469	3 738	3 731	-	8 093	3 953	4 140	-
Guadiana I	3 361	2 634	727	-	3 636	2 884	752	-
Guadiana IIc	(a)	(a)	(a)	-	197	163	34	-

(a) O Documento Síntese (MOPT, 1994) que considera a região Guadiana IIc não faz previsões para o ano 2002.

Apresentam-se a seguir, com mais detalhe, a situação actual e as previsões de recursos disponíveis e necessidades nas regiões Guadiana I e Guadiana II. Para uma descrição mais detalhada do PHNE deve consultar-se RAMOS et al. (1994a).

1.2 - Guadiana I

Nos Quadros 3 e 4 resume-se a informação disponível na Memória do PHNE (MOPT 1993b) para a região Guadiana I. Os Quadros 5 e 6 sintetizam esta informação com vista à avaliação do impacto das soluções preconizadas pelo PHNE nas afluências a Portugal. À semelhança do que é feito na Memória do PHNE designa-se por *Soluções do PHNE* em 2002 e 2012 as previsões de disponibilidades hídricas e necessidades calculadas com base nas premissas do PHNE. As *Estimativas prévias* correspondem a previsões anteriores que não tinham em consideração as transferências entre bacias agora preconizadas.

QUADRO 4 - Necessidades no Guadiana I

NECESSIDADES (hm ³)	1992	2002	2012
Abast. público	114	114	120
Indústria	36	39	43
Agricultura	2 130	2 310	2 500
Consumptivas	2 280	2 463	2 663
Refrigeração	2	2	2
Ambiental	69	169	219
Não-consumptivas	71	171	221
Necessidades totais	2 351	2 634	2 884

QUADRO 3 - Disponibilidades no Guadiana I

RECURSOS	Estimativas prévias (hm ³)			Soluções do PHNE (hm ³)	
	1992	2002	2012	2002	2012
1. Recursos Naturais	4 872	4 872	4 872	4 872	4 872
2. Recursos disponíveis prévios	2 592 ¹	2 592	2 795	2 592	2 861
<i>Eliminação de sobre-exploração</i>		-280		-280	
<i>Regularização</i>		483 ²	226	549	195
<i>Aquíferos</i>					
3. Recursos disponíveis próprios	2 592	2 795	3 021	2 861	3 056
<i>Retornos</i>	341	380	410	370	400
<i>Reutilizações</i>				10	10
<i>Importações</i>	20	20	20	120	170
<i>Exportações</i> ³	(651)	(610)	(616)	(776)	(801)
4. Recursos adicionais	361	400	430	500	580
Recursos disponíveis totais (3+4)	2 953	3 195	3 451	3 361	3 636

QUADRO 5 - Balanço hídrico no Guadiana I

BALANÇO HÍDRICO	Estimativas prévias (hm ³)			Soluções do PHNE (hm ³)	
	1992	2002	2012	2002	2012
Disponibilidades	2 953	3 195	3 451	3 361	3 636
Necessidades	2 351	2 634	2 884	2 634	2 884
Balanço	602	561	567	727	752
Défices locais	454	166	185	-	-

QUADRO 6 - Recursos hídricos não utilizáveis no Guadiana I

RECURSOS NÃO UTILIZÁVEIS	Estimativas prévias (hm ³)			Soluções do PHNE (hm ³)	
	1992	2002	2012	2002	2012
1. Recursos naturais	4 872	4 872	4 872	4 872	4 872
2. Recursos disponíveis próprios	2 592	2 795	3 021	2 861	3 056
3. Recursos não utilizados	602	561	567	727	752
Recursos não utilizáveis (1-2+3)	2 882	2 638	2 418	2 738	2 568
Diferença relativa à situação actual		-244	-464	-144	-314

¹ Este valor inclui cerca de 740 hm³ de recursos subterrâneos, dos quais 280 hm³ resultam de uma sobreexploração dos aquíferos das cabeceiras do rio Guadiana.

² Este valor não é explicitado na Memória.

³ Recursos anuais médios que saem do Guadiana I e entram no Guadiana II, mas que não são considerados nos balanços feitos.

Da análise dos quatro quadros anteriores conclui-se, em termos quantitativos que:

- a) Os recursos naturais da região Guadiana I foram avaliados em cerca de 4 900 hm³ dos quais 650 hm³ correspondem a recursos de águas subterrâneas;
- b) os recursos disponíveis são consideravelmente inferiores, da ordem dos 2 600 hm³ (53%), reduzindo-se ainda este valor se se tiver em atenção que se verifica actualmente uma sobre-exploração dos aquíferos localizados nas cabeceiras do rio Guadiana, da ordem dos 280 hm³;
- c) as necessidades actuais de água para satisfazer a procura são cerca de 90% dos recursos próprios disponíveis, verificando-se, por isso, globalmente um ligeiro excedente de água na região, embora se verifiquem défices locais no Alto Guadiana, numa zona muito sensível do ponto de vista ecológico (*Las Tablas de Daimiel*);
- d) o aumento dos recursos disponíveis entre 1992 e 2012 para colmatar os défices locais detectados são sempre obtidos à custa das águas superficiais, através de um incremento de regularização, na primeira fase, e da transferência de água da bacia do Tejo para as cabeceiras do Guadiana;
- e) o aumento da procura de água para abastecimento público durante os vinte anos de aplicação do PHNE não é significativo (5%), sendo o aumento da procura de água para a indústria de 19%;
- f) relativamente à utilização da água para rega prevê-se um aumento de 17%, superior à média nacional que é da ordem dos 14%, porque se considera que esta região não é deficitária; o PHNE é omissivo quanto à expansão da actual área de regadio (316 000 ha);
- g) no entanto, segundo elementos fornecidos pela Confederação Hidrográfica do Guadiana, prevê-se atingir em toda a região uma dotação média de 5 400 m³/ha contra os 6 740 m³/ha que se verificam actualmente; com esta dotação e atendendo ao consumo previsível na bacia, pode estimar-se a área irrigada em cerca de 460 000 ha, o que representa um aumento de 144 000 ha, dos 600 000 ha previstos para todo o País.
- h) não é feita qualquer referência à área irrigada com águas subterrâneas, que se sabe ser significativa, não sendo a informação disponível coincidente; no Anexo da Memória afirma-se que 137 000 ha de regadio na bacia do Guadiana são regados com águas subterrâneas, mas segundo CHG (1992), a área regada nas regiões Guadiana I e Guadiana II é actualmente de 400 000 ha dos quais 210 000 ha, i. e. mais de 50%, são regados com águas subterrâneas; por sua vez, o relatório da CIEA

(RAMOS et al. 1994b - Anexo II), refere que estes valores não são coincidentes com informação disponibilizada anteriormente pela CHG.

- i) as necessidades de água para fins não-consumptivos são essencialmente resultantes de preocupações ambientais;
- j) actualmente nesta região as necessidades ambientais representam cerca de 1.4% dos recursos naturais, valor inferior à estimativa actual para todo o País; esta percentagem poderá, no entanto, subir aos 4.5% no ano 2020 dada a importância do ecossistema de *Tablas de Daimiel*;
- l) apesar do balanço hídrico positivo assinalado acima, a eliminação dos défices locais, nomeadamente da sobre-exploração do aquífero do Alto Guadiana só parece ser integralmente conseguido se forem transferidos anualmente até um máximo de 170 hm³ da bacia do rio Tejo (Quadros 1 e 5);
- m) em face do afirmado na alínea anterior não é de esperar que a transferência de água do rio Tejo para o Guadiana I venha a afectar positivamente as afluências a Portugal;

2.2 - Guadiana IIc

A região Guadiana IIc inclui aproximadamente a parte da bacia do Guadiana limitada a Norte pelo rio Ardila e os afluentes Chança, Malagón e Albahaca (Fig. 1).

Na versão de Abril da Memória do PHNE (MOPT, 1993b) esta região estava integrada na região Guadiana II, que contém, ainda as bacias de três rios exclusivamente espanhóis que não drenam para o Guadiana, e que agora constituem a região Guadiana IIe. A divisão em Guadiana IIc e IIe, posteriormente apresentada a Portugal (MOPT, 1994), constitui um passo indispensável para a caracterização das afluências a Portugal e para a avaliação do impacto das exportações de água previstas para o Guadiana IIe e para a bacia do Guadalquivir.

Apresentam-se a seguir a situação actual e a evolução das disponibilidades e necessidades na região do Guadiana IIc, apenas para o ano 2012. No Quadro 7 faz-se o balanço hídrico para os dois anos considerados. À semelhança do já referido para o Quadro 3, os valores indicados entre parêntesis no Quadro 8 representam recursos anuais médios que entram no Guadiana IIc vindo do Guadiana I, mas que não são considerados nos balanços feitos.

QUADRO 7 - Balanço hídrico na região Guadiana Ilc

BALANÇO HÍDRICO	1992	Estimativa prévia (hm ³)	Soluções do PHNE (hm ³)
		2012	2012
Disponibilidades	148	297	197
Necessidades	42	163	163
Balanço	106	134	34
Défices locais	-	-	-

Quadro 8 - Disponibilidades na região Guadiana Ilc

RECURSOS	1992	Estimativa prévia (hm ³)	Soluções do PHNE (hm ³)
		2012	2012
1. Recursos Naturais	350	350	350
2. Recursos disponíveis prévios <i>Eliminação de sobre-exploração</i> <i>Regularização</i> <i>Aquíferos</i>			
3. Recursos disponíveis	185	355	355
<i>Retornos</i>	2	4	4
<i>Reutilização</i>			
<i>Importações</i>	(651)	(616)	(801)
<i>Exportações</i>	-39	-62	-162
4. Recursos adicionais	-37	-58	-158
Recursos disponíveis totais (3+4)	148	297	197

QUADRO 9 - Necessidades na região Guadiana Ilc

NECESSIDADES (hm ³)	1992	2012
<i>Abast. público</i>	4	8
<i>Indústria</i>	1	2
<i>Agricultura</i>	31	138
Consumptivas	36	148
<i>Refrigeração</i>		
<i>Ambiental</i>	6	15
Não-consumptivas	6	15
Necessidades totais	42	163

Da análise destes quadros podemos concluir o seguinte:

- A previsão dos recursos disponíveis em 2012 é superior aos recursos naturais, o que parece indicar um erro de cálculo (Quadro 8);

- o aumento previsto das necessidades de água para abastecimento público e para a indústria nos próximos 20 anos é de 100% (Quadro 9);
- as necessidades de água para rega vão sofrer um aumento de 345%, i.e. os consumos actuais vão aumentar quatro vezes e meia (Quadro 9).

Apesar destas previsões de grandes consumos continua a considerar-se que a região é excendentária e, por isso, admite-se a transferência de volumes de água da ordem de 50% dos recursos naturais em ano médio.

Na secção 4 desta comunicação analisam-se as consequências da implementação do PHNE no Guadiana I e no Guadiana IIc.

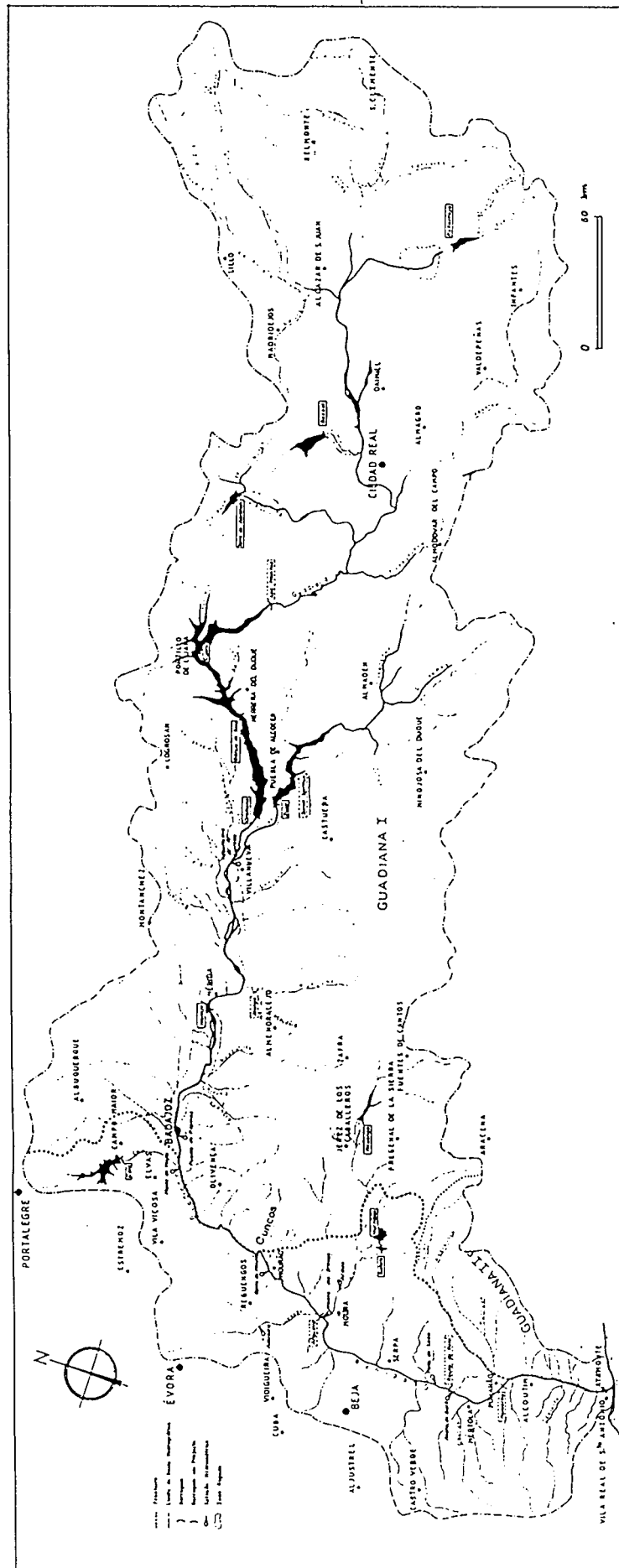
2 - Caracterização do escoamento na bacia portuguesa do Guadiana

A bacia do rio Guadiana, situada entre os paralelos 37° 6' N e 40° 9' N e entre os meridianos de 2° W e 8° W no sul da Península Ibérica, drena uma área de cerca de 66 960 km² dos quais 55 260 km² (83%) em Espanha e 11 700 km² (17%) em Portugal (Fig. 1). A bacia é delimitada a Norte pela bacia do Tejo, a Este pelas bacias do Júcar e do Odiel, a Sul pela bacia do Guadalquivir e a Oeste pelas bacias Portuguesas do Sado, do Mira e do Arade.

O rio Guadiana nasce em Espanha nas lagoas de Ruidera à altitude de 1 700 m. Depois de percorrer cerca de 550 km em Espanha entra em Portugal a cerca de 150 km da foz no Oceano Atlântico entre Vila Real de Santo António (Portugal) e Ayamonte (Espanha), fazendo fronteira com Espanha numa extensão de 110 km.

Os principais afluentes do Guadiana são em Espanha o Ciguela, o Bullaque, o Ruecas e o Xévora (na margem direita) e o Jabalón, Zujar, Matachel, Guadajira e Albuera (na margem esquerda). Em Portugal, os seus principais afluentes são o Caia, o Degebe, o Cobres, o Vascão e a ribeira de Odeleite na margem direita, e o Ardila e o Chança (que também correm em Espanha) na margem esquerda.

A bacia do Guadiana atravessa uma região com características mediterrânicas com verões quentes e secos e invernos moderadamente húmidos. Em Portugal, a precipitação anual média é da ordem dos 600 mm, sendo ligeiramente inferior em Espanha (560 mm). Em qualquer das sub-bacias a precipitação apresenta uma grande irregularidade no espaço e no tempo.



RIO GUADIANA
 PLANTA CERAL DA BACIA HIDROGRÁFICA

Fig.1

O escoamento anual é também bastante variável de ano para ano. Para além desta variação esperada tem-se verificado também uma grande variação nos volumes afluentes a Portugal devido, sobretudo, às regularizações feitas em Espanha ao longo dos anos. Entre 1950 e o início dos anos oitenta, a capacidade de armazenamento em Espanha passou de 56 hm³ para 4 500 hm³. Na última década essa capacidade quase duplicou, sendo actualmente da ordem dos 9 000 hm³ (Fig. 2). Esta capacidade está distribuída por 79 albufeiras com capacidade superior a 1 hm³. Em Portugal existem apenas 4 albufeiras com uma capacidade de armazenamento de apenas 245 hm³, o que representa 3% da capacidade de armazenamento total da bacia.

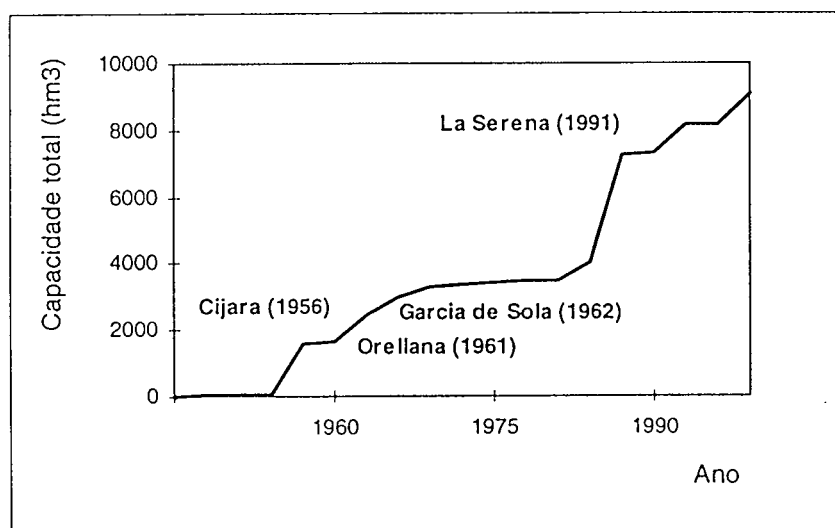


Fig. 2 - Evolução da capacidade de armazenamento em Espanha

A caracterização dos caudais no rio Guadiana pode ser feita através dos registos observados nas 12 estações hidrométricas (7 em Portugal e 5 em Espanha) instaladas neste curso de água. No entanto, COSTA et al. (1993) mostra que os dados observados em algumas destas estações nem sempre oferecem a qualidade desejada. Por outro lado, o elevado grau de regularização verificado, pelo menos em Espanha, torna difícil o estudo da evolução dos escoamentos em Portugal. Para a análise que se pretende fazer interessa-nos, sobretudo, saber quais os caudais afluentes a Portugal e como estes têm evoluído. Consideram-se, por isso, neste estudo apenas as estações de Puente de Palmas (em Espanha, perto de Badajoz), Ponte Mourão e Pulo do Lobo, estas últimas apenas para testar o comportamento da primeira.

Como a natureza do trabalho não permite uma análise muito detalhada dos dados existentes, recorreu-se, em alguns casos, a sínteses disponíveis na bibliografia, cujos resultados nem sempre são comparáveis. Assim, segundo COSTA et al. (1993) que analisa os caudais em várias estações do Guadiana, a média do escoamento acumulado nas várias estações revela uma tendência crescente nos anos cinquenta e até meados dos anos sessenta, estaciona então até ao início dos anos oitenta, para decrescer a partir daí até ao presente. De notar que é precisamente na última década que se observou uma duplicação da capacidade de armazenamento em Espanha. Por outro lado, também na última década, se verificou um decréscimo de precipitação, cuja influência no regime hidrológico do rio necessita de ser estudada.

Dos resultados de DGRAH (1986) tira-se uma conclusão semelhante, embora as estimativas dos caudais médios apresentados para a estação de Pulo do Lobo possam não ser muito rigorosas, visto serem obtidas a partir de tamanhos de amostra muito pequenos. Segundo este trabalho, a média dos caudais anuais observados entre 57/58 e 62/63 (apenas 5 anos) subiu ligeiramente em relação aos caudais médios observados na década anterior descendo nos quinze anos seguintes. Tendência semelhante é apontada para os "caudais em ano seco" e "caudais em ano húmido", sem que estes conceitos estejam definidos.

A Fig. 3 sintetiza os resultados de DGRAH (1986) e COSTA et al. (1993). De notar que neste segundo trabalho os anos secos e húmidos são caracterizados pelos decis 1 e 9, respectivamente.

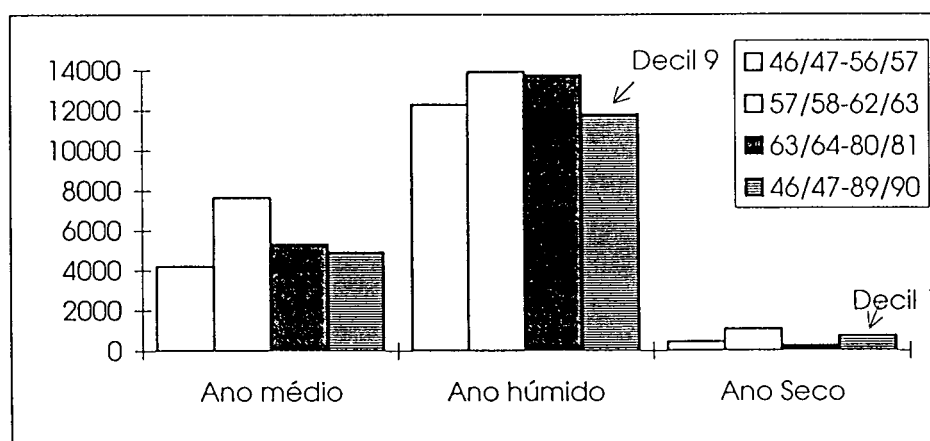


Fig. 3 - Evolução dos caudais em Pulo do Lobo

Para quantificar as afluências à entrada em Portugal poderiam usar-se os caudais na secção espanhola de Puente de Palma, uma estação hidrométrica próxima da fronteira portuguesa e que drena uma área de 48 500 km², aproximadamente igual a 80% da bacia do

Guadiana em Espanha, mas que representa quase 100% da área da bacia à entrada em Elvas. Esta estação hidrométrica foi instalada em 1943, apresentando já um registo observações suficientemente longo. Além disso é uma estação a partir da qual se podem estimar as aflúncias a Portugal, já que Monte da Vinha, a primeira estação no Guadiana em território português, é muito recente e com grandes falhas de dados.

Mas as observações nesta estação foram consideradas por COSTA et al. (1993) como não consistentes, que aconselharam alguma prudência na utilização destes dados. Esta inconsistência pode ter origem na irregularidade da secção de medição, com consequentes alterações da curva de vazão, e/ou no afastamento das condições naturais de escoamento na bacia provocado quer pelo aumento de regularização já referido, quer pelo aumento dos consumos em Espanha.

Também, EDP (1988) considerou que os dados de Puente de Palmas eram pouco fiáveis. Por isso, simulou o escoamento nesta estação tendo obtido uma “nova” série de valores, entretanto actualizada, que se designa por Puente de Palmas (EDP).

Com o objectivo de confirmar as inconsistências referidas para Puente de Palmas escolheram-se de modo aleatório quatro anos hidrológicos - 46/47, 66/67, 76/77, 85/86 - e estabeleceram-se as curvas nível/caudal diário (Fig. 4).

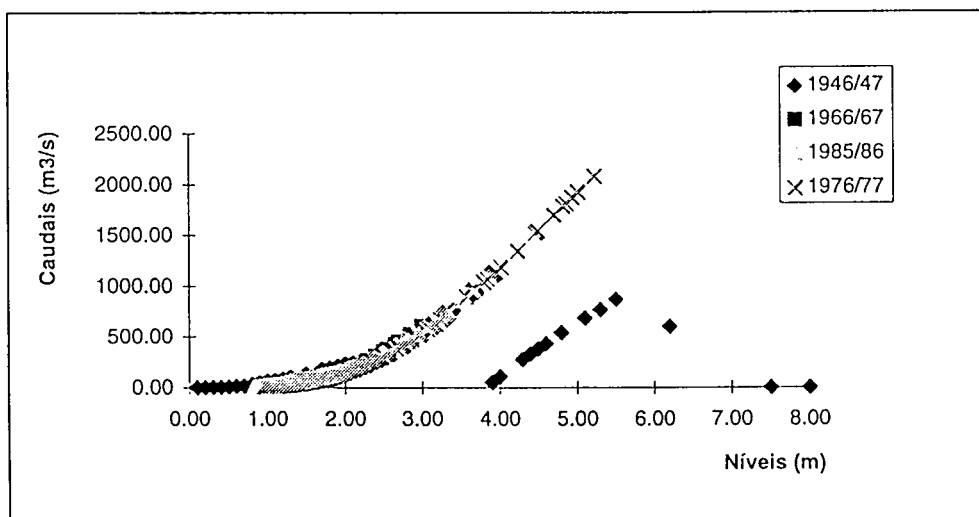


Fig. 4 - Relação nível/caudal em Puente de Palmas

Embora esta análise não seja conclusiva, porque não é sistemática, a comparação das quatro curvas, mostra um comportamento pouco coerente em 46/47. Este facto reforça a necessidade de se fazer uma análise detalhada das curvas de vazão desta estação com o objectivo de se proceder à recuperação dos seus dados.

Por outro lado, comparando a variação anual do escoamento nas três estações: Puente de Palmas (valores observados e valores simulados pela EDP), Ponte Mourão e Pulo do Lobo, verifica-se que as quatro curvas têm um “comportamento médio” bastante semelhante (Fig. 5), pelo que os dados de Puente de Palmas serão usados na secção seguinte para avaliação das afluências a Portugal na fronteira em Elvas.

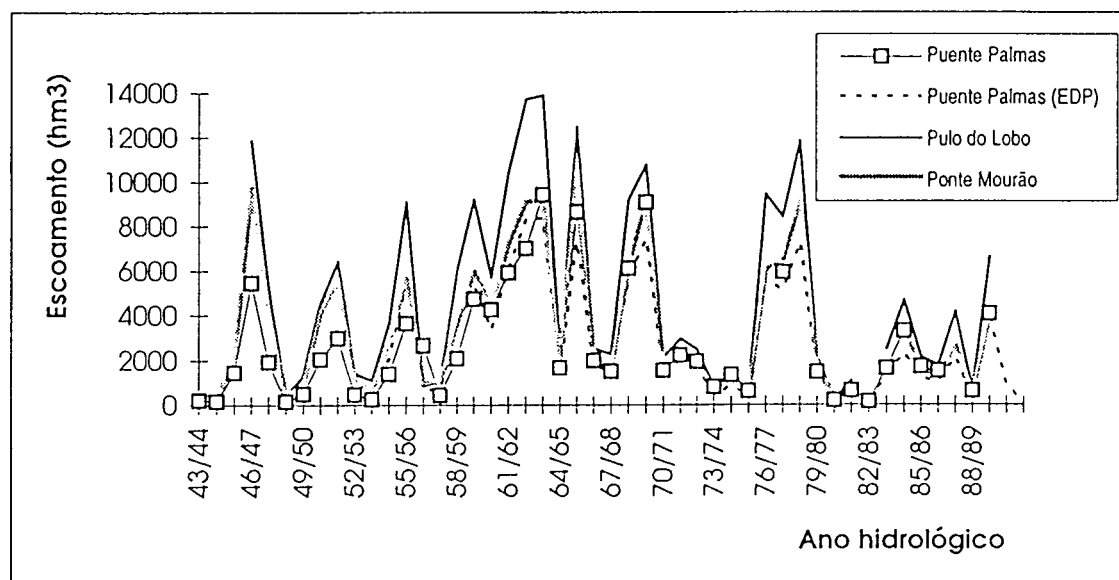


Fig. 5 - Escoamento anual (observado e simulado) na secção de Puente de Palmas

3 - Afluências a Portugal

Na falta de uma estação de medição na fronteira em Elvas⁴, os valores das afluências a Portugal do Guadiana serão estimados a partir dos escoamentos em Puente de Palmas. No entanto, dadas as reticências sobre a qualidade dos dados observados nesta estação, apontadas por vários autores, vamos recorrer essencialmente à série simulada em EDP (1988) e actualizada em 1994.

São as seguintes as estatísticas da série integral (1953/54-1991/92) e da série referente apenas aos últimos 22 anos (1970/71-1991/92), período em que os valores decrescem significativamente:

⁴ Como se disse a estação hidrométrica de Monte da Vinha é uma estação muito recente e as suas observações apresentam inúmeras falhas.

1953/54-1991/92

1970/71-1991/92

Média	2 840 hm ³	1 852 hm ³
Desvio padrão	414 hm ³	412 hm ³
Mediana	1 680 hm ³	1 300 hm ³
Decil 1	300 hm ³	300 hm ³
Decil 9	7 300 hm ³	3 900 hm ³

De notar que se usarem os valores realmente observados, a média destas observações para os períodos iniciados em 53/54 e 70/71 mas terminados em 89/90 é, respectivamente, de 2 630 e 1 740 hm³, isto é ligeiramente inferiores aos acima referidos.

Em qualquer caso estas estimativas são ainda inferiores ao estimado por HENRIQUES⁵ (1985) que é de 3 600 hm³.

Convém ainda referir que nos últimos vinte anos se tem verificado um decréscimo significativo dos escoamentos no Guadiana para o qual não se encontrou ainda justificação cabal. De facto, a média dos escoamentos em Puente de Palmas entre 1970/71 e 1991/92 é da ordem dos 1 800 hm³, i. e. 44% da média dos 17 anos anteriores⁶. Três razões podem ser apontadas para este decréscimo de caudais, embora nenhuma delas pareça explicar completamente esta diferença. Primeira, como já se referiu, a capacidade de regularização em Espanha aumentou consideravelmente na última década. Segunda, a análise dos valores da precipitação observados na estação meteorológica de Elvas mostra no mesmo período, i. e. a partir dos anos 70, um decréscimo, em termos médios, da ordem de 12%. Terceira, embora, não quantificado, verificou-se um aumento significativo dos consumos neste mesmo período, sobretudo na agricultura que, como se sabe, é responsável actualmente por cerca de 90% dos consumos totais na Guadiana I.

Parece, portanto, razoável considerar-se que actualmente, e com base nos dados simulados por EDP, entre 1970/71 e 1991/92, as afluições médias a Portugal em Elvas são da ordem dos 1 800 hm³, podendo, no entanto, variar entre valores mínimos da ordem dos 120 hm³ e valores máximos de cerca de 8 000 hm³. Se se usarem as observações em Puente de Palmas estas estatísticas apresentam uns valores semelhantes.

⁵ Desconhece-se se as afluições médias indicadas por HENRIQUES, 1985, incluem ou não os escoamentos dos rios Ardila e Chança, cuja confluência com o Guadiana está já a jusante de Elvas e, portanto, não são considerados na estimativa das afluições médias obtidas através do escoamento na secção de Puente Palmas. Por outro lado, também deve contribuir para esta diferença, o facto de os dados usados por Henriques serem relativos a um período que não ultrapassa o início da década de oitenta.

⁶ No período de 1953/54 a 1969/70 o escoamento médio em Puente de Palmas (EDP) é de 4 125 hm³.

Dado o significado desta diferença e o seu impacto no aproveitamento de Alqueva, chama-se mais uma vez a atenção para a necessidade urgente de se fazer um estudo, tão rigoroso quanto possível, e eventuais medições de caudal para avaliar as afluências a Portugal na bacia do Guadiana em Elvas.

4 - Reflexos do PHNE na bacia do Guadiana

Para uma melhor compreensão desta secção devem consultar-se RAMOS et al. (1994a, 1994b e 1994c).

Conforme já foi referido, o PHNE divide a bacia do Guadiana em duas regiões: o Guadiana.Plano I e o Guadiana.Plano II, designadas abreviadamente por Guadiana I e Guadiana II, respectivamente.

A primeira dificuldade em analisar o PHNE no que respeita ao seu impacto na bacia do Guadiana em território Português resulta, pois, desta divisão, com delimitações muito pouco claras e não coincidentes com a bacia do rio Guadiana.

No que respeita ao Guadiana I, dada a discrepância entre os limites desta região e a bacia do rio Guadiana à entrada em Portugal em Elvas, as conclusões obtidas para esta região na secção 1 não são directamente comparáveis com os resultados da secção 3.

No entanto, se considerarmos, embora de modo grosseiro, que os recursos do Guadiana I são resultantes da soma dos escoamentos na fronteira de Elvas com os escoamentos do rio Ardila, na secção de *Jerez de los Caballeros* (estação hidrométrica junto à fronteira com Portugal), podemos tirar algumas conclusões. De notar, que além destas duas componentes, existem ainda algumas bacias de menor dimensão que também drenam para o Guadiana ou seus afluentes na região Guadiana I.

Com base num registo de 12 anos hidrológicos (1974/75 a 1985/86) o escoamento anual em *Jerez de los Caballeros* é estimado em 104 hm³. Deste modo, e a partir do Quadro 6, pode dizer-se que os recursos não utilizáveis na bacia do Guadiana (na fronteira de Elvas) serão da ordem dos 2 600 hm³, em 2002, e 2 400 hm³, em 2012, o que representa uma redução de 9% e 16%, respectivamente, em relação à situação tida com actual (1992).

Porém, os recursos estimados em 1992 (2 850 hm³), embora coincidindo com a média estimada em Puente de Palmas para o período de 1953/54 a 1991/92, são bastante superiores aos realmente observados actualmente. Recordar-se que a média dos escoamentos nos últimos 22 anos é de apenas 1 800 hm³.

Portanto, com base no Quadro 6 e nas considerações anteriores, temos de concluir que as aflúncias a Portugal deverão diminuir no futuro, quer haja transferência de água para o Guadiana I (soluções do PHNE), quer não (estimativas prévias). Mais do que isso, essa diminuição já se vem sentindo há muito tempo, e portanto, as consequências finais serão ainda mais negativas do que os números do Quadro 6 apontam.

Finalmente, há que referir que os escoamentos em regime natural, considerados no PHNE, são valores médios, e não é bem claro o que se entende por recursos disponíveis. Por outro lado, como já se referiu atrás, os escoamentos em anos secos podem ser da ordem dos 10% dos escoamentos em anos médios. Por isso, a gestão da bacia nestas circunstâncias tem de, por um lado, ter em conta os reduzidos recursos disponíveis e, pelo outro lado, incluir uma correcta utilização desses recursos, eventualmente, tomando medidas conducentes à sua redução.

Por estas razões, uma análise correcta do impacto das aflúncias a Portugal em anos secos exige : i) uma adequada avaliação dos caudais afluentes, que, dada a especificidade do rio Guadiana com a chamada bacia intermédia (em que o Guadiana corre em território Português mas recebe aflúncias de Espanha), não é fácil; e ii) uma correcta simulação dos consumos efectivos de água, que depende de muito factores, em particular de algumas indefinições relativamente aos planos de rega em Portugal e Espanha. Toda esta tarefa ultrapassa em muito o âmbito deste trabalho.

Relativamente ao Guadiana II, a situação é também preocupante. A verificarem-se as transferências máximas previstas (que em análises mais recentes parecem ainda ser agravadas), a relação entre as necessidades e as disponibilidades passa dos 30% actuais para menos de 85% em 2012, o que significa que as aflúncias deverão sofrer uma quebra bastante acentuada. De recordar ainda que a confirmar-se um erro de cálculo na avaliação dos recursos disponíveis (Quadro 8), que têm necessariamente de ser inferiores ao valor apontado, a diminuição dos recursos afluentes será ainda maior.

5 - Considerações finais

Para uma completa e correcta avaliação dos reflexos da implementação do PHNE na bacia portuguesa do rio Guadiana é necessário conhecer bem as características desta bacia, caracterizar perfeitamente o regime hidrológico do Guadiana e seus afluentes, avaliar as aflúncias de Espanha, em quantidade em qualidade, e avaliar as necessidades futuras na bacia. Por outro lado, é indispensável conhecer com algum detalhe como foram calculados os

recursos disponíveis em Espanha e estimadas as necessidades da bacia. Por fim, é indispensável ter elementos sobre a abordagem em Espanha desta bacia, em particular a divisão territorial em Guadiana I e Guadiana II, e as probabilidades associadas aos conceitos de recursos disponíveis e caudais garantidos.

Os elementos disponíveis até agora, MOPT (1993a, 1993b e 1994), não permitem mais que as conclusões “qualitativas” sobre o impacto do PHNE, algumas das quais foram já apresentadas na secção 4 desta comunicação. Resumem-se a seguir as principais conclusões:

- As afluições a Portugal na bacia do Guadiana sofrerão uma redução não só em resultado das transferências previstas no PHNE, mas também em consequência dos aumentos de consumo na própria bacia espanhola, que se estimam, para o ano 2012, em cerca de 23% e 290% para o Guadiana I e Guadiana II, respectivamente;
- em consequência apenas das transferências, prevê-se que a importação de água para o Guadiana I não afectará positivamente as afluições a Portugal, enquanto a transferência no Guadiana II afectará de forma negativa as condições a jusante da confluência do Chança;
- se se considerarem situações extremas de falta de água, os valores de escoamentos anuais médios até agora observados nas várias estações hidrométricas portuguesas, fazem prever a possibilidade de afluições de valor quase nulo. Faz-se notar que esta situação já ocorreu em 1993 durante cerca de 5 meses;
- não sendo possível ainda uma quantificação rigorosa do valor dos caudais ambientais necessários neste rio, refere-se, a título indicativo, que um estudo realizado pela Comissão Instaladora da Empresa do Alqueva aponta para a necessidade de serem garantidos, a jusante da barragem de Alqueva, valores anuais compreendidos entre 350 hm³ e 660 hm³, valores dificilmente satisfeitos com as transferências previstas no Guadiana II.
- Em território Português e nos troços internacionais o rio é considerado no PHNE como contendo água de *boa* qualidade. Esta classificação contrasta com os resultados disponíveis em Portugal dos quais se pode inferir que o rio está muito ou extremamente poluído junto a Elvas e poluído junto a Rocha da Galé. A poluição é resultante fundamentalmente de nutrientes e carga orgânica. Contudo, tendo em vista os investimentos previstos no PHNE com vista à depuração dos cursos de água, é de esperar uma melhoria significativa da qualidade das águas afluentes a Portugal.

Referências

- COSTA, J. P.; COSTA, J. R.; RODRIGUES, R.; SANTOS, M. A. (1993) - *Bacia Portuguesa do Guadiana: Caracterização Hidrológica Sumária*. Relatório elaborado no âmbito do projecto COVEPLAM, Lisboa, UNINOVA, 129p.
- DGRAH (1986) - *Monografias Hidrológicas dos Principais Cursos de Água de Portugal Continental*. Lisboa, Direcção-Geral dos Recursos e Aproveitamentos Hidráulicos, 569p.
- EDP (1988) - *Aproveitamento do rio Guadiana: Escalão do Alqueva*. Projecto. Volume VI, Porto, Electricidade de Portugal, Março.
- HENRIQUES, A. G. (1985) - *Avaliação dos Recursos Hídricos de Portugal Continental*. Lisboa, Instituto de Estudos para o Desenvolvimento, 151p.
- MOPT (1993a) - *AnteProyeto de Ley del Plan Hidrológico Nacional*. Madrid, Ministerio de Obras Públicas y Transportes, Abril.
- MOPT (1993b) - *Plan Hidrológico Nacional: Memória*. Madrid, Ministerio de Obras Públicas y Transportes, Abril.
- MOPT (1994) - *Cuencas Compartidas por Portugal y España - Síntesis del Plano Hidrológico Nacional Español*. Madrid, Ministerio de Obras Públicas y Transportes, Fevereiro.
- RAMOS, C. M.; ROCHA, J.; SANTOS, M. A. (1994a) - *Análise do Plano Hidrológico Nacional de Espanha - 1º Relatório: Apreciação Geral e Análise Sumária das Consequências*. Relatório 36/94 - DH, Lisboa, Laboratório Nacional de Engenharia Civil.
- RAMOS, C. M.; ROCHA, J.; SANTOS, M. A. (1994b) - *Análise do Plano Hidrológico Nacional de Espanha - 1º Relatório: Apreciação Geral e Análise Sumária das Consequências, Volume 1-Anexos*. Relatório 36/94 - DH, Lisboa, Laboratório Nacional de Engenharia Civil.
- RAMOS, C. M.; SANTOS, M. A.; ROCHA, J. (1994c) - *Análise do Plano Hidrológico Nacional de Espanha - 2º Relatório: Apreciação Geral do Documento Síntese*. Relatório 62/94 - DH, Lisboa, Laboratório Nacional de Engenharia Civil.