



ASPECTOS QUANTITATIVOS DOS SISTEMAS AQUÍFEROS DO BAIXO TEJO

Manuel Mendes OLIVEIRA

Geólogo, LNEC, Av. do Brasil, 101, 1700-066 Lisboa, Portugal, (+351) 21 844 3436, Email: moliveira@lnec.pt

RESUMO

Referem-se os três principais sistemas aquíferos da bacia do Tejo: Aluviões do Tejo, Bacia do Tejo-Sado/Margem Esquerda e Bacia do Tejo-Sado/Margem Direita. Apresenta-se o modelo conceptual de escoamento subterrâneo destes sistemas aquíferos e para cada um caracteriza-se o armazenamento permanente, a recarga, o volume extraível, as extracções para os diferentes usos (doméstico, industrial e agrícola) e o balanço hídrico subterrâneo. Tratam-se de sistemas multicamada, com boas características de transmissividade. O escoamento subterrâneo faz-se maioritariamente em direcção ao rio Tejo, e, localmente, para o estuário do Tejo, o estuário do Sado e para o oceano Atlântico. Para o conjunto dos sistemas estima-se que a recarga total a partir da infiltração da água da chuva é de 1789 hm³/ano. Deste valor, estima-se que 70 % do volume de recarga sejam exploráveis anualmente, ou seja 1247 hm³/ano. Para a área abrangida pelo Plano de Bacia Hidrográfica do rio Tejo (excluindo-se portanto a zona a sul da península de Setúbal pertencente ao sistema aquífero da Margem Esquerda) estima-se um balanço positivo entre o volume extraível e as extracções de 350 hm³/ano. A comunicação baseia-se nos trabalhos desenvolvidos para o Plano de Bacia Hidrográfica do rio Tejo, aprovado em 2001 e no trabalho de identificação e caracterização dos "Sistemas aquíferos de Portugal Continental" elaborado em 2000.

Palavras-chave: modelo conceptual, armazenamento permanente, recarga, balanço hídrico, Baixo Tejo

1. INTRODUÇÃO

Esta comunicação baseia-se fundamentalmente em dois trabalhos: “Sistemas aquíferos de Portugal Continental” (Almeida et al., 2000) e “Anexo Temático 4 - Recursos Hídricos Subterrâneos; Tomo B - Caracterização do Balanço Hídrico Subterrâneo, da 1ª Fase – Análise e Diagnóstico da Situação Actual do Plano de Bacia Hidrográfica do rio Tejo” (Oliveira et al., 1999).

De acordo com Almeida et al. (2000), na área do Baixo Tejo definem-se três sistemas aquíferos: Aluviões do Tejo, Bacia do Tejo-Sado/Margem Esquerda e Bacia do Tejo-Sado/Margem Direita, cuja localização se representa na Figura 1. Estes três sistemas são caracterizados em termos geológicos e de parâmetros hidráulicos, com base em Almeida et al. (1999), e do ponto de vista de reservas hídricas subterrâneas (armazenamento permanente), recarga, volume extraível, extracções de água subterrânea e balanço hídrico subterrâneo com base nos trabalhos desenvolvidos para o Plano de Bacia Hidrográfica do rio Tejo (Oliveira et al., 1999), aprovado pelo Decreto Regulamentar n.º 18/2001, de 7 de Dezembro.



Figura 1 – Localização dos sistemas aquíferos do Baixo-Tejo

2. MODELO CONCEPTUAL DE ESCOAMENTO

A Figura 2 mostra as formações geológicas aflorantes dos três sistemas aquíferos da bacia do Baixo Tejo. O sistema aquífero da Margem Direita é um sistema multicamada, livre na parte superior e semi-confinado a confinado em profundidade, caracterizado maioritariamente por formações miocénicas, estando fundamentalmente suportado pelos calcários de Almoester e os Arenitos da Ota.

O sistema aquífero da Margem Esquerda é constituído fundamentalmente por formações miocénicas, pliocénicas e quaternárias. Trata-se igualmente de um sistema multicamada, onde Almeida et al. (2000) individualizaram três áreas, (1) as formações miocénicas francamente marinhas, que ocorrem principalmente na península de Setúbal, (2) as formações pliocénicas, que ocorrem na restante área, e que se sobrepõem a (3) os Arenitos da Ota (do Miocénico).

No sistema das Aluviões do Tejo, Almeida et al. (2000) individualizaram dois grupos de aquíferos: Aluviões e Terraços.

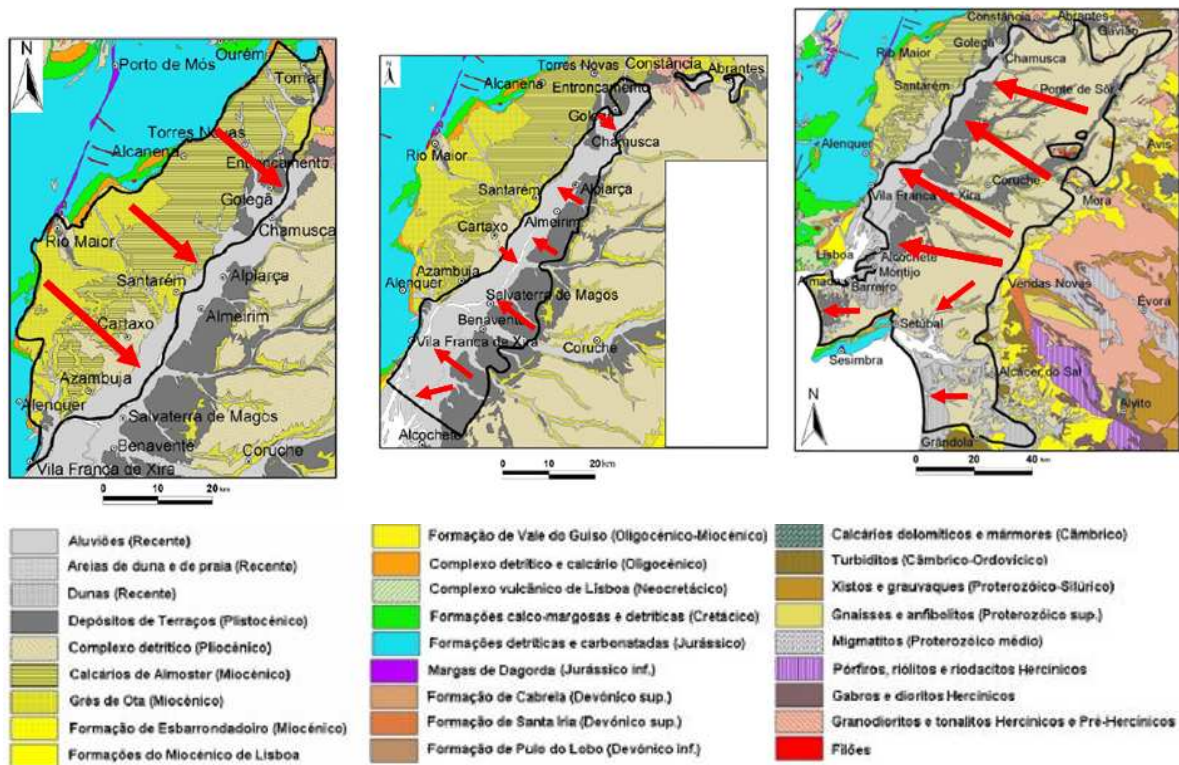


Figura 2 – Geologia dos sistemas aquíferos do Baixo-Tejo e direcções regionais de escoamento (setas)

A Figura 2 indica as direcções regionais de escoamento subterrâneo. A Figura 3 mostra um modelo hipotético do escoamento subterrâneo numa secção do sistema aquífero da Margem Esquerda, entre Mora e o estuário do Tejo a N de Alcochete. Neste modelo não está representada a anisotropia do meio e a sua estrutura em camadas. O que se representa são possíveis linhas de fluxo, mostrando sistemas de escoamento locais, regional e intermédios. Os sistemas de escoamento locais referem-se a água que se infiltra no solo, recarrega o sistema aquífero e tem um percurso subterrâneo, sendo o seu local de descarga a linha de água mais próxima do local da infiltração. O sistema de escoamento regional tem como local de descarga o estuário do Tejo, independentemente do local onde se faz a recarga do sistema. Finalmente, os sistemas de escoamento intermédios incluem locais de recarga mais distantes do que locais de descarga vizinhos; nestes sistemas o local de descarga não é o estuário do Tejo e pode também não ser o curso de água mais próximo do local onde se dá a infiltração. Os sistemas de escoamento intermédios incorporam sistemas locais. O sistema de escoamento regional incorpora os intermédios.

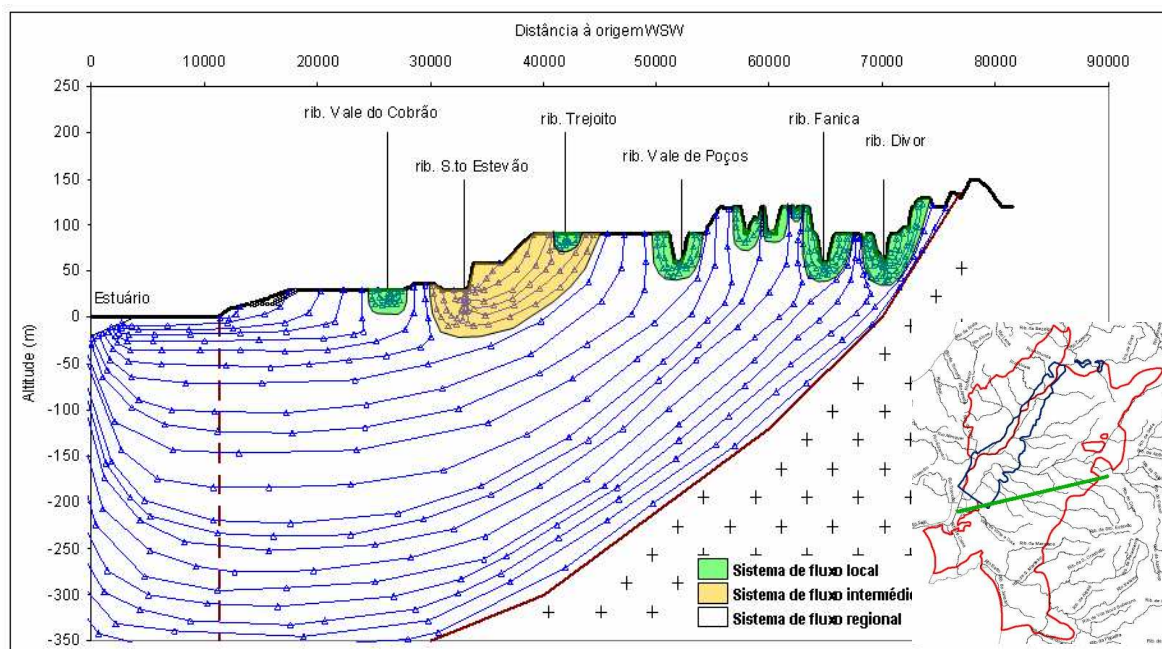


Figura 3 – Modelo hipotético do escoamento do sistema aquífero da Margem Esquerda

3. PARÂMETROS HIDRÁULICOS

A caracterização dos parâmetros hidráulicos transmissividade, condutividade hidráulica e coeficiente de armazenamento baseia-se em Almeida et al. (2000).

No sistema aquífero da Margem Direita, nos Calcários de Almoester, a transmissividade estimada a partir de 34 caudais específicos varia entre 0,1 m²/d e 1200 m²/d, estando os valores mais frequentes entre 10 m²/d e 130 m²/d. Nos Arenitos da Ota, a transmissividade estimada a partir de 168 caudais específicos situa-se entre 1 m²/d e 4100 m²/d, com valores mais frequentes entre 20 m²/d e 160 m²/d.

No sistema aquífero da Margem Esquerda, nas Formações miocénicas francamente marinhas, a partir da interpretação de 2 ensaios de bombagem, calcularam-se transmissividades de 1728 m²/d e 3456 m²/d, e coeficientes de armazenamento de 0,001; a partir dos 101 caudais específicos estimaram-se transmissividades entre 29 m²/d e 4100 m²/d, com valores mais frequentes entre 127 m²/d e 693 m²/d. No Pliocénico, a transmissividade calculada com base em 15 ensaios de bombagem situa-se entre 100 m²/d e 3000 m²/d, e a estimada com base em 135 caudais específicos situa-se entre 19 m²/d e 2029 m²/d, com valores mais frequentes entre 97 m²/d e 305 m²/d. Nos Arenitos da Ota, as transmissividades calculadas a partir de 2 ensaios de bombagem foram de 129 m²/d e 500 m²/d, tendo sido estimadas, com base em 176 caudais específicos, a variar entre 3 m²/d e 1500 m²/d, com valores mais frequentes entre 45 m²/d e 179 m²/d.

No sistema das Aluviões do Tejo, nas Aluviões, as transmissividades calculadas com base em 80 ensaios de bombagem variam entre 6 m²/d e 5575 m²/d, com valores mais frequentes entre 823 m²/d e 2246 m²/d, as condutividades hidráulicas, calculadas com base em 78 ensaios de bombagem variam entre 1,1 m/d e 464 m/d, com valores mais frequentes entre 65 m/d e 194 m/d. Nos Terraços as transmissividades calculadas com base em 28 ensaios de bombagem variam entre 92 m²/d e 5794 m²/d, com valores mais frequentes entre 924 m²/d e 2899 m²/d, as condutividades hidráulicas, calculadas com base em 22 ensaios de bombagem variam entre 43 m/d e 229 m/d, com valores mais

frequentes entre 88 m/d e 170 m/d. Os coeficientes de armazenamento calculados com base em ensaios de bombagem variaram entre 0,00002 e 0,1.

4. ARMAZENAMENTO PERMANENTE (RESERVAS)

Como **armazenamento permanente** entenda-se o volume de água do sistema aquífero drenável por acção da gravidade, abaixo do nível piezométrico correspondente ao escoamento de base nulo. Este volume de água é dado pelo produto da porosidade eficaz com o volume de aquífero abaixo do nível piezométrico correspondente ao escoamento de base nulo.

Oliveira et al. (1999) dividiram cada sistema aquífero em áreas de ocorrência representativas e para cada área de ocorrência estabeleceram uma coluna litológica tipo, com base nas descrições litológicas das sondagens apresentadas nas notícias explicativas das cartas geológicas de Portugal à escala 1:50000. Os materiais que compõem esta coluna litológica foram agrupados para se determinar a sua espessura aproximada. Cada grupo foi caracterizado em termos de porosidade eficaz, com base em estudos existentes (caso de Rio Maior), ou na sua maior parte, com base em tabelas que relacionam a litologia com a porosidade eficaz. Estas tabelas apresentam valores máximos, mínimos e médios típicos para cada material. Fez-se o cálculo do armazenamento permanente para cada uma destas situações, optando-se também por um valor, normalmente próximo da porosidade eficaz mínima, pelo que os armazenamentos permanentes apresentados são valores conservativos. Considerou-se uma espessura máxima de 150 m, pelo que, na parte mais junto às fronteiras de descarga dos sistemas não aluvionares, os valores estarão aquém dos reais. O Quadro 1 apresenta os armazenamentos permanentes para cada um dos sistemas, bem como as espessuras e porosidades eficazes consideradas. No total estima-se que nos sistemas aquíferos da bacia do Baixo Tejo existem 57,19 km³ de água subterrânea drenável por acção da gravidade abaixo do nível piezométrico correspondente ao escoamento de base nulo.

5. RECARGA E VOLUME EXTRAÍVEL

A recarga por infiltração da água da chuva dos sistemas aquíferos do Baixo Tejo foi estimada com base no método apresentado em Vermeulen et al. (1993, 1994) que permite quantificar a recarga distribuída a partir da precipitação anual média, do número característico de escoamento (NC) e da quantidade máxima de água disponível para evapotranspiração (AGUT), duas variáveis que dependem do material do solo e da ocupação do solo.

A Figura 4 apresenta a distribuição da recarga obtida nos sistemas aquíferos da bacia do Baixo Tejo. Os valores de recarga variam entre 100 mm/ano e 572 mm/ano. O Quadro 2 apresenta, por sistema aquífero do Baixo Tejo, a recarga média anual e as taxas de recarga. Note-se que os volumes de recarga apresentados referem-se exclusivamente à recarga por infiltração da água da chuva, que é sem dúvida a maior fonte de recarga das águas subterrâneas. Ao todo, na áreas dos três sistemas aquíferos, estima-se uma recarga de 1789 hm³/ano.

De forma a garantir a manutenção do escoamento de base dos cursos de água superficiais dependentes dos sistemas aquíferos e para se ter alguma segurança relativamente ao volume a extrair, considerou-se que a extracção de águas subterrâneas nunca deveria exceder em 70 % o volume anual de recarga média. O Quadro 2 também apresenta o volume extraível por sistema aquífero, estimado num valor global de 1247 hm³/ano.

Quadro 1 - Armazenamento permanente dos sistemas aquíferos do Baixo Tejo

Geologia	Área (km ²)	Esp. (m)	Vol. (km ³)	Porosidade eficaz (%)				Armazenamento permanente							
				méd	mín	máx	opção	(mm)				(km ³)			
								méd	mín	máx	opção	méd	mín	máx	Opção
Aluviões do Tejo															
Aluviões	1090	30	33	17	9	26	9	5079	2697	7818	2787	5,54	2,94	8,52	3,04
-areia fina e média		2	2	25	10	35	15	450	180	630	270	0,49	0,20	0,69	0,29
-lodo e areia fina e média		17	18	10	2	20	2	1650	330	3300	330	1,80	0,36	3,60	0,36
-areia grosseira		9	10	27	20	35	20	2430	1800	3150	1800	2,65	1,96	3,43	1,96
-argila arenosa e areia argilosa		1	1	7	3	12	3	63	27	108	27	0,07	0,03	0,12	0,03
-areia grosseira com seixos		2	2	27	20	35	20	486	360	630	360	0,53	0,39	0,69	0,39
Terraços	560	15	8	16	12	24	12	2400	1725	3525	1725	1,34	0,97	1,97	0,97
-argila arenosa e areia argilosa		8	4	7	3	12	3	525	225	900	225	0,29	0,13	0,50	0,13
-areia com cascalheira		8	4	25	20	35	20	1875	1500	2625	1500	1,05	0,84	1,47	0,84
Aluviões do Tejo	1090	38	41	17	10	26	10	6312	3583	9629	3673	6,88	3,91	10,50	4,00
Bacia do Tejo-Sado / Margem Direita															
Bacia de Rio Maior	18	118	2	9	9	10	9	11000	11000	11904	11181	0,20	0,20	0,22	0,20
-diatomitos	5	70	0			5	1			3500	700			0,02	0,00
-areias caulíniferas	18	100	2	11	11	11	11	11000	11000	11000	11000	0,20	0,20	0,20	0,20
Restante Área	1602	179	287	10	3	18	3	17056	4850	31444	6125	27,32	7,77	50,37	9,81
Miocénico superior a N do Rio Alviela	438	50	22	6	3	12	3	3063	1313	6125	1688	1,34	0,57	2,68	0,74
-calcários		13	5	0,5	0	1	0,5	62,5	0	125	62,5	0,03	0,00	0,05	0,03
-margas		13	5	0	0	0	0	0	0	0	0	0,00	0,00	0,00	0,00
-calcários detríticos		13	5	3	0,5	20	3	375	62,5	2500	375	0,16	0,03	1,10	0,16
-areia fina		13	5	21	10	28	10	2625	1250	3500	1250	1,15	0,55	1,53	0,55
Miocénico superior a S do Rio Alviela	1164	60	70	6	1	14	2	3800	600	8400	1020	4,42	0,70	9,78	1,19
-argila arenosa		20	23	7	3	12	3	1400	600	2400	600	1,63	0,70	2,79	0,70
-argila		20	23	2	0	10	0,1	400	0	2000	20	0,47	0,00	2,33	0,02
-arenito argiloso		20	23	10	0	20	2	2000	0	4000	400	2,33	0,00	4,66	0,47
Miocénico inferior	1602	120	192	11	3	19	4	13200	4000	23200	4840	21,15	6,41	37,17	7,75
-arenito muito argiloso		40	64	10	0	20	2	4000	0	8000	800	6,41	0,00	12,82	1,28
-argila		40	64	2	0	10	0,1	800	0	4000	40	1,28	0,00	6,41	0,06
-areia fina		40	64	21	10	28	10	8400	4000	11200	4000	13,46	6,41	17,94	6,41
Pliocénico	117	30	4	12	3	21	4	3525	750	6375	1133	0,41	0,09	0,75	0,13
-arenito		8	1	10	0	20	3	750	0	1500	225	0,09	0,00	0,18	0,03
-areia		8	1	25	10	35	10	1875	750	2625	750	0,22	0,09	0,31	0,09
-arenito argiloso		8	1	10	0	20	2	750	0	1500	150	0,09	0,00	0,18	0,02
-argila		8	1	2	0	10	0,1	150	0	750	7,5	0,02	0,00	0,09	0,00
Bacia do Tejo-Sado / Margem Direita	1620	179	290	10	3	17	3	16990	4919	31228	6183	27,52	7,97	50,59	10,02
Bacia do Tejo-Sado / Margem Esquerda															
Tejo (Margem Esquerda)	4152	150	623	9	3	20	4	13500	3938	29250	6038	56,05	16,35	121,45	25,07
-areia, por vezes argilosa		38	156	21	10	28	10	7875	3750	10500	3750	32,70	15,57	43,60	15,57
-arenito		38	156	10	0	20	3	3750	0	7500	1125	15,57	0,00	31,14	4,67
-argila		38	156	2	0	10	0,1	750	0	3750	37,5	3,11	0,00	15,57	0,16
-calcarenito		38	156	3	0,5	20	3	1125	187,5	7500	1125	4,67	0,78	31,14	4,67
Península de Setúbal	1379	159	219	8	3	15	3	13480	4000	24600	5104	18,59	5,52	33,92	7,04
-Aquífero superficial	1379	30	41	16	5	24	6	4650	1500	7200	1800	6,41	2,07	9,93	2,48
areias por vezes argilosas		15	21	21	10	28	10	3150	1500	4200	1500	4,34	2,07	5,79	2,07
arenitos, por vezes argilosos		15	21	10	0	20	2	1500	0	3000	300	2,07	0,00	4,14	0,41
-Aquitardo (= argila)	1379	29	40	2	0	10	0,1	580	0	2900	29	0,80	0,00	4,00	0,04
-Aquífero profundo	1379	100	138	8	3	15	3	8250	2500	14500	3275	11,38	3,45	20,00	4,52
argila		25	34	2	0	10	0,1	500	0	2500	25	0,69	0,00	3,45	0,03
Areia fina		25	34	21	10	28	10	5250	2500	7000	2500	7,24	3,45	9,65	3,45
arenitos calcários		25	34	10	0	20	3	2500	0	5000	750	3,45	0,00	6,90	1,03
margas		25	34	0	0	0	0	0	0	0	0	0,00	0,00	0,00	0,00
Bacia do Sado	1391	150	209	10	4	18	5	15180	6499	26609	7957	21,12	9,04	37,01	11,07
-areia grosseira		15	21	27	20	35	20	4050	3000	5250	3000	5,63	4,17	7,30	4,17
-areia média		10	14	26	15	32	15	2600	1500	3199	1500	3,62	2,09	4,45	2,09
-areia fina		13	19	21	10	28	10	2800	1334	3734	1334	3,90	1,86	5,19	1,86
-argila arenosa		20	28	7	3	12	3	1399	600	2398	600	1,95	0,83	3,34	0,83
-argila		25	35	2	0	10	0,1	500	0	2498	25	0,69	0,00	3,47	0,03
-conglomerado		13	19	10	0	20	3	1334	0	2667	400	1,86	0,00	3,71	0,56
-arenito		20	28	10	0	20	3	2000	0	3996	600	2,78	0,00	5,56	0,83
-calcário		20	28	0,5	0	1	0,5	100	0	200	100	0,14	0,00	0,28	0,14
-calcário detrítico		13	19	3	0,5	20	3	400	67	2667	400	0,56	0,09	3,71	0,56
Bacia do Tejo-Sado/Margem Esquerda	6922	152	1051	9	3	18	4	13834	4465	27793	6237	95,76	30,91	192,38	43,17

Esp. = espessura; Vol. = volume

Fonte: Oliveira et al. (1999)



As extracções para abastecimento de indústrias utilizando captações próprias reportam-se aos dados provenientes de 77 indústrias com extracções de águas subterrâneas situadas dentro da área do plano de bacia do Tejo; tendo havido um conjunto grande de indústrias de que não foi possível obter os volumes extraídos, os valores apresentados referem-se somente às indústrias inventariadas.

As extracções de água subterrânea para a agricultura foram estimadas utilizando as necessidades hídricas teóricas para as culturas regadas, a eficiência de rega, as áreas irrigadas por concelho e as áreas regadas por origem de água.

As extracções totais estimadas de águas subterrâneas nos três sistemas aquíferos é a representada no Quadro 3. Dada a sobreposição parcial do sistema aquífero das aluviões do Tejo com os outros dois sistemas, e dado que em muitas das situações onde havia sobreposição não foi possível definir em que sistema aquífero é que estavam a ser feitas as extracções, o Quadro apresenta valores para cada uma das situações possíveis em cada sistema aquífero.

Quadro 3 – Extracções de água subterrânea, por sistema aquífero da bacia do Baixo Tejo

Sistema hidrogeológico		Área no PBHT (km ²)	Doméstico e industrial a partir de redes de distribuição		Industrial por captações próprias ⁽¹⁾		Agrícola		Total de Extracções ⁽¹⁾	
			(1000 m ³ /a)	(mm/a)	(hm ³ /a)	(mm/a)	(hm ³ /a)	(mm/a)	(hm ³ /a)	(mm/a)
Aluviões do Tejo	+ Bacia do Tejo-Sado/ Margem Direita	233,5	449,7	2	0,032	0,1	39,5	169	40,0	171
	+ Bacia do Tejo-Sado/ Margem Esquerda	821,8	5148,1	6	3,953	5	133,2	162	142,3	173
	Área de sobreposição	1055,3	1041,4	1	-	-	-	-	1,0	1
	Área de não sobreposição	0,3	-	-	0,045	151	0,05	153	0,1	304
	Total	1055,6	1041,4 – 6639,2	1 – 6	0,045 - 4,031	0 - 4	0,05 – 172,72	0 - 164	1,1 - 183,4	1 - 174
Bacia do Tejo-Sado / Margem Direita	Área de afloramento	1384,9	10683,2	8	0,303	0,2	105,92	76	116,9	84
	+ Aluviões do Tejo	233,5	449,7	2	0,032	0,1	39,5	169	40,0	171
	Área de sobreposição	233,5	753,1	3	-	-	-	-	0,8	3
	Total	1618,3	11436,3 - 11886,0	7	0,303 - 0,335	0,2	105,9 – 145,44	65 - 90	117,6 – 157,7	72 - 97
Bacia do Tejo-Sado/ Margem Esquerda ⁽¹⁾	Área de afloramento	4480,2	54686,5	12	13,689	3	345	77	413,4	92
	+ Aluviões de Abrantes	6,6	623,7	95	-	-	0,34	52	1,0	147
	+ Aluviões do Tejo	821,8	5148,1	6	3,953	5	133,2	162	142,3	173
	Área de sobreposição	821,8	12386,6	15	-	-	-	-	12,4	15
	Total	5308,5	67073,2- 72845,0	13 - 14	13,689 - 17,642	3	345,00 – 478,49	65 - 90	425,8 - 569,0	81 - 107

⁽¹⁾ A quantificação das extracções do sistema aquífero da Margem Esquerda não inclui captações localizadas fora dos limites do plano de bacia hidrográfica do Tejo.

Fonte: adaptado de Oliveira et al. (1999)

Para ser mais fácil a interpretação deste Quadro, exemplifica-se. Na área de sobreposição das Aluviões do Tejo com a Bacia do Tejo-Sado / Margem Direita, com uma área de afloramento de 233,5 km², estimou-se uma extracção para uso agrícola de 39,5 hm³/ano; não se sabe, deste volume, quanto é que provém do sistema aquífero superior (Aluviões do Tejo) e quanto provém do inferior (Margem Direita). Em relação à área de sobreposição com o sistema da Margem Esquerda, há uma extracção estimada em 133,2 hm³/ano que não se sabe de que sistema provém. Por estes motivos, no total das extracções para a agricultura nas Aluviões do Tejo, refere-se um intervalo que deverá ser, no mínimo de 0,05 hm³/ano de extracções para uso agrícola e no máximo de 172,7 hm³/ano. O valor mínimo de 0,05 hm³/ano surge porque há uma área das aluviões do Tejo que não se sobrepõe e nesse caso as

extracções (teoricamente) só podem ver deste sistema. Por outro lado para o abastecimento doméstico e industrial por redes de distribuição, apesar das captações estarem situadas numa área onde os sistemas se sobrepõem, sabe-se que 1041 m³/ano de água subterrânea são extraídos do sistema das Aluviões do Tejo, razão pela qual este é o valor mínimo do total das extracções com este fim, sendo que o valor máximo representado de 6639 m³/ano resulta da incerteza da localização das outras captações.

No total, para os três sistemas aquíferos da bacia do Baixo Tejo estimaram-se as extracções de águas subterrâneas em 727 hm³/ano.

7. BALANÇO HÍDRICO SUBTERRÂNEO

Apresenta-se o balanço hídrico subterrâneo comparando o volume extraível de cada sistema aquífero com as extracções dos sistemas. Devido à incerteza sobre a localização das captações de águas subterrâneas nas áreas de sobreposição das Aluviões do Tejo com os sistemas subjacentes, o balanço é apresentado com um intervalo de valores. Isto origina um intervalo cujo limite inferior é negativo, mas que é puramente teórico. Na realidade a evolução temporal da piezometria deste sistema não revela uma situação de sobreexploração, que seria a situação existente se o balanço fosse negativo. Grande parte das extracções possíveis deste sistema devem fazer-se nos sistemas subjacentes.

Por sua vez, os sistemas subjacentes (Margem Direita e Margem Esquerda), apresentam balanço positivo, mesmo considerando que a totalidade das extracções na área de sobreposição com as Aluviões do Tejo se encontra nestes sistemas. Realce-se que no caso da Margem Esquerda, não estando disponível a informação sobre as captações fora da área do Plano de Bacia Hidrográfica do Tejo, não se considerou a recarga do sistema fora da área deste Plano de Bacia. Os valores de recarga utilizados na definição do volume extraível dizem respeito exclusivamente à recarga vertical por infiltração da água da chuva. Não se consideraram outras fontes de recarga, por exemplo induzida pelo rio, ou por perdas na distribuição de águas de abastecimento ou de rega.

No global os sistemas aquíferos do Baixo Tejo apresentam um balanço hídrico subterrâneo positivo de 350 hm³/a.

Quadro 4 – Balanço hídrico subterrâneo dos sistemas aquíferos da bacia do Baixo Tejo

Sistema Aquífero	Área no PBH Tejo (km ²)	Volume Extraível médio (hm ³ /a)	Extracções (hm ³ /a)	Volume Extraível – Extracções (hm ³ /a)
Aluviões do Tejo ⁽²⁾	1055,6	155	1 a 183	-28 a 154
Bacia do Tejo-Sado/ Margem Direita	1618,3	250	118 a 158	92 a 132
Bacia do Tejo-Sado/ Margem Esquerda ⁽¹⁾	5308,6	672	426 a 569	103 a 246

Fonte: adaptado de Oliveira et al. (1999)

(1) Os valores apresentados referem-se à parte do sistema aquífero dentro da área da bacia hidrográfica do Tejo.

(2) Ver texto para os intervalos apresentados e para referência ao limite inferior do balanço negativo.

8. CONCLUSÕES

Os sistemas aquíferos da bacia do Baixo Tejo são utilizados como origem de água às diversas actividades humanas. Tratam-se de sistemas multicamada, com boas características de transmissividade. O escoamento subterrâneo faz-se maioritariamente em direcção ao rio Tejo, e, localmente, para o estuário do Tejo, o estuário do Sado e para o oceano Atlântico

Os valores de recarga dos sistemas variam entre 100 mm/ano e 572 mm/ano, estimando-se uma recarga total a partir da infiltração da água da chuva de 1789 hm³/ano. De forma a garantir a manutenção do escoamento de base dos cursos de água que cruzam o sistema aquífero, estima-se que 70 % do volume de recarga sejam exploráveis anualmente, ou seja 1247 hm³/ano.

As extracções totais de águas subterrâneas, na área do Plano de Bacia Hidrográfica do rio Tejo (excluindo-se portanto a zona a sul da península de Setúbal pertencente ao sistema aquífero da Margem Esquerda) foram estimadas em 727 hm³/ano.

Este volume de água extraído, quando comparado com o volume extraível de águas subterrâneas para a mesma área do Plano de Bacia Hidrográfica do rio Tejo, calculado em 1077 hm³/ano, dá um balanço positivo entre o volume extraível e as extracções de 350 hm³/ano.

O conhecimento dos sistemas aquíferos, assim como os valores estimados de recarga anual média, de volumes extraíveis e da utilização dos recursos hídricos subterrâneos deverá ser actualizado no futuro próximo com a realização do Plano de Gestão de Região Hidrográfica do Tejo.

BIBLIOGRAFIA

ALMEIDA, C.; MENDONÇA, J.J.L.; JESUS, M.R. e GOMES, A.J. (2000) – "Sistemas Aquíferos de Portugal Continental", Centro de Geologia e Instituto da Água, Dezembro de 2000, 661 pp.

LOBO FERREIRA, J.P.C.; MOINANTE, M.J.; OLIVEIRA, M.M.; LEITÃO, T.E.; NOVO, M.E.; MOREIRA, P.; HENRIQUES, M. J. (1999) – "Plano de Bacia Hidrográfica do Rio Sado. 1ª Fase. Caracterização dos Recursos Hídricos Subterrâneos da Área Abrangida pelo Plano de Bacia Hidrográfica do Rio Sado. Anexo Temático 4 - Recursos Hídricos Subterrâneos". Relatório LNEC-GIAS, Outubro de 1999, 258 pp.

OLIVEIRA, M.M.; LOBO FERREIRA, J.P.C.; NOVO, M.E. (1999) – "Plano de Bacia Hidrográfica do Rio Tejo. 1ª Fase - Análise e Diagnóstico da Situação Actual. Anexo Temático 4 - Recursos Hídricos Subterrâneos. Tomo B - Caracterização do Balanço Hídrico Subterrâneo". Relatório LNEC-GIAS, Novembro de 1999, 302 pp.

OLIVEIRA, M.M.; NOVO, M.E.; MOINANTE, M.J.; HENRIQUES, M.J.; LOBO FERREIRA, J.P.C. (2001) – "Plano de Bacia Hidrográfica das Ribeiras do Oeste. 1ª Fase - Análise e Diagnóstico da Situação Actual. Anexo Temático 4 - Recursos Hídricos Subterrâneos ". Relatório LNEC-GIAS, Janeiro de 2001, 299 pp.