

Projecto Financiado



Plano de Gestão
da Região Hidrográfica
do Tejo

PLANO DE GESTÃO DA REGIÃO HIDROGRÁFICA DO TEJO

LOTE 2

CONTEÚDOS PARA CONSULTA PÚBLICA DO PGRH

CONTRIBUIÇÃO PARA A VERSÃO DE 90 PAGINAS

3 . JUNHO . 2011



Administração da
Região Hidrográfica
do Tejo I.P.



HIDROPROJECTO
ENGENHARIA E GESTÃO, S.A.

A Subsidiary of  INGÉROP



LABORATÓRIO NACIONAL
DE ENGENHARIA CIVIL



Projecto Financiado



PLANO DE GESTÃO DA REGIÃO HIDROGRÁFICA DO TEJO

Lote 2: Recursos Hídricos Subterrâneos

Conteúdos para Consulta Pública do PGRH

CONTRIBUIÇÃO PARA A VERSÃO DE 90 PAGINAS

3 . JUNHO . 2011



PLANO DE GESTÃO DA REGIÃO HIDROGRÁFICA DO TEJO

Lote 2: Recursos Hídricos Subterrâneos

Conteúdos para Consulta Pública do PGRH

CONTRIBUIÇÃO PARA A VERSÃO DE 90 PAGINAS

Ficha Técnica

Nome	Formação	Área Temática
João Paulo Lobo Ferreira	Eng.º Civil; Doutorado em Engenharia Civil	Coordenação geral e LNEC; águas subterrâneas
Isabel Vaz Pinto	Eng.ª Agrónoma	Coordenação Hidroprojecto; Necessidades de água; Pressões difusas
José Paulo Monteiro	Geólogo; Doutorado em Hidrogeologia	Coordenação ICCE; águas subterrâneas e ecossistemas
Manuel M. Oliveira	Geólogo; Doutorado em Hidrogeologia	Caracterização quantitativa de águas subterrâneas; caracterização global e avaliação do estado; modelo de dados geográficos
Teresa E. Leitão	Geóloga; Doutorada em Hidrogeologia	Caracterização qualitativa de águas subterrâneas; caracterização global e avaliação do estado
Luís Nunes	Eng.º do Ambiente; Doutorado em Ciências de Engenharia	Análise de tendências; redes de monitorização
Maria Emília Novo	Geóloga; Doutorada em Hidrogeologia	Caracterização geológica e hidrogeológica
Núria Salvador	Eng.ª do Ambiente e Mestre em Gestão de Solos	Ecossistemas
José Fernandes Nunes	Hidrogeólogo e Geólogo de Engenharia	Enquadramento e aspectos gerais; monitorização; pressões antropogénicas qualitativas
Sónia Pombo	Eng.ª Química Sanitarista	Necessidades de água
M.ª Francisca Silva	Eng.ª Química Sanitarista	Pressões antropogénicas qualitativas

Nome	Formação	Área Temática
Andrea Igreja	Eng. ^a em Tecnologias da Informação	Pressões antropogénicas quantitativas; tratamento de dados
Maria José Henriques	Geóloga	Levantamento e tratamento de colunas litológicas de captações
David Silva	Eng. ^o de Recursos Hídricos	Tratamento de informação estatística
Luís Oliveira	Eng. ^o do Ambiente e Mestre em Engenharia do Ambiente	Mapeamento 3-D de colunas litológicas de captações
Tiago Martins	Geólogo	Avaliação da recarga de aquíferos
João Martins	Eng. ^o de Ambiente	Pressões antropogénicas
André Braceiro	Eng. ^o de Ambiente	Pressões antropogénicas
Rodrigo S. Henriques	Eng. ^o de Ambiente	Pressões antropogénicas
Ricardo Martins	Eng. ^o do Ambiente	Tratamento de informação Geográfica

PLANO DE GESTÃO DA REGIÃO HIDROGRÁFICA DO TEJO

Lote 2: Recursos Hídricos Subterrâneos

Conteúdos para Consulta Pública do PGRH

CONTRIBUIÇÃO PARA A VERSÃO DE 90 PAGINAS

ÍNDICE GERAL

1 CARACTERIZAÇÃO DA REGIÃO HIDROGRÁFICA: CARACTERÍSTICAS PRINCIPAIS - ÁGUAS SUBTERRÂNEAS	1
2 CARACTERIZAÇÃO GEOLÓGICA E GEOMORFOLÓGICA	3
3 CARACTERIZAÇÃO DAS MASSAS DE ÁGUAS SUBTERRÂNEAS.....	4
4 HIDROGEOLOGIA: DISPONIBILIDADES SUBTERRÂNEAS	11
5 USOS DA ÁGUA	13
5.1 Usos e necessidades de água	13
5.2 Balanço entre necessidades e disponibilidades	16
6 INFRA-ESTRUTURAS: SISTEMAS DE ABASTECIMENTO E SANEAMENTO: ÁGUAS SUBTERRÂNEAS	17
7 PRESSÕES	19
7.1 Águas subterrâneas	19
7.1.1 Poluição tóxica (impactes associados a casos significativos, existentes e previstos)	19
7.1.2 Poluição difusa (impactes associados a casos significativos, existentes e previstos)	24
7.1.3 Captações de água subterrânea	25
8 CARACTERIZAÇÃO E ANÁLISE DE RISCOS.....	26
8.1 Massas de águas subterrâneas em risco	26
8.2 Risco de poluição acidental de águas subterrâneas.....	27
9 ZONAS PROTEGIDAS: ZONAS PROTEGIDAS E ÁREAS CLASSIFICADAS (CAPTAÇÃO PARA CONSUMO HUMANO, ZONAS VULNERÁVEIS E ZONAS DE INFILTRAÇÃO MÁXIMA).....	31
10 REDES DE MONITORIZAÇÃO.....	33

10.1	Águas subterrâneas - Estado quantitativo	33
10.2	Águas subterrâneas - Estado químico.....	35
11	ESTADO DAS MASSAS DE ÁGUA.....	38
11.1	Estado químico das massas de águas subterrâneas	38
11.2	Estado quantitativo das massas de águas subterrâneas.....	40
12	DIAGNÓSTICO DA REGIÃO HIDROGRÁFICA.....	41
12.1	Área temática 1 – qualidade da água	41
12.2	Área Temática 2 – Quantidade de águas subterrâneas.....	44
12.3	Área Temática 3 – Gestão de riscos e valorização do domínio hídrico.....	47
13	OBJECTIVOS ESTRATÉGICOS	50
13.1	Área Temática 1 - Qualidade da Água: águas subterrâneas	50
13.2	Área Temática 2 - Quantidade de Água: águas subterrâneas	51
13.3	Área Temática 3 - Gestão de Riscos e Valorização do Domínio Hídrico ...	51
13.4	Área Temática 6 - Monitorização, Investigação e Conhecimento	51
14	OBJECTIVOS AMBIENTAIS	52
14.1	Grupo 1 – sem aplicação de derrogação/prorrogação.....	52
14.2	Grupo 2 – com aplicação de derrogação [DQA 4(4)].....	53
14.3	Grupo 3 – com aplicação de derrogação [DQA 4(5)].....	54
14.4	Grupo 4 – situações de deterioração temporária [DQA 4(6)].....	54
14.5	Grupo 5 – situações de não violação [DQA 4(7)].....	54
15	PROGRAMAS DE MEDIDAS	55
15.1	Águas subterrâneas	55

ÍNDICE DE QUADROS

Quadro 1.1 – Identificação das massas de águas subterrâneas	3
Quadro 3.1 – Formações aquíferas dominantes e classificação das massas de águas subterrâneas quanto ao tipo de aquífero e meio de escoamento	5
Quadro 3.2 – Áreas de drenagem das massas de águas subterrâneas do PGRH Tejo	6
Quadro 3.3 – Caracterização da transmissividade das massas de águas subterrâneas	8
Quadro 3.4 – Caracterização da produtividade das massas de águas subterrâneas	9
Quadro 3.5 – Síntese da caracterização hidroquímica das massas de água	11
Quadro 4.1 – Disponibilidade de recursos subterrâneos para o ano médio, por massa de águas subterrâneas	12
Quadro 4.2 – Recarga anual resultante da rega, por massa de águas subterrâneas..	13
Quadro 5.1 – Volumes de água provenientes de origens subterrâneas (hm ³ /ano) por massa de água	14
Quadro 5.2 – Balanço hídrico dos recursos subterrâneos para o ano médio, por massas de águas subterrâneas	17
Quadro 6.1 – Infra-estruturas de abastecimento público de água	18
Quadro 6.2 – Número de captações presentes em cada massa de água subterrânea	19
Quadro 7.1 – Cargas originadas pelas fossas sépticas e ETAR compactas com descarga no solo por massa de água subterrânea	20
Quadro 7.2 – Indústria transformadora: substâncias prioritárias e outros poluentes associadas aos CAE e distribuição por massa de água subterrânea	20
Quadro 7.3 – Aterros sanitários: substâncias prioritárias e outros poluentes potencialmente presentes nas massas de água subterrâneas.....	22
Quadro 7.4 – Lixeiros encerradas: substâncias prioritárias e outros poluentes potencialmente presentes por massa de água subterrânea.....	22
Quadro 7.5 – Minas inactivas: Substâncias Prioritárias e Outros Poluentes potencialmente presentes, por massa de água subterrânea.....	23
Quadro 7.6 – Poluição difusa: cargas de azoto originadas pelos sectores da pecuária, agro-indústria e agricultura no PGRH Tejo, por massa de água subterrânea	24
Quadro 8.1 – Grau de risco dos focos potenciais de poluição accidental e áreas afectadas.....	29
Quadro 12.1 – Estado Químico das massas de águas subterrâneas do PGRH Tejo e fontes de poluição tóxica e difusa com impacte	44
Quadro 12.2 – Resultados do balanço por massa de águas subterrâneas	47
Quadro 14.1 – Calendário para cada massa de água com os prazos em que se prevê atingir os objectivos ambientais em 2015.....	53
Quadro 14.2 – Calendário para cada massa de água com os prazos em que se prevê atingir os objectivos ambientais até 2027.....	54

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1.1 – Massas de água subterrânea do Plano de Gestão de Região Hidrográfica do Tejo	2
Figura 2.1 – Carta Geológica	4
Figura 3.1 – Área de drenagem da massa de águas subterrâneas A2 – Escusa	7
Figura 3.2 – Área de drenagem da massa de águas subterrâneas A3 – Monforte-Alter do Chão	7
Figura 3.3 – Área de drenagem da massa de águas subterrâneas A4 – Estremoz-Cano	7
Figura 3.4 – Índice de Facilidade de Infiltração da área do PGRH Tejo	10
Figura 7.1 – Distribuição da carga de azoto pelos sectores indicados para a bacia....	25
Figura 7.2 – Representação dos volumes de água captados por massa de água e por finalidade	26
Figura 8.1 – Mapa da classificação do território do plano, de acordo com o grau de risco de poluição accidental.....	30
Figura 8.2 – Mapa do risco de poluição accidental associado a estradas	31
Figura 9.1 – Situação relativa a perímetros de protecção na área do PGRH Tejo (http://www.arhtejo.pt/web/guest/perimetros-de-proteccao1 , consultado em Maio de 2011)	32
Figura 9.2 – Zonas Vulneráveis definidas pela Portaria n.º 164/2010, de 16 de Março	32
Figura 10.1 – Pontos de monitorização da rede de piezometria na área do PGRH Tejo	34
Figura 10.2 – Pontos de monitorização da rede de vigilância e operacional na área do PGRH Tejo	36
Figura 11.1 – Síntese do Estado Químico geral e das tendências significativas e constantes das águas subterrâneas do PGRH Tejo (bola preta: tendência crescente; bola azul: inversão de tendência)	39
Figura 11.2 – Estado quantitativo das massas de águas subterrâneas do PGRH Tejo	41
Figura 12.1 – Comparação por ponto de água entre a média do elemento e as normas de qualidade ambiental (NQA) ou limiares (LQ), [sinalizando-se com uma bola verde quando as médias de todos os elementos analisados são inferiores às NQA e aos LQ e com uma bola vermelha quando pelo menos um elemento apresenta valor médio superior, indicando-se nestes casos quais são os elementos onde as médias ultrapassam as NQA ou os LQ]	43
Figura 12.2 – Evolução dos níveis piezométricos no PGRH Tejo por ponto de monitorização	46
Figura 12.3 - Ecossistemas dependentes de águas subterrâneas (EDAS), representados nas coberturas cartográficas empregues para a elaboração do presente PGBH	48

1 CARACTERIZAÇÃO DA REGIÃO HIDROGRÁFICA: CARACTERÍSTICAS PRINCIPAIS - ÁGUAS SUBTERRÂNEAS

A área do Plano de Gestão da Região Hidrográfica (PGRH) do Tejo abrange três unidades hidrogeológicas, que coincidem com as três unidades estruturais: Maciço Antigo, Orla Ocidental, e Bacia do Tejo-Sado. Ao todo foram identificadas quinze massas de águas subterrâneas (Figura 1.1). O Quadro 1.1 lista as massas de águas subterrâneas indicando as suas áreas, as unidades hidrogeológicas e a região hidrográfica em que estão incluídas. Incluiu-se as massas de água “Maciço Calcário Estremenho”, “Penela – Tomar”, “Sicó – Alvaiázere”, pertencentes à RH4 (Centro) no PGRH Tejo.

Das quinze massas de água listadas, doze haviam sido identificadas como sistemas aquíferos em Almeida *et al.* (2000). As três massas de água que não foram identificadas como sistemas aquíferos foram “Maciço Antigo Indiferenciado da Bacia do Tejo”, “Orla Ocidental Indiferenciado da Bacia do Tejo”, e “Bacia do Tejo-Sado Indiferenciado da Bacia do Tejo”. Estas três massas de água agregam todas as formações geológicas que não foram consideradas como sistemas aquíferos, respectivamente nas unidades hidrogeológicas do Maciço Antigo, da Orla Ocidental e da Bacia do Tejo-Sado.

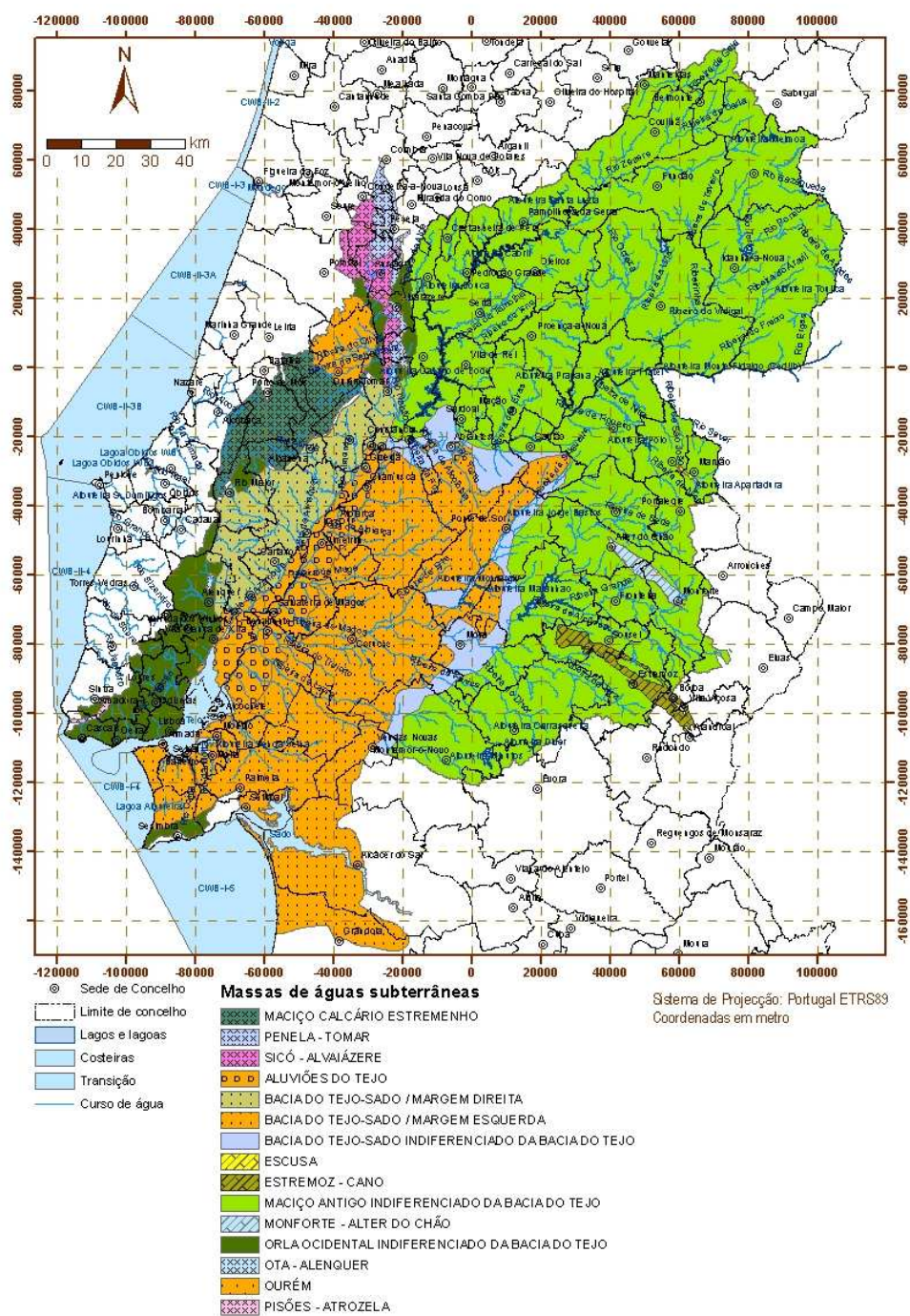


Figura 1.1 – Massas de água subterrânea do Plano de Gestão de Região Hidrográfica do Tejo

Quadro 1.1 – Identificação das massas de águas subterrâneas

Unidade hidrogeológica	Código	Designação	Região hidrográfica	Área (km ²)	
Maciço Antigo	A2	Escusa	RH5 - Tejo	7,70	
	A3	Monforte – Alter do Chão		97,87	
	A4	Estremoz – Cano		202,10	
	A0x1RH5	Maciço Antigo Indiferenciado da Bacia do Tejo		14268,13	
Bacia do Tejo-Sado	T1	Bacia do Tejo-Sado / Margem Direita		1629,03	
	T3	Bacia do Tejo-Sado / Margem Esquerda		6875,44	
	T7	Aluviões do Tejo		1113,20	
	T01RH5	Bacia do Tejo-Sado Indiferenciado da Bacia do Tejo		926,29	
Orla Ocidental	O15	Ourém		RH4 - Centro	315,54
	O26	Ota – Alenquer			9,38
	O28	Pisões – Atrozela	22,09		
	O01RH5	Orla Ocidental Indiferenciado da Bacia do Tejo	1371,20		
	O9	Penela – Tomar	244,79		
	O11	Sicó – Alvaiázere	331,55		
	O20	Maciço Calcário Estremenho	767,55		

Fonte: SNIRH, Almeida *et al.* (2000)

2 CARACTERIZAÇÃO GEOLÓGICA E GEOMORFOLÓGICA

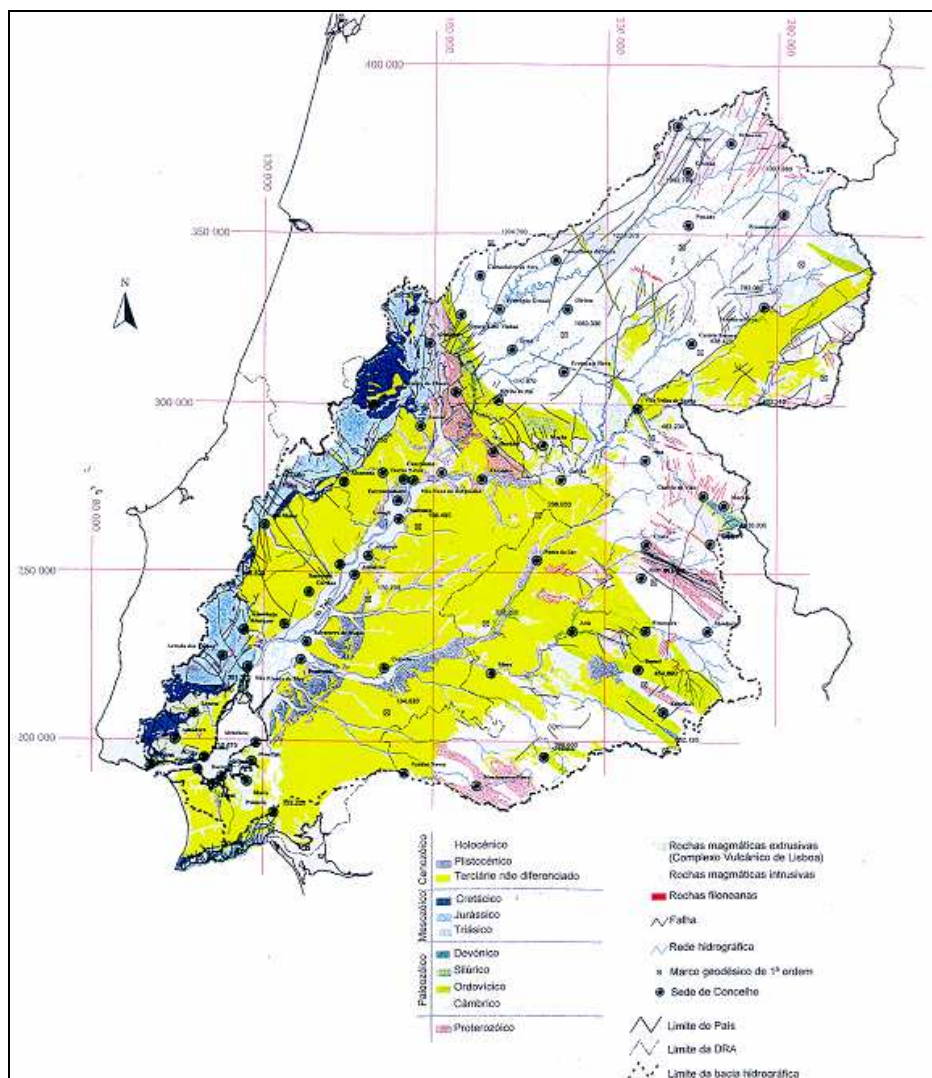
Do ponto de vista geológico, a Bacia Hidrográfica Portuguesa do Tejo constitui uma área diferenciada em três unidades bem distintas, quer em termos estruturais, quer litológicos, quer hidrogeológicos, quer ainda geomorfológicos.

Em termos estruturais, essas unidades identificam-se com unidades tectono-estratigráficas ou morfo-estruturais em que se encontra estruturada a Península Ibérica e, conseqüentemente, o território português, conforme as Figura 2.1.

As três unidades estruturais consideradas são:

- o **Maciço Antigo** ou **Hespérico**, constituído pelas rochas mais antigas, eruptivas e metamórficas, do Precâmbico e do Paleozóico;
- a **Bordadura Ocidental**, constituída pelas formações sedimentares mesozóicas e cenozóicas do bordo ocidental do Maciço Antigo e pelas rochas eruptivas contemporâneas, de que se salientam o maciço granítico de Sintra, as injeções doleríticas, basálticas, etc., do jurássico superior e as rochas vulcânicas da região de Lisboa;

- a **Bacia Terciária do Baixo Tejo** (coalescente com a do Sado), constituída pelos sedimentos terciários e quaternários que preenchem a zona de afundimento que se identifica com o baixo Tejo.



Fonte: MA, 1999

Figura 2.1 – Carta Geológica

3 CARACTERIZAÇÃO DAS MASSAS DE ÁGUAS SUBTERRÂNEAS

O Quadro 3.1 sintetiza a informação, por massa de águas subterrâneas, relativamente às formações aquíferas dominantes, ao tipo de aquífero e respectiva porosidade. Como tipos de aquíferos possíveis consideram-se: (1) livre e (2) confinado (que inclui o tipo semi-confinado), dando-se ainda a indicação quando se trata de um sistema multicamada. Na porosidade, consideram-se os seguintes tipos: (1) intergranular; (2) fissurado; (3) misto (poroso e fissurado); (4) cársico; (5) porosidade dupla (fissurado e intergranular).

Quadro 3.1 – Formações aquíferas dominantes e classificação das massas de águas subterrâneas quanto ao tipo de aquífero e meio de escoamento

Massas de águas subterrâneas	Formações aquíferas dominantes	Tipo de aquífero	Tipo de porosidade
A2 - Escusa	Calcários Dolomíticos de Escusa (Devónico médio)	Livre	Cársico, Poros.dupla
A3 - Monforte – Alter do Chão	Calcários e Dolomitos cristalinos (Câmbrico inferior); Complexo Básico de Alter do Chão-Cabeço de Vide	Livre	Cársico, Fissurado
A4 - Estremoz – Cano	Formação Dolomítica de Estremoz (Câmbrico); Formação Vulcano-Sedimentar de Estremoz (Mármore de Estremoz) (Ordovícico);	Livre, confinado	Cársico
	Calcários do Cano-Casa Branca (Plistocénico)	Livre	Intergranular
A0x1RH5 - Maciço Antigo Indiferenciado da Bacia do Tejo	Cabrela e Montemor-o-Novo: Níveis carbonatados e intercalações quartzíticas da Formação de Cabrela; unidades quartzíticas da Formação do Escoural e do Carvalhal (Proterozóico superior a Carbónico inferior).	Livre	Fissurado
	Penha Garcia: Quartzitos (Ordovícico).	Livre	Fissurado
	Serra de S. Mamede-Marvão-Portalegre: Quartzitos (Ordovícico e Silúrico).	Livre, Confinado	Fissurado
	Beira Baixa: Unidade Areno-Conglomerática do Cabeço do Infante (Eocénico superior a Oligocénico); Unidade Arenosa de Silveirinha dos Figos (Miocénico).	Livre	Intergranular
	Serra de Ossa: Formação de Ossa (Câmbrico a Ordovícico).	Livre	Fissurado
	Alter do Chão-Cabeço de Vide: Rochas intrusivas básicas e ultrabásicas de Alter do Chão.	Livre	Misto, Intergranular
	Montemor-o-Novo e Almansor: Tonalitos de Amoreira/Almansor; Complexo Gnaisso-Migmatítico de Montemor-o-Novo.	Livre	Misto, Intergranular
	Região de Nisa-Castelo de Vide: Granito de Sto. António das Areias e de Nisa.	Livre	Misto, Intergranular
T1 - Bacia do Tejo-Sado / Margem Direita	Região da S. da Estrela-S. de Sto. António: Granito monzonítico de grão grosseiro; Granito alcalino de grão grosseiro; Granito de Atalaia	Livre	Misto, Intergranular
	Arenitos de Ota (Miocénico); Calcários de Almoster (Miocénico)	Livre, Confinado, Multicamada	Intergranular
T3 - Bacia do Tejo-Sado / Margem Esquerda	Pliocénico; Arenitos de Ota, Série calco-gresosa marinha (Miocénico)	Livre, Confinado, Multicamada	Intergranular
T7 - Aluviões do Tejo	Aluviões (Holocénico); Terraços fluviais (Plistocénico)	Livre, Confinado, Multicamada	Intergranular
T01RH5 - Bacia do Tejo-Sado Indiferenciado da Bacia do Tejo	Níveis mais grosseiros, de cascalheiras, areias e arcoses do Cenozóico.	Livre, Confinado (?), Multicamada	Intergranular
O15 - Ourém	Arenitos do Carrascal (Cretácico inferior); Complexo Carbonatado (Cenomaniano)	Confinado, multicamada	Intergranular
O26 - Ota – Alenquer	Formação de Ota e Alenquer (Jurássico superior)	Livre (?)	Cársico
O28 - Pisões – Atrozela	Margo-calcários Xistosos, Calcários Nodulares de Farta Pão (Jurássico superior); Calcários e margas com <i>A. lusitanica</i> , <i>M. purbeckensis</i> e <i>Trocholina</i> incluindo os níveis de Calcários amarelo-nanquim (Cretácico inferior)	Confinado(?)	Cársico
O01RH5 - Orla Ocidental Indiferenciado da Bacia do Tejo	Arrábida: Calcários, grés e margas de Espichel; Conglomerados de Comenda; Argilas, grés, conglomerados e calcários de Vale de Rasca (Jurássico superior); Grés, argilas e calcários gresosos de Guia e Vale de Lobos; Série detritico-carbonatada (Cretácico); Conglomerados, arenitos e margas de Picheleiros; Calcários de Sra. das Necessidades (Paleogénico).	Livre a Confinado, multicamada	Intergranular, Fissurado, Cársico
	Vale de Lobos: Arenitos de Vale de Lobos (Cretácico inferior)	Livre a Confinado, multicamada	Intergranular
	Arruda dos Vinhos: Camadas de Abadia; Complexo pteroceriano incluindo as Camadas com <i>Lima pseudo-alternicosta</i> ; Camadas corálicas de Amaral (Jurássico superior).	Livre, Confinado(?), Multicamada(?)	Intergranular, Misto
	Lisboa: Calcários do Cenomaniano/Turoniano; Banco Real ou Calcários de Entre-Campos, Areolas da Estefânia, Areias da Quinta do Bacalhau, Calcários da Musgueira, Areias do Vale de Chelas (Miocénico).	Livre, Confinado, Multicamada	Intergranular, Fissurado
O9 - Penela – Tomar	Montejunto: Calcários do Batoniano-Bajociano; Formações do Caloviano; Camadas de Montejunto; Camadas de Cabaços (Oxfordiano); Calcários de Ota e Monte Redondo; Calcários corálicos do Amaral; Camadas de Abadia (Kimmeridgiano)	Livre(?)	Fissurado, Cársico
O11 – Sicó – Alvaiázere	Dolomitos, calcários e calcários dolomíticos (Liásico)	Livre(?)	Cársico, Fissurado
O20 - Maciço Calcário Estremenho	Calcários e dolomitos (Batoniano e Bajociano)	Livre(?)	Cársico
	Formações do Dogger e do Malm	Livre(?)	Cársico

Fonte: Oliveira *et al.*, 2000, Almeida *et al.*, 2000, SNIRH

Considera-se que em todas as massas de águas subterrâneas do PGRH Tejo as áreas de drenagem coincidem com as áreas de afloramento das massas de águas, excepto para o caso das massas de águas subterrâneas carbonatadas carsificadas que ocorrem no Alentejo, *i.e.* A2 – Escusa, A3 – Monforte-Alter do Chão e A4 – Estremoz-Cano.

Destas três massas de águas, ganha especial relevância a A2 – Escusa, dada a reduzida dimensão da massa de águas relativamente à área das vertentes que drenam para ela. O escoamento directo gerado nestas vertentes deverá infiltrar-se quando atinge a massa de águas subterrâneas.

O Quadro 3.2 representa as áreas de drenagem de todas as massas de águas subterrâneas do PGRH Tejo. As Figura 3.1 a Figura 3.3 representam as áreas de drenagem das massas de águas subterrâneas A2, A3 e A4.

Quadro 3.2 – Áreas de drenagem das massas de águas subterrâneas do PGRH Tejo

Massas de águas subterrâneas	Área (km ²)	Área de drenagem exterior à massa de águas subterrâneas (km ²)
A2 - Escusa	7,70	6,57
A3 - Monforte – Alter do Chão	97,87	1,67
A4 - Estremoz – Cano	202,10	34,4
A0x1RH5 - Maciço Antigo Indiferenciado da Bacia do Tejo	14268,13	-
T1 - Bacia do Tejo-Sado / Margem Direita	1629,03	-
T3 - Bacia do Tejo-Sado / Margem Esquerda	6875,44	-
T7 - Aluviões do Tejo	1113,20	-
T01RH5 - Bacia do Tejo-Sado Indiferenciado da Bacia do Tejo	926,29	-
O15 - Ourém	315,54	-
O26 - Ota – Alenquer	9,38	-
O28 - Pisões – Atrozela	22,09	-
O01RH5 - Orla Ocidental Indiferenciado da Bacia do Tejo	1371,20	-
O9 - Penela – Tomar	244,79	-
O11 – Sicó – Alvaiázere	331,55	-
O20 - Maciço Calcário Estremenho	767,55	-

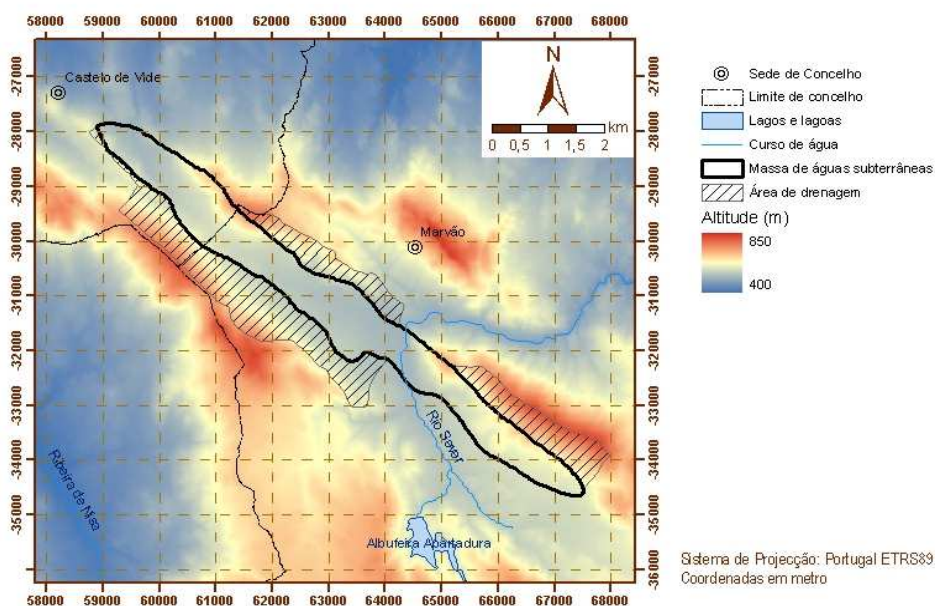


Figura 3.1 – Área de drenagem da massa de águas subterrâneas A2 – Escusa

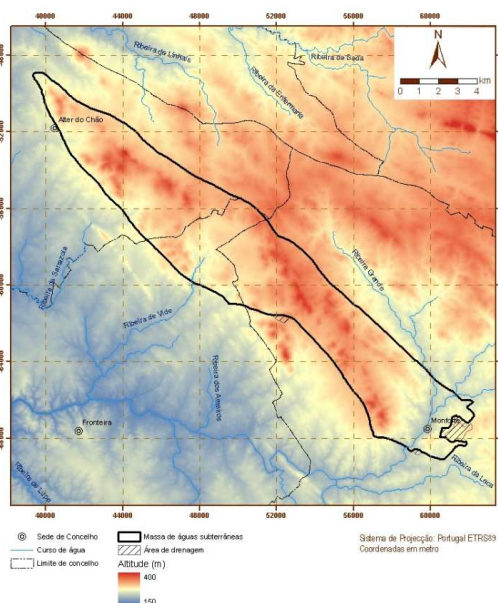


Figura 3.2 – Área de drenagem da massa de águas subterrâneas A3 – Monforte-Alter do Chão

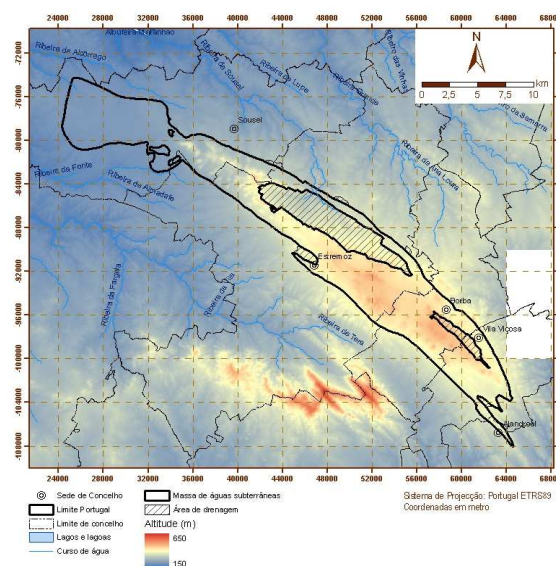


Figura 3.3 – Área de drenagem da massa de águas subterrâneas A4 – Estremoz-Cano

Apresenta-se no Quadro 3.3 uma síntese da caracterização da transmissividade das massas de águas subterrâneas, com os dados de Almeida *et al.* (2000) e de MA (1999). Os valores apresentados foram, na sua maioria, estimados a partir dos caudais específicos. Só em alguns casos foi possível obter valores de transmissividade determinados em ensaios de bombagem.

Quadro 3.3 – Caracterização da transmissividade das massas de águas subterrâneas

Código	Designação		Transmissividade (m ² /d)				N.º de determinações
			Média	Mediana	Mínima	Máxima	
A2	Escusa		-	-	5,5 ^(b)	4050 ^(b)	várias
A3	Monforte – Alter do Chão		-	-	65 ^(b)	540 ^(b)	várias
A4	Estremoz – Cano		-	-	230	5500	várias
A0x1RH5	Maciço Antigo Indiferenciado da Bacia do Tejo		-	-	-	-	-
T1	Bacia do Tejo-Sado / Margem Direita	Calcários de Almoester	-	-	0,1 ^(a)	1200 ^(a)	34
		Arenitos da Ota	-	-	1 ^(a)	4100 ^(a)	168
T3	Bacia do Tejo-Sado / Margem Esquerda	Pliocénico	-	-	19 ^(qb)	3000 ^(qb)	150
		Arenitos da Ota	-	-	3 ^(qb)	1500 ^(qb)	178
		Série calco-gresosa marinha	-	-	29 ^(qb)	4100 ^(qb)	103
T7	Aluviões do Tejo	Terraços	2018 ^(b)	1573 ^(b)	92 ^(b)	5794 ^(b)	28
		Aluviões	1585 ^(b)	1493 ^(b)	6 ^(b)	5575 ^(b)	80
T01RH5	Bacia do Tejo-Sado Indiferenciado da Bacia do Tejo		-	-	-	-	-
O15	Ourém		-	-	3 ^(qb)	527 ^(qb)	> 4
O26	Ota – Alenquer		-	-	1000 ^(a)	14700 ^(a)	várias
O28	Pisões – Atrozela		-	-	-	-	-
O01RH5	Orla Ocidental Indiferenciado da Bacia do Tejo		-	-	-	-	-
O9	Penela – Tomar	Fora da zona de exsurgência	-	48	1 ^(a)	109 ^(a)	7
		Na zona de exsurgência	-	-	350 ^(a)	850 ^(a)	várias
O11	Sicó – Alvaiázere		-	-	4 ^(a)	570 ^(a)	13
O20	Maciço Calcário Estremenho		-	-	1 ^(a)	4800 ^(a)	várias

^(b) estimada com base em ensaio de bombagem

^(a) estimada com base no caudal específico

^(qb) estimada com base no caudal específico ou em ensaio de bombagem

Fonte: Almeida *et al.*, 2000; Oliveira *et al.*, 2000

Os coeficientes de armazenamento (S) de dois furos da massa de águas subterrâneas O15 - Ourém são de 4×10^{-5} e de 8×10^{-5} (Paralta, 1995, em Almeida *et al.*, 2000). Para a massa de água “Aluviões do Tejo”, Almeida *et al.* (2000) assinalam valores de S a variar entre $2,13 \times 10^{-5}$ e 0,10, com média = $8,4 \times 10^{-3}$, e para as formações miocénicas francamente marinhas da massa de água “Bacia do Tejo-Sado / Margem Esquerda”, assinalam valores de S = 0,001 (em dois ensaios de bombagem).

Fez-se a caracterização da produtividade das massas de águas subterrâneas utilizando o caudal de exploração das captações de água subterrânea. Tendo em vista uma classificação dos sistemas hidrogeológicos em três classes da produtividade, adoptaram-se os seguintes intervalos (Quadro 3.4):

- produtividade alta: mediana ≥ 6 l/s;
- produtividade média: mediana ≥ 1 l/s e < 6 l/s;
- produtividade baixa: mediana < 1 l/s.

Refira-se que, desenvolvendo-se as massas de água em profundidade, os valores de produtividade dependem sempre da geometria da captação (profundidade e posição dos ralos), e do processo de construção e desenvolvimento da captação, pelo que os

valores apresentados podem estar a captar profundidades diferentes e, como tal, representar características diferentes da mesma massa de águas subterrâneas.

Quadro 3.4 – Caracterização da produtividade das massas de águas subterrâneas

Código	Designação		Produtividade (l/s)			N.º de determinações	Classe de produtividade
			Mediana	Mínima	Máxima		
A2	Escusa		9,6	0,8	92	11	Alta
A3	Monforte – Alter do Chão	Calcários	3,3	0,04	16,5	27	Média
		Gabros	-	1,69	16	5	(Média)
A4	Estremoz – Cano		2,5	0	20	51	Média
A0x1RH5	Maciço Antigo Indiferenciado da Bacia do Tejo		-	0,4	11	várias	Baixa a Média
T1	Bacia do Tejo-Sado / Margem Direita	Calcários de Almoester	6	0,1	20,8	31	Média a Alta
		Arenitos da Ota	11,1	0,08	75	143	Alta
T3	Bacia do Tejo-Sado / Margem Esquerda	Pliocénico	15,5	0,08	66,6	124	Alta
		Arenitos da Ota	9,7	0,5	90	134	Alta
		Série calco-gresosa marinha	35	4,1	110	67	Alta
T7	Aluviões do Tejo	Terraços	10	1,1	50,0	73	Alta
		Aluviões	12,0	1,0	80,0	135	Alta
T01RH5	Bacia do Tejo-Sado Indiferenciado da Bacia do Tejo		-	3	10	6	(Média)
O15	Ourém		4,5	0	25	57	Média
O26	Ota – Alenquer		-	100	280	várias	(Alta)
O28	Pisões – Atrozela		4,0	0,6	24,4	9	(Média)
O01RH5	Orla Ocidental Indiferenciado da Bacia do Tejo		-	0,4	41,7	várias	(Baixa a Média)
O9	Penela – Tomar	Fora da zona de exurgência	1,7	0,56	7,5	8	Média
		Na zona de exurgência	-	48	80	2	Média
O11	Sicó – Alvaiázere		4	0,5	60,0	13	Média
O20	Maciço Calcário Estremenho		0,8	0	20	28	Baixa

() – valores entre parentesis não são estatisticamente relevantes dado o reduzido número de observações realizado.

Fonte: Almeida *et al.*, 2000; Oliveira *et al.*, 2000

Considera-se que todas as massas de águas subterrâneas têm como principal entrada de água a infiltração da água da chuva, que se processa dependendo das condições de ocupação do solo e da própria natureza do solo, em toda a extensão de afloramento. Dependendo das condições geomorfológicas, pode também ocorrer infiltração da água de escorrência superficial gerada fora da área de afloramento da massa de águas subterrâneas. As massas de águas subterrâneas podem também receber água por escoamento subterrâneo lateral proveniente de massas de águas subterrâneas adjacentes. Outras origens de entrada de água, também localizadas, são a recarga proveniente dos excedentes de rega, e as perdas de águas nas redes de distribuição e de saneamento. Só em situações pontuais é que se prevê que possa haver entrada de água a partir da infiltração de cursos de águas superficiais.

Na Figura 3.4 apresenta-se um mapa com o Índice de Facilidade de Infiltração elaborado com base nos critérios apresentados em (Oliveira e Lobo Ferreira 2002).

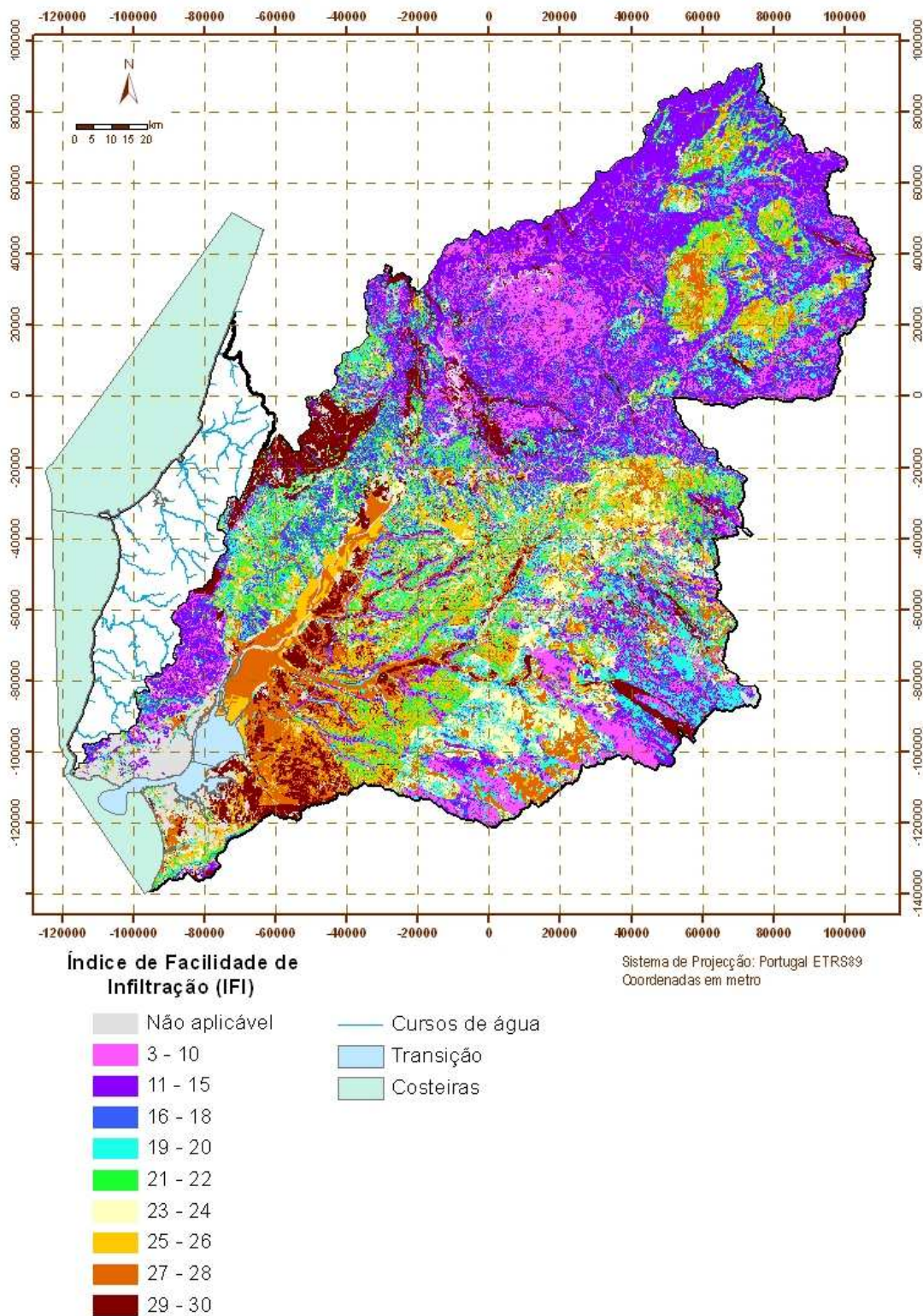


Figura 3.4 – Índice de Facilidade de Infiltração da área do PGRH Tejo

Dentro das massas de águas o escoamento faz-se maioritariamente segundo os tipos principais de porosidade identificados no Quadro 3.4, em regime de escoamento livre ou confinado a semi-confinado.

As principais saídas das massas de águas subterrâneas serão em direcção aos cursos de águas superficiais que as drenam e, no caso das massas de águas subterrâneas costeiras em direcção ao mar ou estuários. As saídas das massas de águas subterrâneas podem ocorrer por evapotranspiração nos locais onde os níveis freáticos se encontram muito próximos da superfície. Podem também ocorrer por escoamento subterrâneo lateral, que a existir deverão ser localizados. Nas zonas de contacto com a água do mar ou com os estuários do Tejo e do Sado, pode haver situações de intrusão marinha, que não se prevêem importantes.

As principais características hidroquímicas das massas de águas subterrâneas da área do PGRH Tejo são apresentadas em síntese no Quadro 3.5. As classificações apresentadas resultam projecção das concentrações dos iões HCO_3^- , SO_4^{2-} , Cl^- , Na^+ , Ca^{2+} e Mg^{2+} , dos vários pontos pertencentes a uma mesma massa de águas subterrâneas, num Diagrama de *Piper*, para as análises disponíveis desde 2000.

Quadro 3.5 – Síntese da caracterização hidroquímica das massas de água

Massas de águas subterrâneas	Fácies predominante
A0x1RH5 - Maciço Antigo Indiferenciado da Bacia do Tejo	Bicarbonatada cálcica e/ou magnésiana; cloretada mista
A2 – Escusa	Bicarbonatada cálcica e/ou magnésiana
A3 – Monforte – Alter do Chão	Bicarbonatada cálcica e/ou magnésiana
A4 – Estremoz – Cano	Bicarbonatada cálcica e/ou magnésiana
O01RH5 – Orla Ocidental Indiferenciado da Bacia do Tejo	Cloretada sódica; bicarbonatada mista
O11 – Sicó – Alvaiázere	Bicarbonatada cálcica e/ou magnésiana e cloretada mista
O15 – Ourém	Bicarbonatada cálcica e cloretada sódica
O20 – Maciço Calcário Estremenho	Bicarbonatada cálcica e mista
O26 – Ota – Alenquer	Bicarbonatada cálcica
O28 – Pisões – Atrozela	Bicarbonatada cálcica
O9 – Penela – Tomar	Bicarbonatada cálcica
T01RH5 – Bacia do Tejo – Sado Indiferenciado da Bacia do Tejo	Bicarbonatada cálcica e/ou magnésica; cloretada cálcica e/ou magnésiana
T1 – Bacia do Tejo – Sado / Margem Direita	Bicarbonatada calco-sódica e/ou calco-magnésiana; cloretada mista
T3 – Bacia do Tejo – Sado / Margem Esquerda	Cloretada sódica; bicarbonatada sódica e mista
T7 – Aluviões do Tejo	Bicarbonatada cálcica; cloretada sódica e mista

4 HIDROGEOLOGIA: DISPONIBILIDADES SUBTERRÂNEAS

As disponibilidades hídricas subterrâneas correspondem a uma fracção da recarga. De acordo com a Portaria n.º 1115/2009, de 29 de Setembro, esta fracção é de 90%,

embora possa ser revista e alterada para massas de águas subterrâneas específicas, em função das características hidrogeológicas das massas de água.

Os valores de recarga considerados são (1) os calculados utilizando o modelo de balanço hídrico sequencial diário (BALSEQ), e (2) os valores propostos pela ARH-Tejo (Quadro 4.1).

Quadro 4.1 – Disponibilidade de recursos subterrâneos para o ano médio, por massa de águas subterrâneas

Massas de águas subterrâneas	Recarga BALSEQ			Recarga ARH-Tejo	
	(mm/ano)	(hm ³ /ano)	% Prec.	% Prec.	(hm ³ /ano)
A0x1RH5 - Maciço Antigo Indiferenciado da Bacia do Tejo	71	1006,48	9	5	559,16
A2 - Escusa	621 ⁽¹⁾	4,79 ⁽¹⁾	62	53	3,18
A3 - Monforte – Alter do Chão	173 ⁽²⁾	16,96 ⁽²⁾	26	-	-
A4 - Estremoz – Cano	244 ⁽³⁾	49,35 ⁽³⁾	36	-	-
O01RH5 - Orla Ocidental Indiferenciado da Bacia do Tejo	64	87,64	9	-	-
O9 - Penela Tomar	445	108,96	48	-	-
O11 - Sicó – Alvaiázere	469	155,43	48	-	-
O15 - Ourém	154	48,74	19	10-15	25,65-38,48
O20 - Maciço Calcário Estremenho	556	426,79	61	-	-
O26 - Ota – Alenquer	-	24,89 ⁽⁴⁾	-	-	25 ⁽⁴⁾
O28 - Pisões – Atrozela (Tejo + RO)	287	6,34	41	-	-
T01RH5 - Bacia do Tejo – Sado Indiferenciado da Bacia do Tejo	143	132,56	23	10	57,63
T1 - Bacia do Tejo – Sado / Margem Direita	123	172,80	18	-	-
T3 - Bacia do Tejo – Sado / Margem Esquerda	167	1005,91	26	-	-
T7 - Aluviões do Tejo	207	217,87	33	-	-

⁽¹⁾ O volume de recarga apresentado inclui 139 mm/ano ou 1,07 hm³/ano de recarga de água proveniente do escoamento directo das áreas de drenagem da massa de águas subterrâneas.

⁽²⁾ O volume de recarga apresentado inclui 4 mm/ano ou 0,43 hm³/ano de recarga de água proveniente do escoamento directo das áreas de drenagem da massa de águas subterrâneas.

⁽³⁾ O volume de recarga apresentado inclui 40 mm/ano ou 8,07 hm³/ano de recarga de água proveniente do escoamento directo das áreas de drenagem da massa de águas subterrâneas.

⁽⁴⁾ O volume de recarga apresentado considera o estimado para a área de ocorrência da massa de águas subterrâneas (3,89 hm³/ano, 415 mm/ano ou 58% da precipitação) mais 21 hm³/ano considerados em Almeida *et al.* (2000), provenientes da recarga que ocorre na serra de Montejunto e que se encontra ligada hidraulicamente com a área da massa de águas subterrâneas, constituindo o seu principal local de recarga.

⁽⁵⁾ Estes valores são as necessidades totais satisfeitas pelas águas subterrâneas não tendo sido subtraídos os valores que são devolvidos ao meio hídrico subterrâneo pela infiltração das perdas da água de rega.

⁽⁶⁾ Para a taxa de exploração foram utilizados os valores mais restritivos de recarga.

Devido à rega, há uma parte da água captada, quer de origem superficial quer de origem subterrânea, quantificada nas necessidades, que se perde por evaporação, escoamento superficial directo e infiltração. A água que se infiltra em profundidade vai

recarregar os aquíferos, variando o volume desta recarga com os diferentes métodos de rega utilizados. Estimou-se a infiltração em 85% das perdas totais no caso de rega por aspersão, em 100% no caso da rega gota-a-gota e em 70% no caso de rega por gravidade. No Quadro 4.2 apresentam-se os valores estimados para a recarga resultante da rega, por massa de água.

Quadro 4.2 – Recarga anual resultante da rega, por massa de águas subterrâneas

Massas de águas subterrâneas	Recarga (hm³/ano)
A2 - Escusa	0,009
A3 - Monforte – Alter do Chão	1,307
A4 - Estremoz - Cano	1,991
A0x1RH5 - Maciço Antigo Indiferenciado da Bacia do Tejo	109,924
T1 - Bacia do Tejo-Sado/ Margem Direita	17,737
T3 - Bacia do Tejo-Sado/ Margem Esquerda	76,863
T7 - Aluviões do Tejo	23,769
T01RH5 - Bacia do Tejo-Sado Indiferenciado da Bacia do Tejo	9,67
O15 - Ourém	1,04
O26 - Ota - Alenquer	0,026
O28 - Pisões – Atrozela ¹	0,273
O01RH5 - Orla Ocidental Indiferenciada da Bacia do Tejo	9,276
O9 - Penela - Tomar	0,38
O11 - Sicó - Alvaiázere	0,778
O20 - Maciço Calcário Estremenho ¹	4,194
Total ¹	257,237

¹ Inclui as necessidades de água calculadas na área do PBH Oeste

Note-se que no caso de não haver captação de água para rega não há recarga por este processo. Assim, é vantajoso associar a recarga de rega às necessidades de água para rega, subtraindo a estas necessidades o valor da recarga de rega, do que considerar a recarga de rega somada à recarga natural do sistema.

5 USOS DA ÁGUA

5.1 USOS E NECESSIDADES DE ÁGUA

No Quadro 5.1 apresenta uma síntese das extracções de águas subterrâneas por sector de actividade.

Quadro 5.1 – Volumes de água provenientes de origens subterrâneas (hm³/ano) por massa de água

Massas de águas subterrâneas	Abastecimento público	Agricultura		Indústria	Pecuária
		Ano Médio (50%)	Ano Seco (80%)		
A2 - Escusa	0,020	0,037	0,043	0,006	0,002
A3 - Monforte – Alter do Chão	0,190	2,388	2,594	0,004	0,029
A4 - Estremoz – Cano	0,289	3,636	3,950	0,029	0,044
A0x1RH5 - Maciço Antigo Indiferenciado da Bacia do Tejo	21,379	239,386	266,578	5,318	2,388
T1 - Bacia do Tejo-Sado / Margem Direita	16,936	80,166	88,318	6,354	0,712
T3 - Bacia do Tejo-Sado/ Margem Esquerda	89,140	208,534	227,584	10,238	1,422
T7 - Aluviões do Tejo	17,194	62,463	68,370	3,721	0,306
TO1RH5 - Bacia do Tejo-Sado Indiferenciado da Margem Esquerda	1,674	21,198	23,191	1,070	0,214
O15 - Ourém	0,640	3,538	4,040	0,188	0,025
O26 - Ota-Alenquer	0,490	0,089	0,100	0,067	0,001
O28 - Pisões-Atrozela ¹	0,031	0,242	0,274	0,264	0,004
O01RH5 - Orla Ocidental Indiferenciado da Bacia do Tejo	25,947	27,491	30,629	13,076	0,359
O9 - Penela-Tomar	0,234	1,294	1,478	0,100	0,009
O11 - Sicó-Alvaiázere	0,479	2,648	3,024	0,163	0,019
O20 - Maciço Calcário Estremenho ¹	5,135	15,425	17,309	2,165	0,321
Total ¹	179,796	668,535	737,482	42,763	5,855

¹ Inclui as necessidades de água calculadas no PBH Oeste

As necessidades de água para abastecimento público foram calculadas a partir da população residente e das capitações definidas para três categorias de concelhos: predominantemente rurais, predominantemente urbanos e medianamente urbanos. A estes valores foi adicionada uma parcela correspondente aos consumos da população flutuante e uma parcela correspondente a perdas totais no sistema.

As necessidades anuais de água rega foram estimadas a partir das necessidades hídricas úteis das culturas, obtidas pela realização do balanço hídrico, afectadas pelas eficiências dos sistemas de adução, distribuição e de aplicação. Dada a variabilidade espacial de condições climáticas na área em estudo, o cálculo das necessidades de

rega foi baseado nos registos de variáveis climatológicas observadas nas estações meteorológicas de Alcobaça (Est. frut.), Alvega, Coimbra, Dois Portos, Évora (Torre Sert.), Fundão, Lisboa/Tapada da Auda, Portalegre, Salvaterra de Magos, Santarém (Esc. Agríc.) e Sintra (Granja), com dados de Outubro de 1959 a Setembro de 1988. Com base nestes registos calcularam-se os valores anuais da evapotranspiração de referência ETo pelo método de Penman-Monteith, para os anos médio, seco e muito seco (probabilidade de não serem excedidos em 50%, 80% e 95% dos anos, respectivamente).

Consideraram-se os seguintes grupos de culturas: cereais de inverno (cultura representativa: trigo duro; outras culturas: trigo mole, triticales, cevada, etc.); milho-grão; forrageiras (cultura representativa milho forragem); hortícolas/hortícolas para indústria (cultura representativa: tomate; outras culturas: batata, beterraba, melão, pimento, etc.); oleaginosas (cultura representativa: girassol; outras culturas: colza, soja); arroz; vinha; pomar; olival; prado (outras culturas: pastagens permanentes). Foram utilizadas as áreas regadas destas culturas indicadas no RGA'99 por apenas em Maio de 2011 ter sido disponibilizado o RGA'2009.

A estimativa das necessidades úteis de rega foi efectuada com base no balanço hídrico do solo em situação de regadio, para o qual se utilizou o modelo ISAREG (Teixeira, 1994) e em função das práticas agrícolas, das perdas por evaporação e infiltração nos reservatórios de água e nos sistemas de adução, distribuição e aplicação de água, pois estes factores condicionam e determinam a eficiência de utilização da água.

As necessidades de água para a pecuária foram calculadas com base nos efectivos animais e consumos unitários de cada espécie. Avaliaram-se as necessidades de água tendo em consideração o tipo e o número de efectivos animais e efectuando a separação entre regimes de produção intensivos, ou explorações consideradas como industriais e regimes extensivos. A comparação entre os efectivos pecuários do RGA'2009 e do RGA'1999 permite concluir que, com excepção dos bovinos onde se verifica um aumento de 15%, a tendência foi para a redução de efectivos: em 2009 existiam 87% nos suínos presentes em 1999, percentagens que são de 71% para os ovinos e 75% para os caprinos. Considera-se assim que as necessidades de água para a pecuária, calculadas com os valores do RGA'99 por não ter sido publicado o RGA'2009 à data, estão pelo lado da segurança.

Para a análise da situação de referência relativa às necessidades de água das indústrias inseridas na área de influência do PGRH Tejo teve-se em consideração a informação disponível nos dados constantes nas Licenças Ambientais e nos Títulos de Utilização de Recursos Hídricos disponibilizados, respectivamente, pela Agência Portuguesa do Ambiente (APA) e pela ARH do Tejo.

Sendo esta informação muito incompleta relativamente ao universo das indústrias existentes, optou-se por se estimar as necessidades de água pelo produto entre o número de estabelecimentos industriais com um dado CAE localizados na bacia, o respectivo número médio de trabalhadores e o correspondente coeficiente de necessidade de água.

As necessidades de água do sector turismo avaliadas correspondem às necessidades de água para rega dos campos de golfe: (1) O01RH5 - Orla Ocidental Indiferenciada da Bacia do Tejo 0,632 hm³/ano e T3 - Bacia do Tejo-Sado/ Margem Esquerda 0,335 hm³/ano.

5.2 BALANÇO ENTRE NECESSIDADES E DISPONIBILIDADES

O balanço entre as necessidades e as disponibilidades hídricas subterrâneas foi efectuado através da taxa entre os valores das necessidades de água, considerados na sua totalidade *i.e.* não lhes tendo sido subtraídos os valores que são devolvidos ao meio hídrico subterrâneo pela infiltração das perdas da água de rega, e os valores de recarga. As taxas de exploração assim calculadas para as massas de águas subterrâneas variam entre 1 e 77% (Quadro 5.2).

Quadro 5.2 – Balanço hídrico dos recursos subterrâneos para o ano médio, por massas de águas subterrâneas

Massas de águas subterrâneas	Recarga BALSEQ	Recarga ARH-Tejo	Necessidades por captações subterrâneas (hm ³ /ano) ⁽⁵⁾	Taxa de exploração % ⁽⁶⁾
	(hm ³ /ano)	(hm ³ /ano)		
A0x1RH5 - Maciço Antigo Indiferenciado da Bacia do Tejo	1006,48	559,16	268,471	48,0
A2 - Escusa	4,79 ⁽¹⁾	3,18	0,065	2,0
A3 - Monforte – Alter do Chão	16,96 ⁽²⁾	-	2,610	15,4
A4 - Estremoz – Cano	49,35 ⁽³⁾	-	3,999	8,1
O01RH5 - Orla Ocidental Indiferenciado da Bacia do Tejo	87,64	-	67,440	77,0
O9 - Penela Tomar	108,96	-	1,638	1,5
O11 - Sicó – Alvaiázere	155,43	-	3,310	2,1
O15 – Ourém	48,74	25,65-38,48	4,391	17,1
O20 - Maciço Calcário Estremenho	426,79	-	23,063	5,4
O26 – Ota-Alenquer	24,89 ⁽⁴⁾	25 ⁽⁴⁾	0,646	2,6
O28 - Pisões – Atrozela (Tejo + RO)	6,34	-	0,541	8,5
T01RH5 - Bacia do Tejo – Sado Indiferenciado da Bacia do Tejo	132,56	57,63	24,155	41,9
T1 - Bacia do Tejo – Sado / Margem Direita	172,80	-	104,168	60,3
T3 - Bacia do Tejo – Sado / Margem Esquerda	1005,91	-	309,634	30,8
T7 - Aluviões do Tejo	217,87	-	83,685	38,4

⁽¹⁾ O volume de recarga apresentado inclui 139 mm/ano ou 1,07 hm³/ano de recarga de água proveniente do escoamento directo das áreas de drenagem da massa de águas subterrâneas.

⁽²⁾ O volume de recarga apresentado inclui 4 mm/ano ou 0,43 hm³/ano de recarga de água proveniente do escoamento directo das áreas de drenagem da massa de águas subterrâneas.

⁽³⁾ O volume de recarga apresentado inclui 40 mm/ano ou 8,07 hm³/ano de recarga de água proveniente do escoamento directo das áreas de drenagem da massa de águas subterrâneas.

⁽⁴⁾ O volume de recarga apresentado considera o estimado para a área de ocorrência da massa de águas subterrâneas (3,89 hm³/ano, 415 mm/ano ou 58 % da precipitação) mais 21 hm³/ano considerados em Almeida *et al.* (2000), provenientes da recarga que ocorre na serra de Montejunto e que se encontrará ligada hidráulicamente com a área da massa de águas subterrâneas, constituindo o seu principal local de recarga.

⁽⁵⁾ Estes valores são as necessidades totais satisfeitas pelas águas subterrâneas não tendo sido subtraídos os valores que são devolvidos ao meio hídrico subterrâneo pela infiltração das perdas da água de rega.

⁽⁶⁾ Para a taxa de exploração foram utilizados os valores mais restritivos de recarga.

6 INFRA-ESTRUTURAS: SISTEMAS DE ABASTECIMENTO E SANEAMENTO: ÁGUAS SUBTERRÂNEAS

O panorama dos serviços de abastecimento público de água da área do PGRH Tejo e respectivas infra-estruturas é apresentado no Quadro 6.1.

Quadro 6.1 – Infra-estruturas de abastecimento público de água

Tipo de infra-estrutura		N.º
Captações de água	Superficiais ¹	33
	Subterrâneas ²	1 108
Estações de tratamento de água	ETA	116
	PC	557
Redes de distribuição de água ²		1 840

¹ Levantamento realizado na ARH do Tejo, 2010 (dados relativos a 2009)

² INSAAR 2010 (Dados relativos a 2008)

Foram inventariadas 1141 captações de água, das quais 33 são de origem superficial e 1108 de origem subterrânea.

A população servida por captações de águas subterrâneas representa 34% do total de população servida na área do PGRH Tejo. A população total servida por captações de água localizadas em massas de água da região hidrográfica do Tejo é de 3 483 097 habitantes, dos quais 3 171 427 são residentes na área de estudo.

A maior concentração de captações de águas subterrâneas para abastecimento público verifica-se no Maciço Antigo Indiferenciado da Bacia do Tejo (PTA0x1RH5), Quadro 6.2. Contudo, a massa de água onde é captado o maior volume de água e a qual é responsável pelo abastecimento do maior quantitativo populacional (770 420 habitantes) é a Bacia do Tejo/Sado – Margem Esquerda. Nesta massa de água são captados volumes que asseguram o abastecimento a 28 concelhos, nos quais se inserem concelhos da Área Metropolitana de Lisboa.

Do conjunto de captações subterrâneas, apenas 24 são responsáveis pelo abastecimento de água a metade da população abastecida por água subterrânea. Este mesmo universo, se se considerar a totalidade da população servida, é responsável apenas por 18% da população servida por captações de água situadas na área da região hidrográfica.

Quadro 6.2 – Número de captações presentes em cada massa de água subterrânea

Massas de águas subterrâneas	N.º captações
A0x1RH5 - Maciço Antigo Indiferenciado da Bacia do Tejo	906
A2 - Escusa	2
A3 - Monforte – Alter do Chão	16
A4 - Estremoz – Cano	8
O01RH5 - Orla Ocidental Indiferenciado da Bacia do Tejo	7
O11 - Sicó – Alvaiázere	3
O15 - Ourém	16
O20 - Maciço Calcário Estremenho	5
O26 - Ota – Alenquer	1
T01RH5 - Bacia do Tejo-Sado Indiferenciado da Bacia do Tejo	29
T1 - Bacia do Tejo-Sado / Margem Direita	79
T3 - Bacia do Tejo-Sado / Margem Esquerda	270
T7 - Aluviões do Tejo	6

Fonte: INSAAR 2010 (Dados relativos a 2008)

Em termos de saneamento, localizadas na região hidrográfica do Tejo foram contabilizadas 673 instalações de tratamento de água, das quais 83% são postos de cloragem. A população é servida maioritariamente por volumes tratados em Estações de Tratamento de Água (ETA) sendo que apenas 27% do total da população servida é abastecida por água tratada em Postos de Cloragem (PC).

O total de população servida por instalações de tratamento de água situadas na região hidrográfica do Tejo é de 3 244 398 habitantes. Do total de habitantes servidos, que abrange população residente fora da região hidrográfica do Tejo, 2 954 766 são residentes na área de estudo.

7 PRESSÕES

7.1 ÁGUAS SUBTERRÂNEAS

7.1.1 Poluição tóxica (impactes associados a casos significativos, existentes e previstos)

No Quadro 7.1 apresentam-se as cargas de CQO, CBO₅, SST, N e P descarregadas em fossas sépticas por massa de água, bem como os volumes de águas residuais tratadas descarregadas no solo.

Quadro 7.1 – Cargas originadas pelas fossas sépticas e ETAR compactas com descarga no solo por massa de água subterrânea

	CQO	CBO5	SST	N	P	Volume
Designação	(kg/ano)	(kg/ano)	(kg/ano)	(kg/ano)	(kg/ano)	(m³/ano)
A0x1RH5 - Maciço Antigo Indiferenciado da Bacia do Tejo	38038	19000	18963	541	1514	68219
T1 - Bacia do Tejo-Sado / Margem Direita	33534	16745	16701,5	487	1338	60318
T3 - Bacia do Tejo-Sado / Margem Esquerda	17381	8247	7474	1086	917,5	44880
T7 - Aluviões do Tejo	2483	1241	1241	33	98	4414
T01RH5 - Bacia do Tejo-Sado Indiferenciado da Bacia do Tejo	598,5	277	232	49	35,5	1784
O15 - Ourém	6926	3463	3463	92	274	12314
O26 - Ota – Alenquer	382,5	191	191	5	15	680
O28 - Pisões – Atrozela	2812,5	1294	1069	244,5	170	8600
O01RH5 - Orla Ocidental Indiferenciado da Bacia do Tejo	18329	9119	9031	325	748	33983
O9 - Penela – Tomar	180	90	90	2	7	320
O20 - Maciço Calcário Estremenho(*)	4074	2011	1958	103	175	8082
Totais	124802	61712	60447	2970	5296	243710

(*) Inclui a carga gerada na parte desta massa de água subterrânea que pertence à bacia hidrográfica das ribeiras do Oeste

No Quadro 7.2 indicam-se as substâncias prioritárias e outros poluentes associados aos diferentes sectores da indústria transformadora que foram levantados.

Quadro 7.2 – Indústria transformadora: substâncias prioritárias e outros poluentes associadas aos CAE e distribuição por massa de água subterrânea

Massas de águas subterrâneas	Nº	CAE	Substâncias prioritárias e outros poluentes associados
A0x1RH5 - Maciço Antigo Indiferenciado da Bacia do Tejo	2	13202	Cádmio e compostos; chumbo e compostos; mercúrio e compostos; níquel e compostos; nonilfenol; pentaclorofenol; PAH
	1	17110	Cádmio e compostos; chumbo e compostos; mercúrio e compostos; níquel e compostos; nonilfenol; octilfenol; triclorometano
	1	20160	Antraceno; benzeno; éter difenílico cromado; cádmio e compostos; c1-13 cloroalcano; clorpirifos; 1-2, dicloroetano; diclorometano; hexaclorobenzeno; hexaclorobutadieno; hexaclorociclohexano; isoproturão; chumbo e compostos; mercúrio e compostos; níquel e compostos; N
T1 - Bacia do Tejo-Sado / Margem Direita	1	20144	Antraceno; benzeno; éter difenílico cromado; cádmio e compostos; c1-13 cloroalcano; clorpirifos; 1-2, dicloroetano; diclorometano; hexaclorobenzeno; hexaclorobutadieno; hexaclorociclohexano; isoproturão; chumbo e compostos; mercúrio e compostos; níquel e compostos; N
	1	20200	
	1	23312	Cádmio e compostos; chumbo e compostos; mercúrio e compostos; níquel e compostos
	1	24430	Antraceno; cádmio e compostos; chumbo e compostos; mercúrio e compostos; níquel e compostos; PAH; compostos de

Massas de águas subterrâneas	Nº	CAE	Substâncias prioritárias e outros poluentes associados
			tributilestano
	1	25120	Benzeno; éter difenílico bromado; cádmio e compostos; diclorometano; chumbo e compostos; níquel e compostos; PAH; compostos de tributilestano; triclorobenzeno; tricloroetileno
T3 - Bacia do Tejo-Sado / Margem Esquerda	1	17120	Cádmio e compostos; chumbo e compostos; mercúrio e compostos; níquel e compostos; nonilfenol; octifenol; triclorometano
	1	20160	Antraceno; benzeno; éter difenílico cromado; cádmio e compostos; C1-13 cloroalcano; clorpirifos; 1-2, dicloroetano; diclorometano; hexaclorobenzeno; hexaclorobutadieno; hexaclorociclohexano; isoproturão; chumbo e compostos; mercúrio e compostos; níquel e compostos; N
	1	22292	Ftalato di (DEHP); hexaclorobenzeno; octifenol
	2	23321	Cádmio e compostos; chumbo e compostos; mercúrio e compostos; níquel e compostos
	1	23610	
	1	24100	Antraceno; cádmio e compostos; chumbo e compostos; mercúrio e compostos; níquel e compostos; PAH; compostos de tributilestano
1	25610	Benzeno; éter difenílico bromado; cádmio e compostos; diclorometano; chumbo e compostos; níquel e compostos; PAH; compostos de tributilestano; triclorobenzeno; tricloroetileno	
T7 - Aluviões do Tejo	1	20151	Antraceno; benzeno; éter difenílico cromado; cádmio e compostos; C1-13 cloroalcano; clorpirifos; 1-2, dicloroetano; diclorometano; hexaclorobenzeno; hexaclorobutadieno; hexaclorociclohexano; isoproturão; chumbo e compostos; mercúrio e compostos; níquel e compostos; N
	1	33160	Níquel e compostos; cádmio e compostos; crómio; zinco; cobre; estanho; prata; alumínio; ferro (*)
T01RH5 - Bacia do Tejo-Sado Indiferenciado da Bacia do Tejo	1	17110	Cádmio e compostos; chumbo e compostos; mercúrio e compostos; níquel e compostos; nonilfenol; octifenol; triclorometano
O15 - Ourém	1	16230	Antraceno; Cádmio e compostos; Mercúrio e compostos; Pentaclorofenol
	1	23610	Cádmio e compostos; chumbo e compostos; mercúrio e compostos; níquel e compostos
O26 - Ota – Alenquer	-	-	-
O28 - Pisões – Atrozela	1	19201	Antraceno; benzeno; éter difenílico cromado; cádmio e compostos; C1-13 cloroalcano; hexaclorobenzeno; hexaclorobutadieno; hexaclorociclohexano; chumbo e compostos; mercúrio e compostos; níquel e compostos; PAH; compostos de tributilestano
	1	20160	Antraceno; benzeno; éter difenílico cromado; cádmio e compostos; C1-13 cloroalcano; clorpirifos; 1-2, dicloroetano; diclorometano; hexaclorobenzeno; hexaclorobutadieno; hexaclorociclohexano; isoproturão; chumbo e compostos; mercúrio e compostos; níquel e compostos; N
O01RH5 - Orla Ocidental Indiferenciado da Bacia do Tejo	1	17220	Cádmio e compostos; chumbo e compostos; mercúrio e compostos; níquel e compostos; nonilfenol; octifenol; triclorometano
	1	20110	Antraceno; benzeno; éter difenílico cromado; cádmio; C1-13 cloroalcano; clorpirifos; 1-2, dicloroetano; diclorometano;

Massas de águas subterrâneas	Nº	CAE	Substâncias prioritárias e outros poluentes associados
	1	20160	hexaclorobenzeno; hexaclorobutadieno; hexaclorociclohexano; isoproturão; chumbo e compostos; mercúrio e compostos; níquel e compostos; N
	1	21100	Benzeno; cádmio e compostos; 1-2, dicloroetano; diclorometano; chumbo e compostos; mercúrio e compostos; níquel e compostos; PAH; compostos de tributilestano; triclorometano
	1	23120	Cádmio e compostos; chumbo e compostos; mercúrio e compostos; níquel e compostos
	1	23321	
	1	23510	
	2	25610	Benzeno; éter difenílico bromado; cádmio e compostos; diclorometano; chumbo e compostos; níquel e compostos; PAH; compostos de tributilestano; triclorobenzeno; tricloroetileno
O9 - Penela – Tomar	1	17212	Cádmio e compostos; chumbo e compostos; mercúrio e compostos; níquel e compostos; nonilfenol; octifenol; triclorometano
O20 - Maciço Calcário Estremenho(*)	1	15113	C1-13 cloroalcano
	1	17120	Cádmio e compostos; chumbo e compostos; mercúrio e compostos; níquel e compostos; nonilfenol; octifenol; triclorometano
	1	23321	Cádmio e compostos; chumbo e compostos; mercúrio e compostos; níquel e compostos

(*) Esta unidade industrial, após tratamento dos efluentes em ETAR, faz descarga em linha de água e no solo

Nos Quadro 7.3 e Quadro 7.4 apresentam-se as substâncias prioritárias e outros poluentes associadas a aterros sanitários e a lixeiras encerradas e as massas de água subterrâneas que podem ser contaminadas em resultado de roturas, acidentes ou outras situações que levem a lixiviação.

Quadro 7.3 – Aterros sanitários: substâncias prioritárias e outros poluentes potencialmente presentes nas massas de água subterrâneas

Massas de águas subterrâneas	Substâncias Prioritárias e Outros Poluentes
A0x1RH5 - Maciço Antigo Indiferenciado da Bacia do Tejo	Benzeno; cádmio, chumbo e mercúrio e outros metais pesados; antraceno, fluoranteno e outros PAH; Éter definílico bromado e DEHP;
T1 - Bacia do Tejo-Sado / Margem Direita	
T3 - Bacia do Tejo-Sado / Margem Esquerda	Cianetos, fenóis e compostos orgânicos halogenados

Quadro 7.4 – Lixeiras encerradas: substâncias prioritárias e outros poluentes potencialmente presentes por massa de água subterrânea

Massas de águas subterrâneas	Substâncias Prioritárias e Outros Poluentes
A3 - Monforte – Alter do Chão	Benzeno; cádmio, chumbo e mercúrio e outros metais pesados; antraceno, fluoranteno e outros PAH; Éter definílico bromado e DEHP; cianetos, fenóis e
A4 - Estremoz – Cano	
A0x1RH5 - Maciço Antigo Indiferenciado da Bacia do Tejo	

Massas de águas subterrâneas	Substâncias Prioritárias e Outros Poluentes
T1 - Bacia do Tejo-Sado / Margem Direita	compostos orgânicos halogenados
T3 - Bacia do Tejo-Sado / Margem Esquerda	
T7 - Aluviões do Tejo	
T01RH5 - Bacia do Tejo-Sado Indiferenciado da Bacia do Tejo	
O01RH5 - Orla Ocidental Indiferenciado da Bacia do Tejo	
O9 - Penela – Tomar	
O11 - Sicó – Alvaiázere	
O20 - Maciço Calcário Estremenho	

As indústrias extractivas caracterizam-se por darem origem a lixiviação de contaminantes inorgânicos, principalmente metais pesados, baixos valores de pH e elevada condutividade. Na bacia do Tejo, com excepção do Maciço Antigo Indiferenciado da Bacia do Tejo, as indústrias extractivas em actividade dedicam-se essencialmente à extracção de calcário, mármore e também granito, não se considerando provável que estas actividades levem à contaminação das águas subterrâneas por substâncias prioritárias e outros poluentes.

No caso das pedreiras, os principais impactes ambientais resultam essencialmente do aumento da carga de sólidos afluentes às águas superficiais, da maior erosão do solo e dispersão de poeiras pelas áreas envolventes. Tendo em conta o exposto, não se consideraram cargas poluentes originadas por pedreiras para as massas de água subterrâneas.

Para as minas inactivas (abandonadas ou paradas), tendo em conta as substâncias exploradas, indicam-se no Quadro 7.5 as substâncias que poderão contaminar as águas subterrâneas.

Quadro 7.5 – Minas inactivas: Substâncias Prioritárias e Outros Poluentes potencialmente presentes, por massa de água subterrânea

Massas de águas subterrâneas	Minas radioactivas	Minas não radioactivas
A3 - Monforte – Alter do Chão	-	Chumbo
A4 - Estremoz – Cano	-	Chumbo
A0x1RH5 - Maciço Antigo Indiferenciado da Bacia do Tejo	Urânio Rádio	Lítio, estanho, ouro, prata, cobre, chumbo, zinco, tungsténio, arsénio, bário, ferro, manganês, titânio, antimónio

7.1.2 Poluição difusa (impactes associados a casos significativos, existentes e previstos)

No Quadro 7.6 apresentam-se os valores globais obtidos para as cargas de azoto geradas pelas diferentes actividades analisadas e respectivas percentagens, agrupadas por sectores: pecuária (aviculturas, boviniculturas e suiniculturas), agro-indústria (adegas, lacticínios, lagares e matadouros) e agricultura.

Na Figura 7.1 apresentam-se os valores em percentagem das cargas de azoto originadas pelos sectores indicados para a bacia.

Quadro 7.6 – Poluição difusa: cargas de azoto originadas pelos sectores da pecuária, agro-indústria e agricultura no PGRH Tejo, por massa de água subterrânea

Massas de águas subterrâneas	Pecuária		Agro-Indústria		Agricultura		Totais
	N (t/ano)	%	N (t/ano)	%	(t/ano)	%	N (t/ano)
A2 - Escusa	0,5	10,8	2,3	50,6	1,7	38,7	4,5
A3 - Monforte - Alter do Chão	45,3	71,0	0,0	0,0	18,5	29,0	63,8
A4 - Estremoz-Cano	10,3	19,0	2,6	4,9	41,2	76,1	54,1
A0x1RH5 - Maciço Antigo Indiferenciado da Bacia do Tejo	1 467,4	44,5	65,8	2,0	1 766,9	53,5	3 300,2
T1 - Bacia do Tejo- Sado / Margem Direita	264,4	35,6	35,0	4,7	443,0	59,7	742,3
T3 - Bacia do Tejo-Sado / Margem Esquerda	1 045,6	58,5	5,9	0,3	737,3	41,2	1 788,8
T7 - Aluviões do Tejo	407,2	53,8	0,3	0,0	349,9	46,2	757,5
T01RH5 - Bacia do Tejo-Sado Indiferenciado da Bacia do Tejo	108,1	55,6	1,9	1,0	84,6	43,5	194,5
O15 - Ourém	6,4	13,8	1,7	3,8	38,0	82,4	46,1
O26 - Ota – Alenquer	0,0	0,0	0,0	0,0	0,2	100,0	0,2
O28 - Pisões – Atrozela ¹	0,0	0,0	0,0	0,0	1,8	100,0	1,8
O01RH5 - Orla Ocidental Indiferenciado da Bacia do Tejo	84,0	25,2	12,5	3,8	236,7	71,0	333,2
O9 - Penela-Tomar	0,9	2,9	0,5	1,5	31,6	95,6	33,0
O11 - Sicó– Alvaiázere	58,1	66,5	1,8	2,1	27,4	31,4	87,4
O20 - Maciço Calcário Estremenho ¹	89,7	27,6	95,1	29,3	139,9	43,1	324,7
Total	3 588,0	46,4	225,4	2,9	3 918,8	50,7	7 732,1

¹ Inclui as cargas de azoto originadas na área do PBH Oeste

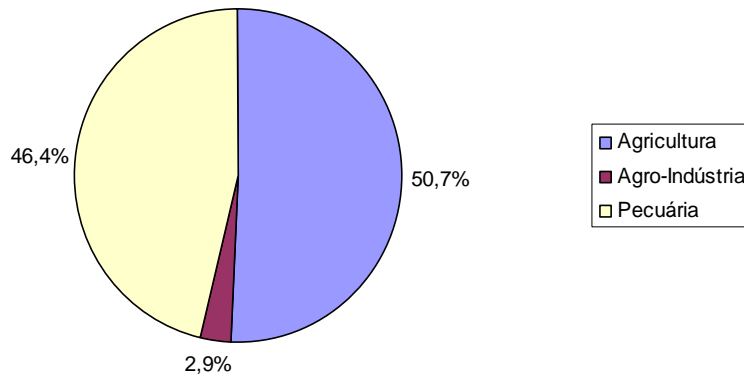


Figura 7.1 – Distribuição da carga de azoto pelos sectores indicados para a bacia

7.1.3 Captações de água subterrânea

As captações de água subterrâneas com extracção superior a 5 m³/mês identificadas nas massas de águas subterrâneas em estudo na área do PGRH Tejo encontram-se distribuídas em termos de número e volume captado por usos conforme representado na

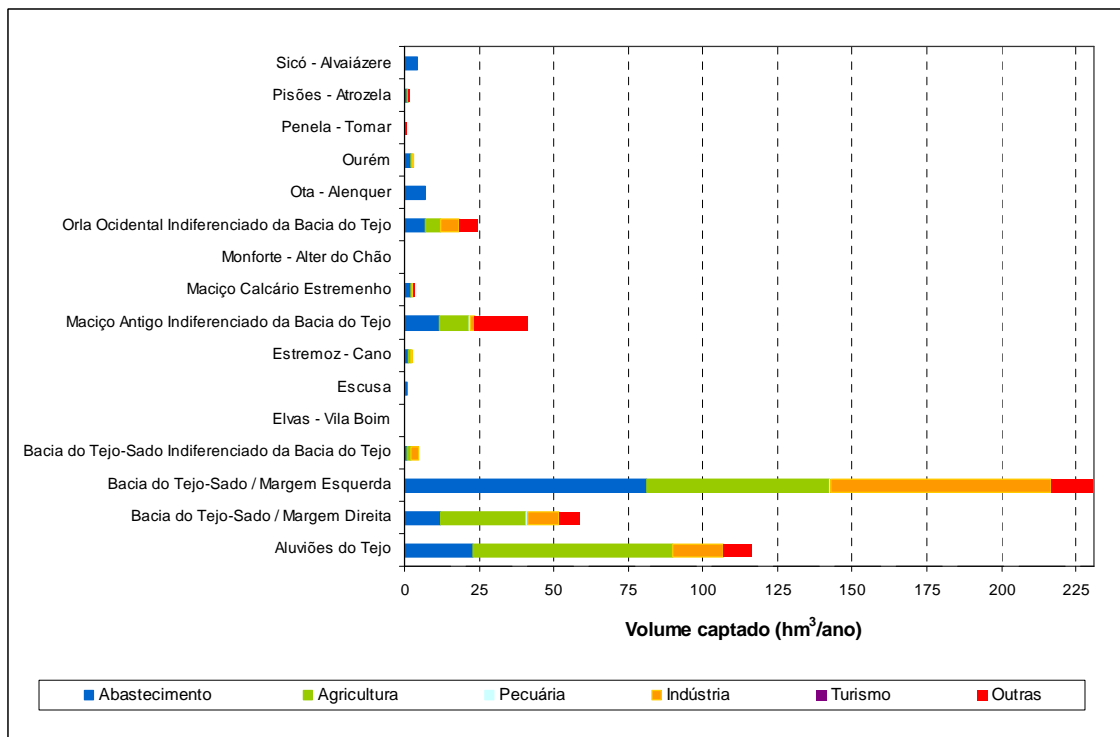


Figura 7.2.

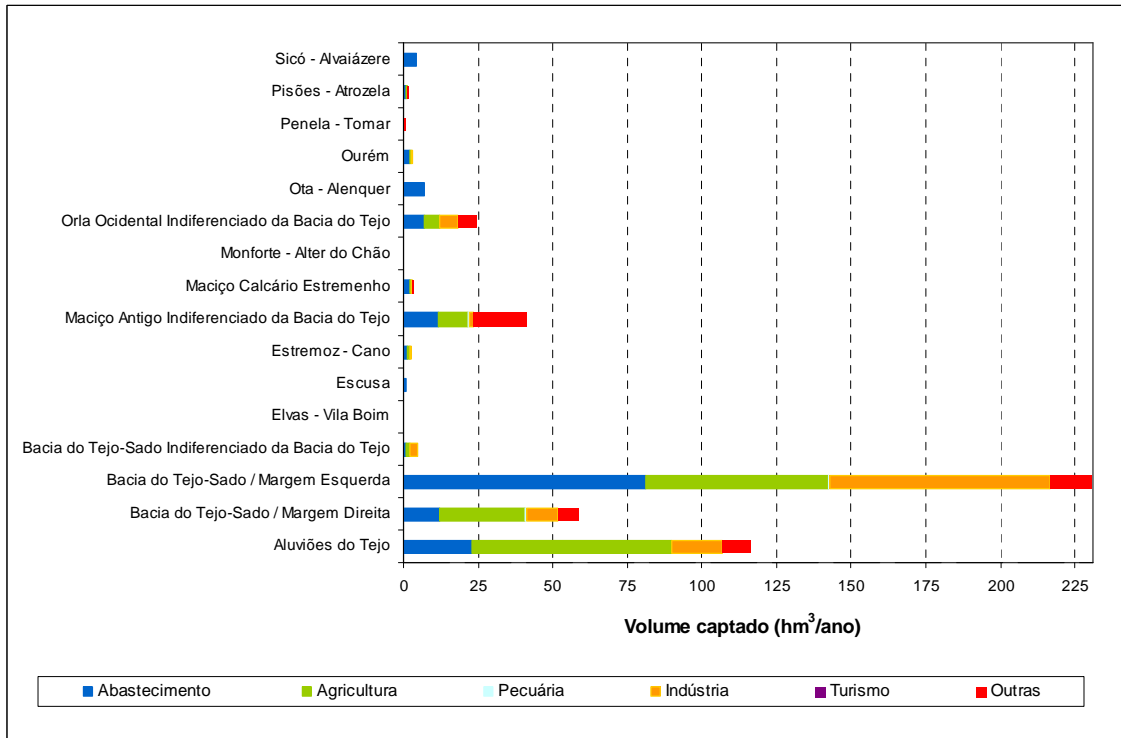


Figura 7.2 – Representação dos volumes de água captados por massa de água e por finalidade

8 CARACTERIZAÇÃO E ANÁLISE DE RISCOS

8.1 MASSAS DE ÁGUAS SUBTERRÂNEAS EM RISCO

No início de cada ciclo de Planos de Gestão de Bacia Hidrográfica deve ser feita uma avaliação do risco considerando as pressões e os impactes existentes na região de forma a proporcionar uma estimativa de qual será o estado das massas de águas subterrâneas no final desse ciclo. Esta estimativa deverá ser validada por dados recentes de monitorização de vigilância e pela adequada avaliação das tendências.

Se não for claro qual o estado de uma massa de águas subterrâneas no final do ciclo, será necessário caracterizar melhor, eventualmente alterar a monitorização operacional, valores limite e definir um programa de medidas com vista a atingir o estado bom. Os novos valores limite e os programas de medidas devem ser relatados no Plano.

Atendendo ao referido, consideram-se em risco as massas de águas subterrâneas que estão em uma ou mais de três situações: (1) em estado medíocre; (2) com tendência estatisticamente significativa de subida de algum parâmetro cujo valor ultrapassou os 75% do valor limite regulamentar e (3) sujeita a pressões de elevado impacte em

massas com elevada vulnerabilidade. Encontram-se nas duas primeiras condições as seguintes massas de águas subterrâneas:

- A3 - Monforte - Alter do Chão
- A4 - Estremoz-Cano
- O28 - Pisões-Atrozela
- T3 - Bacia Tejo-Sado Margem Esquerda
- T7 - Aluviões do Tejo

A última condição referida é largamente aprofundada no capítulo sobre pressões de origem tónica e difusa que podem pôr em risco a qualidade e quantidade das massas de águas subterrâneas subjacentes, juntamente com o risco de poluição proveniente da eventual ruptura de infra-estruturas que armazenam ou colectam substâncias potencialmente perigosas. Estas últimas estão relacionadas com sistemas de drenagem de águas residuais e industriais, e com o transporte de substâncias perigosas pelas vias de comunicação rodoviárias e ferroviárias.

8.2 RISCO DE POLUIÇÃO ACIDENTAL DE ÁGUAS SUBTERRÂNEAS

A poluição acidental é um tipo de poluição que, como o próprio nome indica, resulta de episódios imprevisíveis. De entre os principais tipos de poluição acidental destaca-se a ruptura de infra-estruturas que armazenam ou transportam substâncias potencialmente perigosas e que podem migrar para o meio hídrico subterrâneo através da infiltração de poluentes no solo, quer a partir de efluentes líquidos quer de resíduos sólidos.

A delimitação das áreas sujeitas a risco de poluição acidental permite planejar e preparar as acções de prevenção e minimização a implementar, independentemente do tipo e método de minimização a adoptar em cada situação. A finalidade mais óbvia de tal delimitação – mas seguramente não a única – é o conhecimento e sensibilização das autoridades de protecção civil, entidade a quem caberá, em primeira instância, desencadear os meios visando atenuar os episódios de poluição acidental.

Entendeu-se que, neste nível de planeamento, a avaliação da magnitude do perigo e do tipo de impactes expectáveis deveria resultar da distância da eventual foco de poluição acidental ao alvo que se pretende proteger, e.g. captação para abastecimento público.

A **minimização durante o percurso** pode ser conseguida através de métodos de reorientação e de intercepção. Os primeiros permitem conduzir efluentes de uma área sensível para fora do local, p.e. até uma infra-estrutura de tratamento. Os segundos podem ser infra-estruturas de tratamento, como bacias de retenção ou de infiltração. Um caso típico desta minimização é a presença de bacias de retenção junto a bombas de gasolina, preparadas para receber eventuais derrames.

No caso de um determinado poluente atingir o seu destino final (massa de água, neste caso), o seu impacte pode ser reduzido através de **metodologias de minimização no destino** que incluem a reabilitação e métodos de compensação. Estas não constituem medidas de actuação contínua, servindo apenas para resolver uma situação determinada e finita no tempo.

Uma medida abrangente e fundamental para proteger as águas subterrâneas de poluição accidental é a implementação de perímetros de protecção de captações de águas subterrâneas para consumo humano. Apesar de o objectivo da delimitação dos perímetros de protecção de captações exceder, em muito, a minimização dos riscos de poluição accidental, entende-se que estes perímetros constituem o primeiro patamar para protecção daquele risco.

No que respeita à delimitação das áreas sujeitas a poluição accidental, optou-se por classificá-las em cinco graus de risco (Quadro 8.1), definido este de acordo com a confluência de proximidade de duas situações: (i) actividades/ocupações do solo potencialmente indutoras de picos de poluição, na sequência de hipotéticos acidentes de origem natural ou artificial; (ii) locais especialmente sensíveis a tais picos de poluição, a saber, captações de água para consumo humano e áreas sensíveis.

As actividades ou ocupações do solo onde se admite que hipotéticos acidentes poderão causar episódios de poluição susceptíveis de contaminar, não só os meios hídricos superficiais, mas também as massas de águas subterrâneas, são as seguintes:

- Aterros sanitários mal isolados, lixeiras e fossas sépticas colectivas;
- Solos contaminados;
- Áreas industriais abandonadas, contendo substâncias perigosas;
- Áreas mineiras contendo substâncias perigosas ou radioactivas;
- Indústrias abrangidas pelos regulamentos PRTR (registo de emissões e transferências de poluentes) e IPPC (regime de prevenção e controlo integrado da poluição);

- Pecuárias intensivas (explorações suinícolas e bovinas);
- Lagares e matadouros com processos de rejeição não adequados;
- Vias de comunicação rodoviária e ferroviária.

Os locais particularmente sensíveis à poluição accidental foram definidos da seguinte forma:

- Áreas de implantação de captações de água para consumo humano, quer tenham ou não os respectivos perímetros de protecção já delimitados;
- Áreas Sensíveis, de acordo com as definições adoptadas pelos diplomas legais: (i) Decreto-Lei n.º 19/93 de 23 de Janeiro (parques nacionais, reservas naturais, parques naturais, monumentos naturais, paisagens protegidas e sítios de interesse biológico); e (ii) Decreto-Lei n.º 227/98 de 17 de Julho (reservas marinhas e parques marinhos).

O cruzamento dos dois tipos de situações foi feito de acordo com o esquema ilustrado no Quadro 8.1.

Quadro 8.1 – Grau de risco dos focos potenciais de poluição accidental e áreas afectadas

Grau de Risco	Focos de potencial poluição accidental	Áreas afectadas
Grau 1	Distância inferior a 1 km	Captações de abastecimento humano
Grau 2	Distância inferior a 1 km	Áreas sensíveis
Grau 3	Distância inferior a 1 km	Restantes áreas
Grau 4	Distância superior a 1 km	Captações de abastecimento humano
Grau 5	Distância superior a 1 km	Áreas sensíveis e restantes áreas

De referir que o conceito de “áreas de implantação de captações” foi densificado mediante a adopção de um raio de 280 metros centrado no local da captação. Este valor é comparável com o valor máximo previsto para a zona de protecção intermédia prevista legalmente.

Na Figura 8.1 apresenta-se a proposta de classificação do território do plano, de acordo com o grau de risco de poluição accidental.

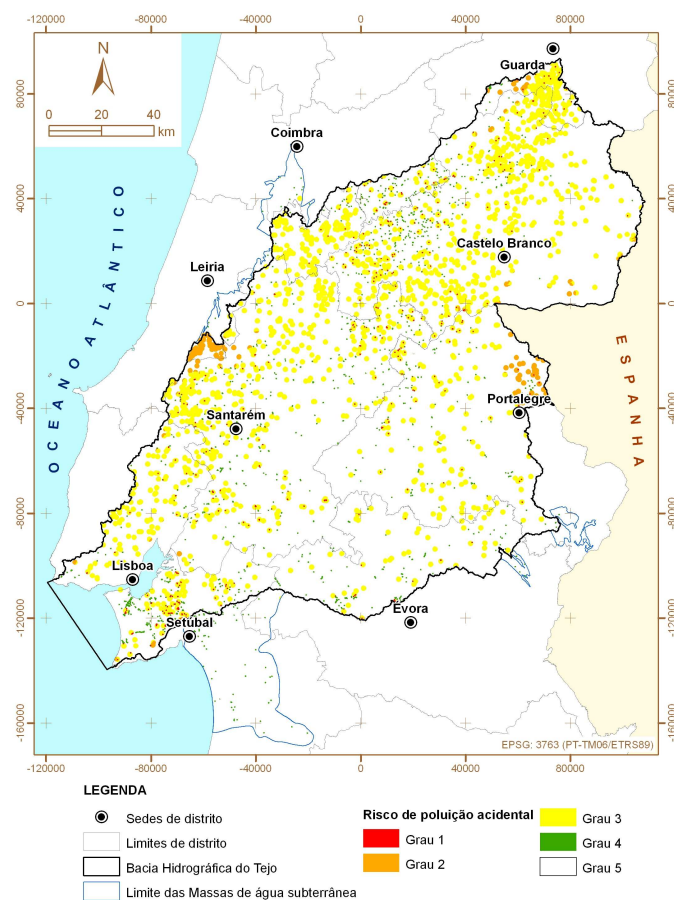


Figura 8.1 – Mapa da classificação do território do plano, de acordo com o grau de risco de poluição acidental

Para o efeito da análise de risco de poluição acidental associado a estradas, simplificou-se o método referido em Leitão *et al.* (2005) tendo-se dividido a escala do índice IFI (desenvolvido por Oliveira e Lobo Ferreira, 2002) em quatro classes de risco, respectivamente:

- 3 a 15 – Baixo
- 16 a 20 – Médio
- 21 a 25 – Alto
- 26 a 30 – Muito Alto

A Figura 8.2 apresenta a análise efectuada sobrepondo ao mapeamento IFI a rede de estradas, zonas de protecção de captações e nascentes hidrominerais e uma zona adjacente de 1 km aos eixos das estradas, permitindo classificar o risco de poluição acidental proveniente de estradas, para as águas subterrâneas, nas quatro classes

acima referidas. Podem ser classificadas como “zonas em risco” as correspondentes às classes Alto e Muito Alto.

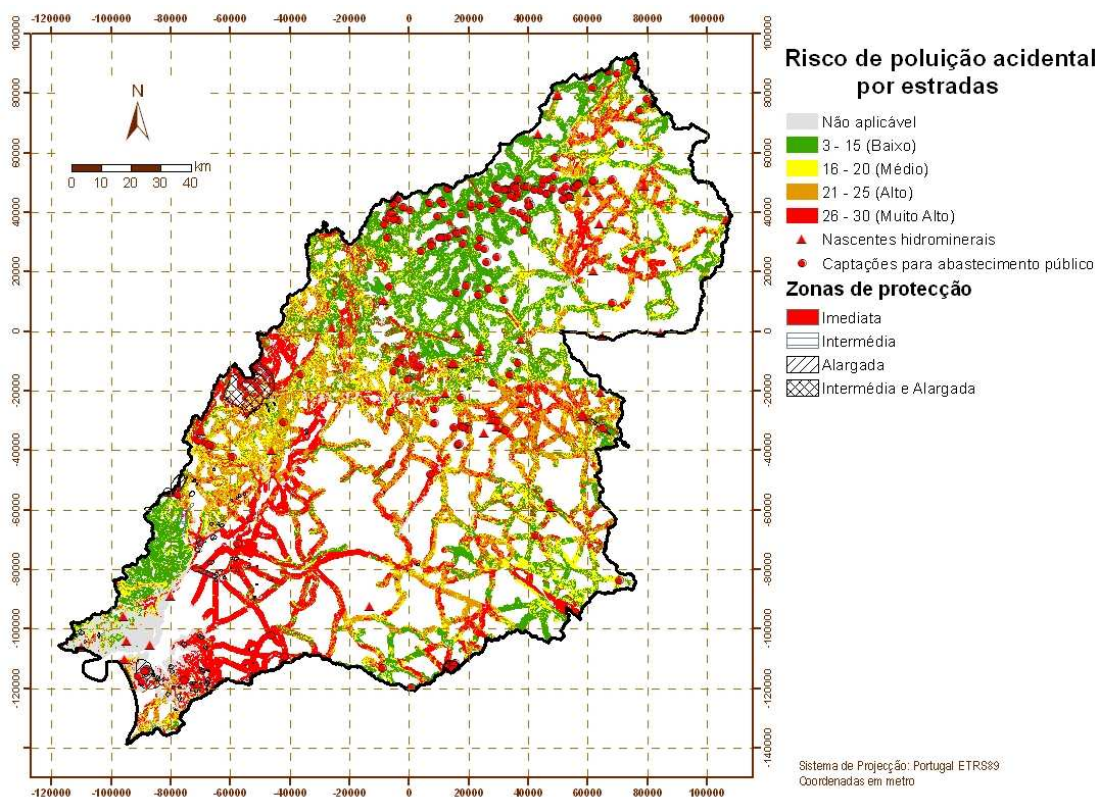


Figura 8.2 – Mapa do risco de poluição acidental associado a estradas

9 ZONAS PROTEGIDAS: ZONAS PROTEGIDAS E ÁREAS CLASSIFICADAS (CAPTAÇÃO PARA CONSUMO HUMANO, ZONAS VULNERÁVEIS E ZONAS DE INFILTRAÇÃO MÁXIMA)

Na área do PGRH do Tejo estão aprovados os perímetros de protecção de 139 captações para abastecimento público pertencentes a cerca de 55 pólos de extracção. Na Figura 9.1 apresenta-se uma síntese da situação relativa a perímetros de protecção na área do PGRH Tejo.

A Portaria n.º 164/2010, de 16 de Março, define três zonas vulneráveis na área do PGRH do Tejo: a zona vulnerável do Tejo, a zona vulnerável de Estremoz-Cano e a zona vulnerável de Elvas. Os limites destas zonas vulneráveis estão definidos no Anexo I da Portaria n.º 164/2010 (Figura 9.2).

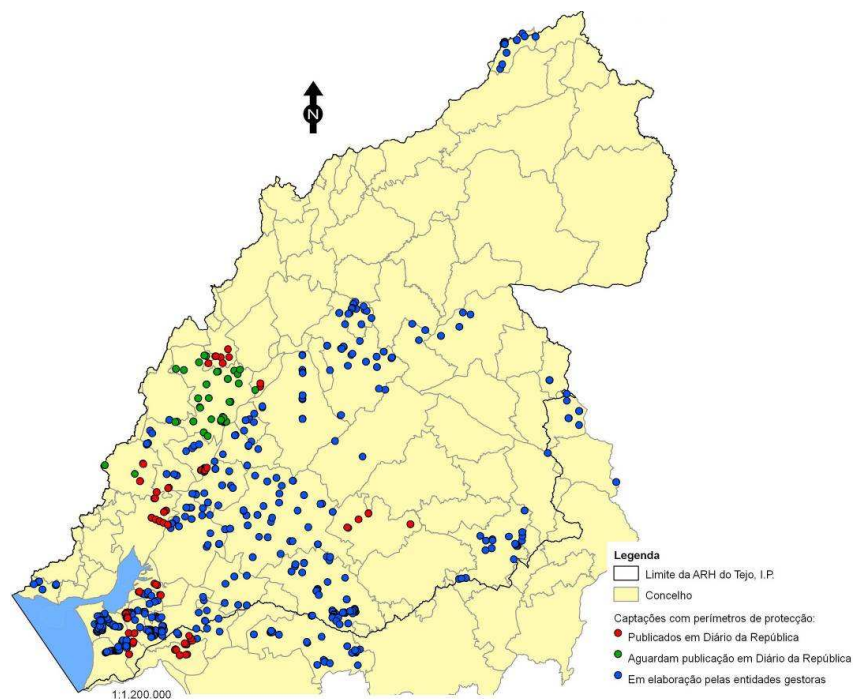


Figura 9.1 – Situação relativa a perímetros de protecção na área do PGRH Tejo
<http://www.arhtejo.pt/web/guest/perimetros-de-proteccao1>, consultado em Maio de 2011)

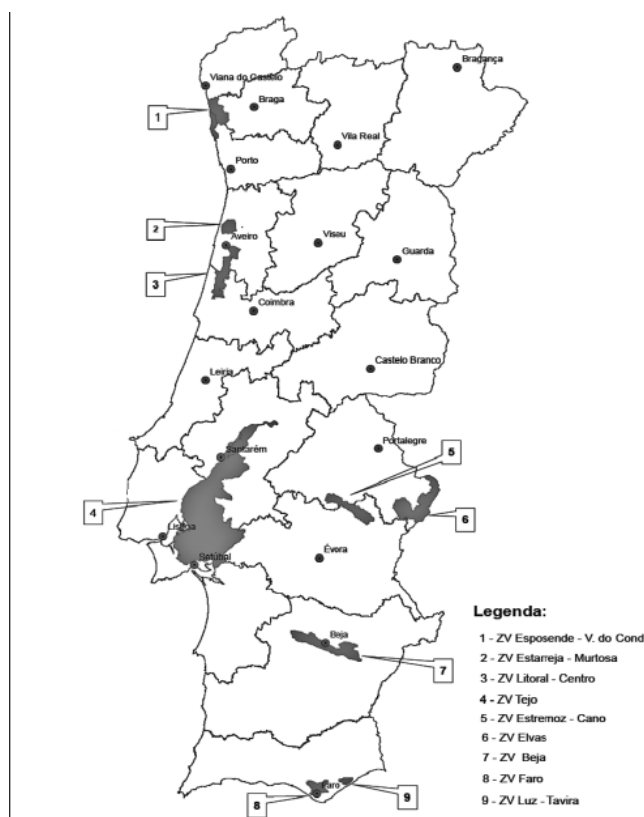


Figura 9.2 – Zonas Vulneráveis definidas pela Portaria n.º 164/2010, de 16 de Março

Refira-se que a zona vulnerável de Elvas resulta da anterior zona vulnerável Elvas-Vila Boim, criada pela Portaria n.º 833/2005, de 16 de Setembro, que foi na actual Portaria 164/2010 estendida para integrar o sistema aquífero Elvas-Campo Maior. Este sistema aquífero tem uma área pequena dentro da área do PGRH Tejo, pelo que o tratamento desta zona vulnerável deverá ser feito no âmbito do PGRH Guadiana.

Estão definidas até ao momento na área do PGRH Tejo as zonas de máxima infiltração de largas dezenas de concelhos, de acordo com a legislação em vigor para as REN (DL 166/2008). Não existe delimitação municipal da REN para os municípios de Alcochete, Azambuja, Entroncamento, Lisboa, Montijo, Odivelas, Oeiras e Setúbal.

10 REDES DE MONITORIZAÇÃO

10.1 ÁGUAS SUBTERRÂNEAS - ESTADO QUANTITATIVO

A rede de monitorização de quantidade de águas subterrâneas é constituída por 105 pontos de monitorização mensal (Figura 10.1), e em cinco pontos de observação estão instaladas sondas automáticas programadas para medição diária do nível da água, considerado suficiente à luz do conhecimento actual.

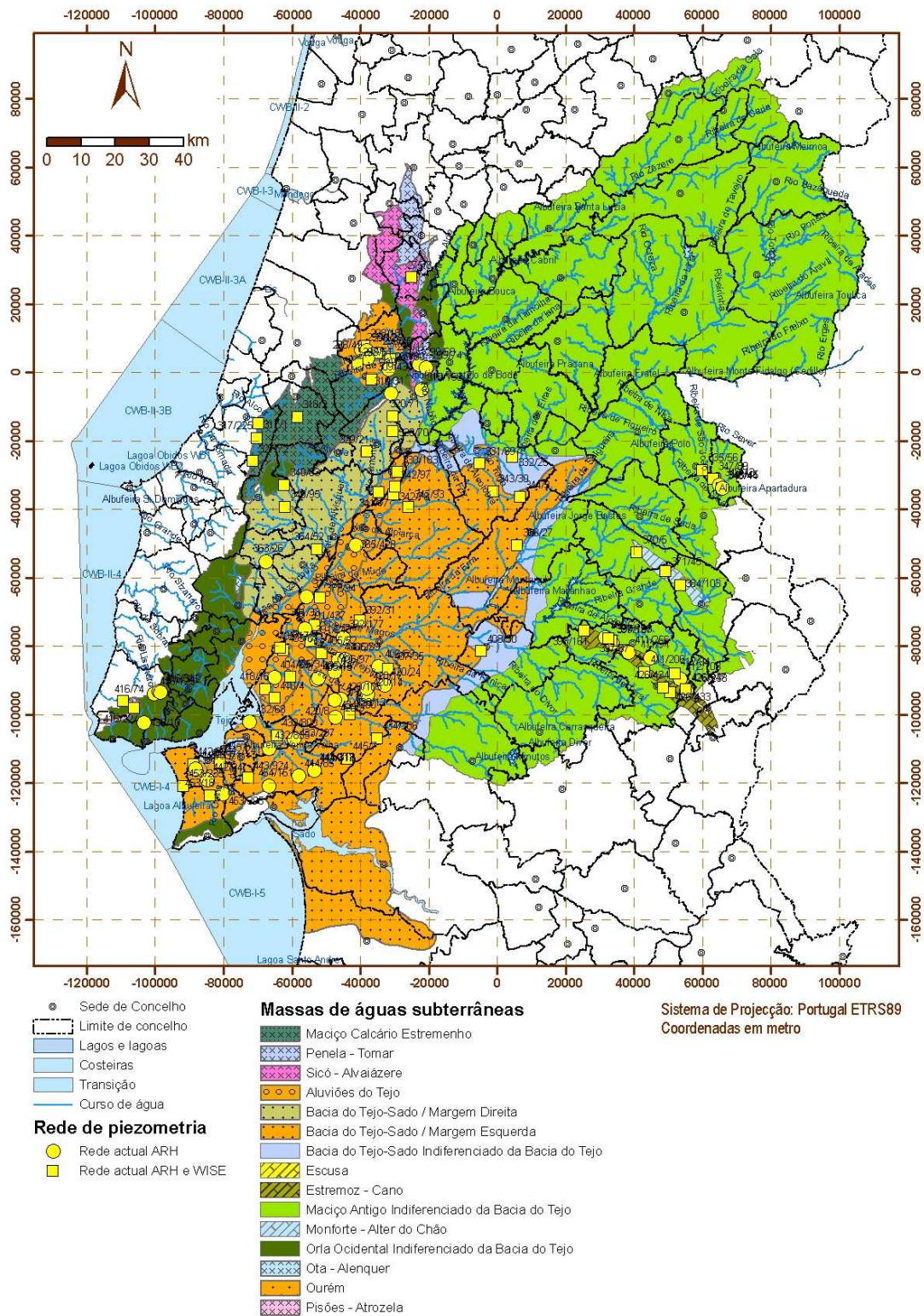


Figura 10.1 – Pontos de monitorização da rede de piezometria na área do PGRH Tejo

Apesar do elevado número de pontos, a rede apresentava valores de índice de representatividade abaixo do recomendável (80%) para a totalidade das massas de água. Em Ota-Alenquer não existe nenhum ponto de monitorização. Propõe-se, assim, que as redes sejam alteradas, trabalho que já se encontra em desenvolvimento no âmbito deste plano.

A rede de monitorização das nascentes inclui neste momento 14 pontos em sete massas de águas subterrâneas. A cobertura é francamente insuficiente, propondo-se a alteração da rede para colmatar as deficiências encontradas.

Os valores de IR da rede de quantidade variam entre: 11,1 (O9 - Penela-Tomar) e 70,7% (T1 - Bacia Tejo-Sado Margem Direita).

10.2 ÁGUAS SUBTERRÂNEAS - ESTADO QUÍMICO

A rede de vigilância instalada na área do PGRH Tejo é constituída por cerca de 250 pontos, distribuídos pelas 15 massas de água (Figura 10.2). A frequência de amostragem semestral é a mais habitual. Os índices de representatividade calculados para as redes de monitorização indicaram a necessidade de melhorar o desempenho da rede de vigilância, nomeadamente quanto à homogeneidade da distribuição espacial e número de pontos. Propôs-se, assim, que as redes fossem alteradas atendendo a um conjunto de critérios.

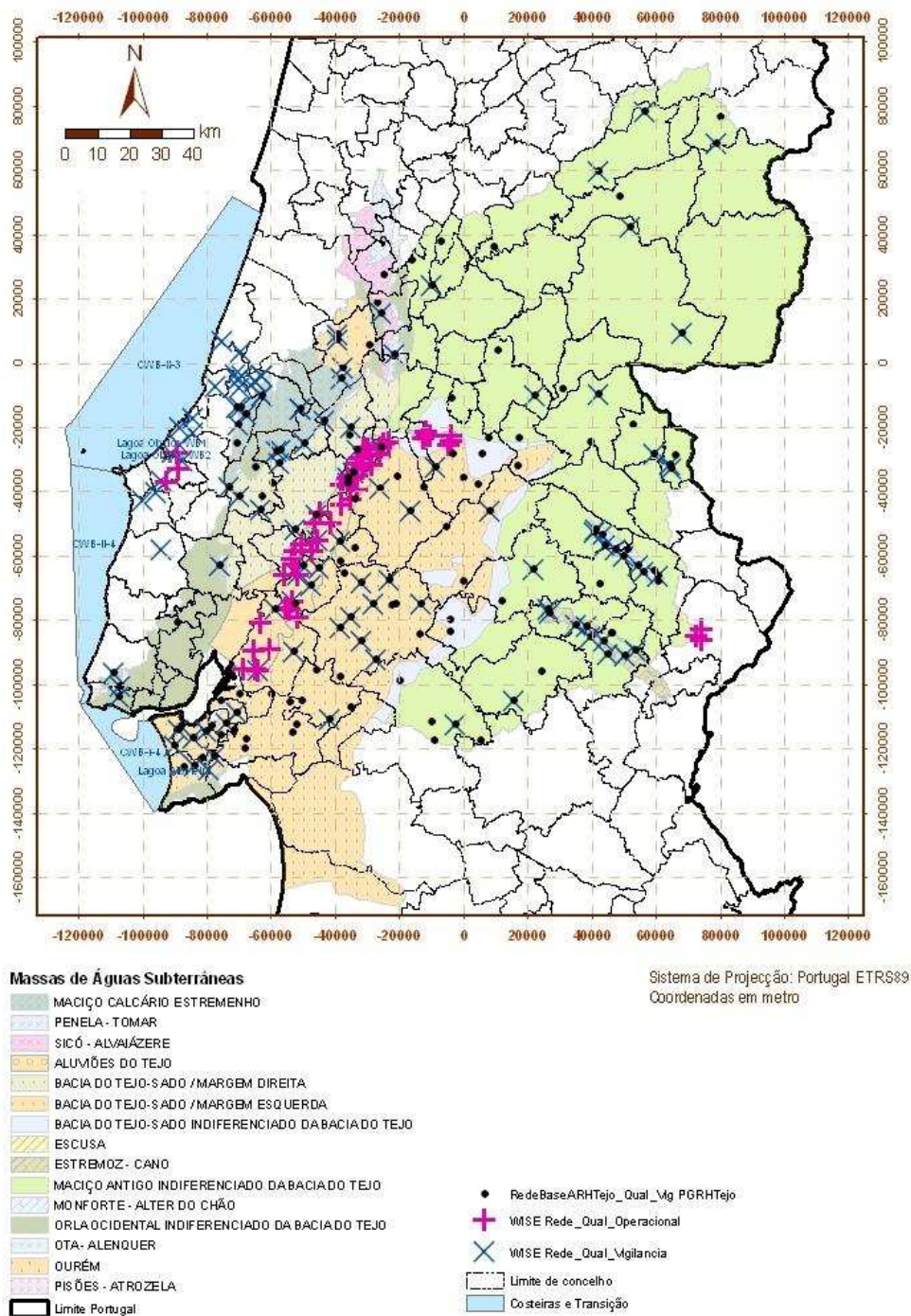


Figura 10.2 – Pontos de monitorização da rede de vigilância e operacional na área do PGRH Tejo

A rede operacional instalada na Região Hidrográfica 5 é constituída por 47 pontos na massa de água T7 - Aluviões do Tejo. A frequência de amostragem mais frequente é a semestral. Não se propõe a sua alteração dada a sua especificidade e ao facto desta já ter sido adaptado ao objectivo específico da monitorização.

Quanto à rede de substâncias perigosas, para as lixeiras e os depósitos de resíduos os parâmetros analisados ao longo dos anos em que foi realizada a monitorização foram sendo alterados ao longo dos anos. Nas lixeiras, no primeiro ano de campanha, foram analisadas todas as substâncias da lista I e II da Directiva 80/68/CEE, uma vez que se desconhecia quais as substâncias que tinham sido depositadas nestes locais. Nas campanhas seguintes apenas se monitorizaram as substâncias que apareceram na água subterrânea, em concentrações superiores ao limite de quantificação. A frequência de amostragem da rede de monitorização é bianual, com uma campanha realizada no final das águas altas (Março / Abril) e outra no final das águas baixas (Setembro / Outubro). Face aos resultados da qualidade das águas subterrâneas em zonas envolventes de lixeiras propõem-se medidas para alteração das redes de monitorização.

A monitorização realizada nas captações destinadas ao consumo humano é, neste momento, o único controlo directo exercido dentro dos perímetros de protecção de captações no âmbito do DL n.º 382/99, de 22 de Setembro. As redes de vigilância, operacionais, de substâncias perigosas, e de nitratos constituem o sistema de controlo complementar à disposição da ARH. Não se encontrou justificação para alterar este controlo.

Nas duas zonas vulneráveis na área do PGRH Tejo, zona vulnerável do Tejo e zona vulnerável de Estremoz-Cano, estão já concebidas e em funcionamento redes de monitorização para avaliação de nitratos, de acordo com o estabelecido no DL n.º 235/97, de 3 de Setembro, e no DL n.º 68/99, de 11 de Março. Não se encontrou justificação neste momento para alterar este controlo uma vez que esta rede foi já objecto de optimização para o seu objectivo.

Os valores de Índice de Representatividade (IR) (Grath *et al.*, 2001) das redes de vigilância da qualidade variam entre: 19,6 (O9 - Penela-Tomar) e 74,3% (A0x1RH5 - Maciço Antigo Indiferenciado da Bacia do Tejo). O IR da rede operacional de qualidade da massa de águas subterrâneas T7 - Aluviões do Tejo é de 49,3%.

11 ESTADO DAS MASSAS DE ÁGUA

11.1 ESTADO QUÍMICO DAS MASSAS DE ÁGUAS SUBTERRÂNEAS

O estado químico foi avaliado aplicando o conjunto de quatro testes previstos na DQA apresentando-se na

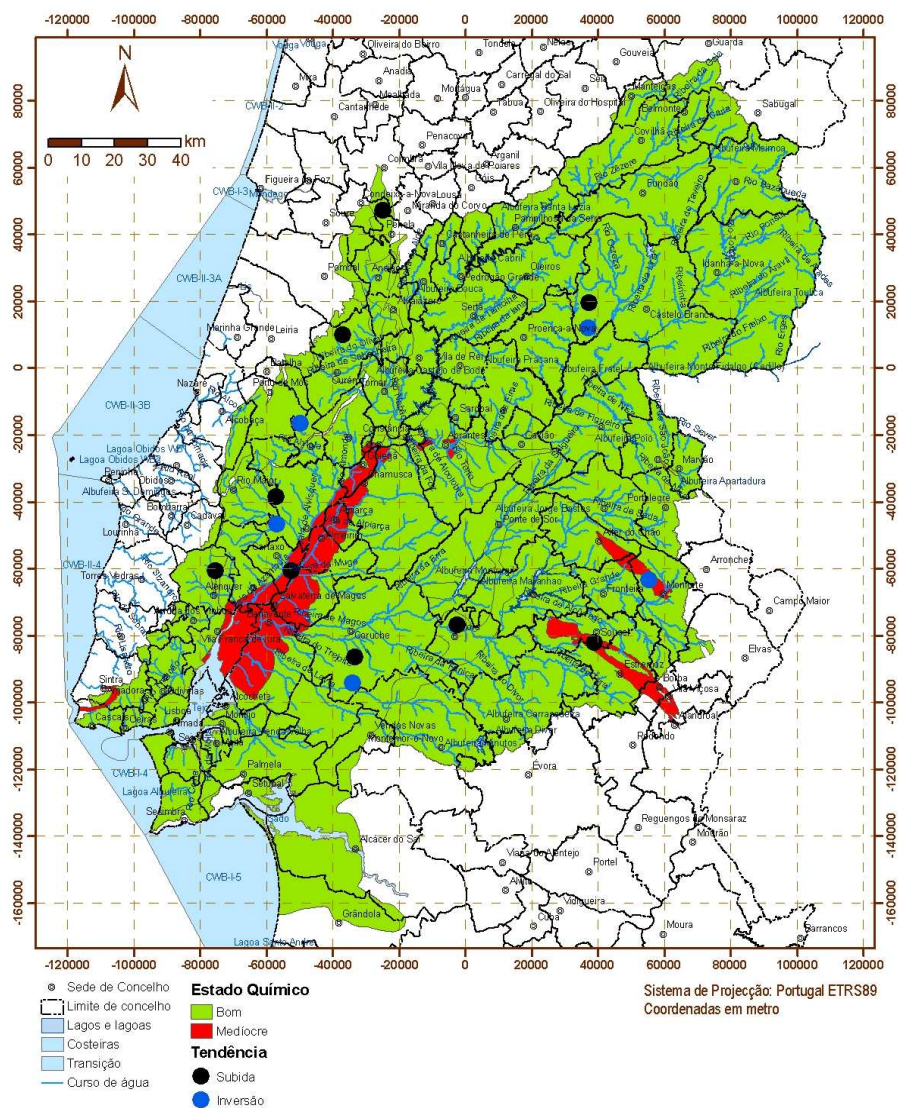


Figura 11.1 a síntese dessa avaliação, com destaque para os resultados do estado químico geral e das tendências significativas que estão na origem do estado medíocre.

O conjunto de testes efectuados para as massas de águas superficiais associadas e para os ecossistemas terrestres dependentes das águas subterrâneas não conduziram à classificação de estado medíocre, embora em muitos casos a informação fosse insuficiente.

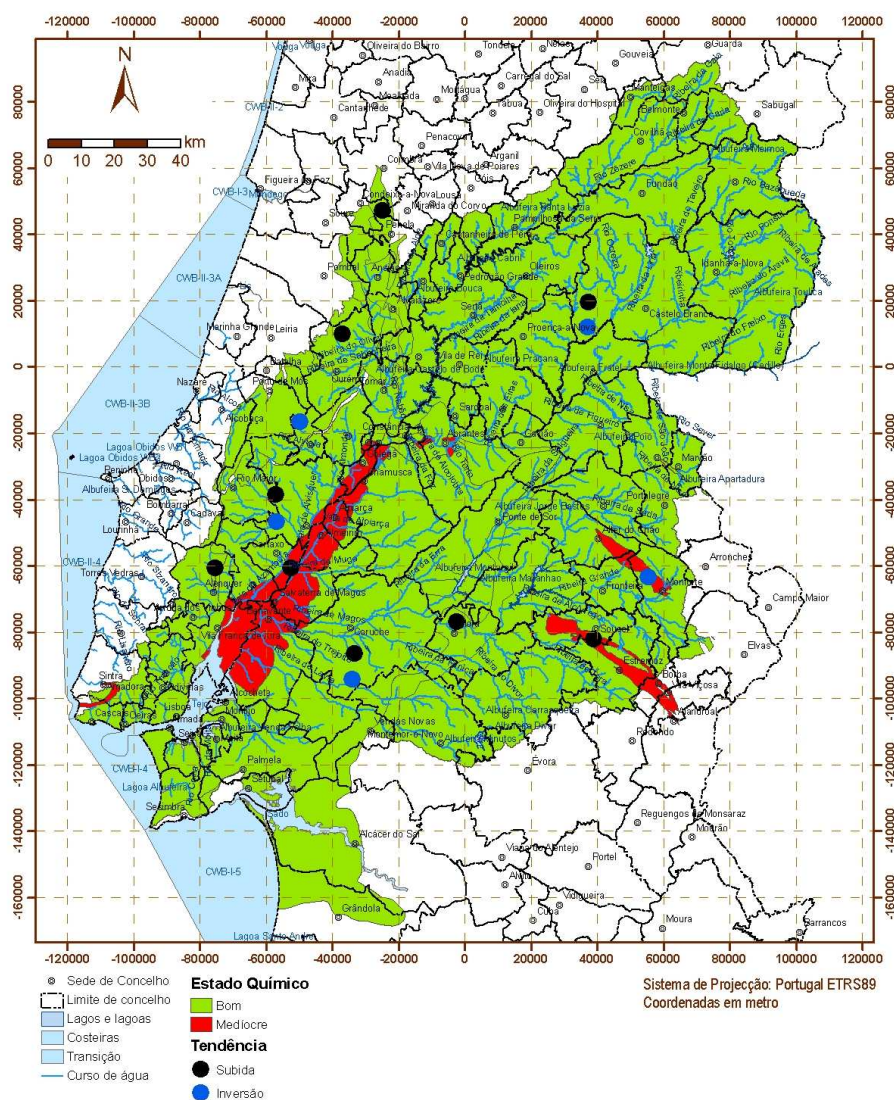


Figura 11.1 – Síntese do Estado Químico geral e das tendências significativas e constantes das águas subterrâneas do PGRH Tejo (bola preta: tendência crescente; bola azul: inversão de tendência)

Os resultados da análise das pressões e dos seus impactes na qualidade das águas subterrâneas da região do PGRH Tejo permitem determinar um conjunto de cinco, das 15 massas de águas subterrâneas, em risco de não virem a cumprir os objectivos de qualidade da água definidos na Directiva-Quadro da Água. Consideraram-se nessa situação as massas que se encontram em uma ou mais de três situações: (1) em estado químico medíocre; (2) com tendência estatisticamente significativa de subida de algum parâmetro cujo valor ultrapassou os 75% do valor limite regulamentar e (3) sujeita a pressões de elevado impacte em massas com elevada vulnerabilidade.

As massas de águas subterrâneas do PGRH Tejo que se encontram em risco de incumprimento dos objectivos de qualidade da água são as seguintes:

- T7 - Aluviões do Tejo:
 - Estado Químico medíocre para: NO_3^- , NH_4^+
 - Tendência de subida de: CE, SO_4^{2-}
- A4 - Estremoz-Cano:
 - Estado Químico medíocre para: NO_3^-
 - Tendência de subida de: NO_3^-
- O28 - Pisões-Atrozela:
 - Estado Químico medíocre para: NH_4^+ , As, Pb, pesticidas
 - Sem análise de tendências
- A3 - Monforte Alter do Chão:
 - Estado Químico medíocre para: NO_3^-
 - Tendência de descida de: NO_3^-
- T3 - Bacia Tejo-Sado Margem Esquerda:
 - Estado Químico bom
 - Tendência de subida de: NO_3^- e NH_4^+ cujos valores ultrapassaram os 75% do valor limite regulamentar

11.2 ESTADO QUANTITATIVO DAS MASSAS DE ÁGUAS SUBTERRÂNEAS

A avaliação das tendências de evolução dos níveis piezométricos ao longo do tempo mostrou algumas situações de descida nos casos das massas de águas subterrâneas: O15 - Ourém, T1 - Margem Direita, T3 - Margem Esquerda, e também na zona norte da massa de águas T7 - Aluviões do Tejo. A Figura 12.2 representa o resultado da avaliação das tendências de evolução dos níveis piezométricos máximos anuais, considerando-se como tendência de descida os casos em que a descida anual era superior a 100 mm/ano.

Em termos de classificação do estado quantitativo estas descidas poderiam ser suficientes para classificar as massas de águas em estado medíocre. Contudo, considera-se que o comprimento das séries e a irregularidade dos períodos de medição dos níveis não permite com segurança confirmar uma tendência de descida, razão porque se opta por considerar também o balanço hídrico subterrâneo para aferir o estado quantitativo das massas de águas subterrâneas.

As taxas de exploração calculadas para as massas de água do PGRH Tejo variam entre 1,5% e 77%, de acordo com os resultados do balanço por massa de águas subterrâneas por Lobo-Ferreira *et al.* (2011a). Para este balanço e para integrar a incerteza associada aos cálculos quer da recarga quer das extracções de água, optou-se por considerar o valor de recarga mais baixo calculado entre o modelo de balanço

hídrico sequencial diário (BALSEQ) e o proposto pela ARH-Tejo, e o valor mais elevado de extracções obtido pelo cálculo das necessidades e pela soma dos volumes inventariados.

De acordo com este balanço, opta-se por se classificar o estado quantitativo de todas as massas de águas subterrâneas do PGRH Tejo como “Bom” (Figura 11.2).

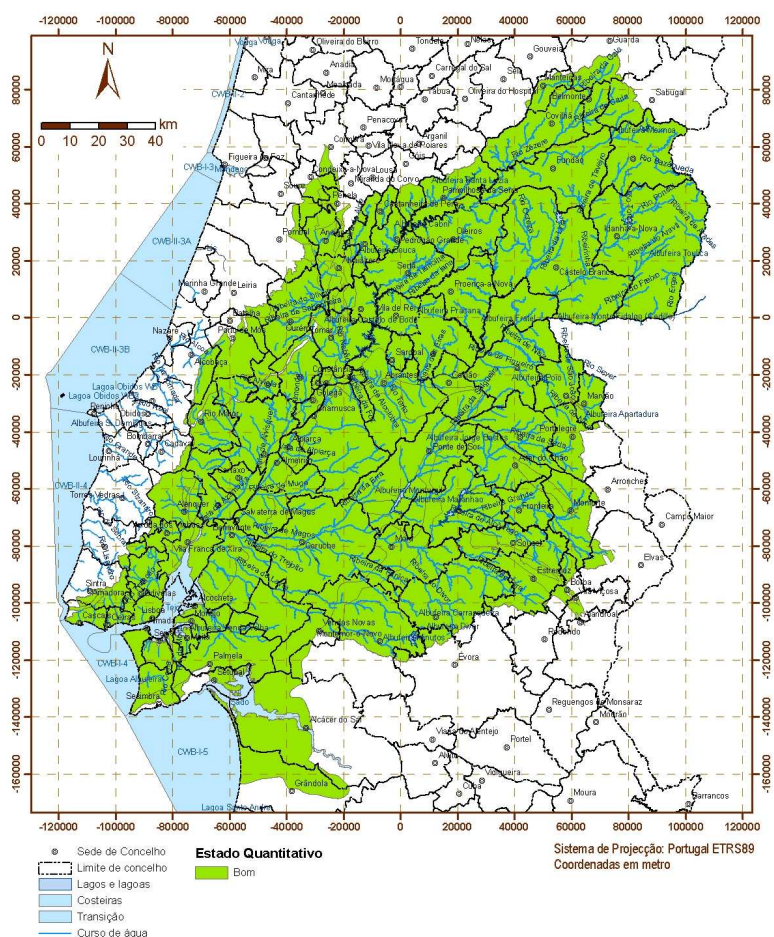


Figura 11.2 – Estado quantitativo das massas de águas subterrâneas do PGRH Tejo

12 DIAGNÓSTICO DA REGIÃO HIDROGRÁFICA

12.1 ÁREA TEMÁTICA 1 – QUALIDADE DA ÁGUA

As massas de águas subterrâneas cujo estado é inferior a bom são as T7 - Aluviões do Tejo, A4 - Estremoz-Cano, O28 - Pisões-Atrozela, A3 - Monforte Alter do Chão. Referem-se os parâmetros responsáveis por esta classificação. Note-se que os dados relativos aos ecossistemas terrestres dependentes das águas subterrâneas e às

massas de águas superficiais associadas às massas de águas subterrâneas são insuficientes para confirmar se as massas de águas subterrâneas são responsáveis por danos nestes elementos.

Na massa de águas subterrâneas T7 - Aluviões do Tejo os parâmetros responsáveis pelo estado químico medíocre são: NO_3^- , NH_4^+ . Dezasseis dos 46 pontos de monitorização (35%) apresentam valor médio de NO_3^- superior à NQA. Onze dos pontos de monitorização apresentam valor médio de NH_4^+ superior ao limiar (0,5 mg NH_4 /L).

Na massa de águas subterrâneas A4 - Estremoz-Cano, cinco dos 17 pontos analisados apresentam valor médio de NO_3^- superior à NQA e 22 % das amostras estão acima da NQA.

Na massa de águas subterrâneas O28 - Pisões-Atrozela os parâmetros responsáveis pelo estado medíocre são NH_4^+ , As, Pb e pesticidas. As médias dos elementos azoto amoniacal e chumbo excedem os limiares em 50% dos pontos (1 de 2 pontos com análises) e os pesticidas e o arsénio excedem os respectivos limiares ou NQA no único ponto com análises. 58 % das amostras apresentam azoto amoniacal superior ao limiar, 3 amostras em 4 apresentam arsénio acima do limiar, apenas 1 de 10 amostras apresentam chumbo acima do limiar e a única amostra analisada para pesticidas excede a sua NQA.

Na massa de águas subterrâneas A3 - Monforte Alter do Chão 3 dos 13 pontos analisados apresentam valor médio de NO_3^- superior à NQA e 21 % das amostras estão acima da NQA.

A Figura 12.1 representa um mapa com uma síntese da informação relativamente aos pontos de águas subterrâneas, indicando os casos de parâmetros cujas médias ultrapassam os limiares de qualidade ou as normas de qualidade ambiental.

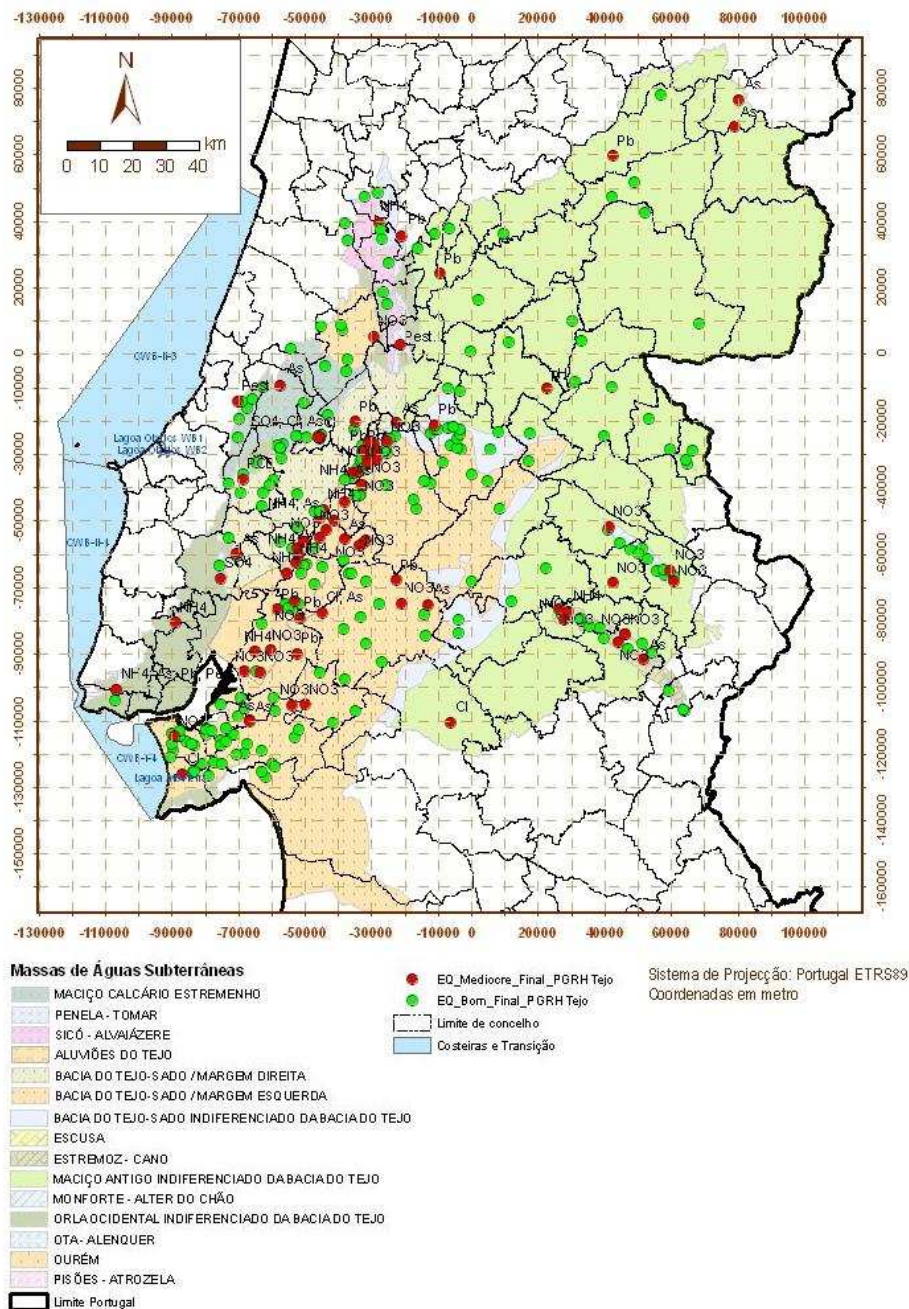


Figura 12.1 – Comparação por ponto de água entre a média do elemento e as normas de qualidade ambiental (NQA) ou limiares (LQ), [sinalizando-se com uma bola verde quando as médias de todos os elementos analisados são inferiores às NQA e aos LQ e com uma bola vermelha quando pelo menos um elemento apresenta valor médio superior, indicando-se nestes casos quais são os elementos onde as médias ultrapassam as NQA ou os LQ]

Tendo em conta a análise das fontes de poluição tóxica e difusa e que os resultados da avaliação do estado químico das massas de água subterrâneas, indicam-se no Quadro 12.1 as situações existentes que podem pôr em causa o cumprimento dos objectivos ambientais.

Quadro 12.1 – Estado Químico das massas de águas subterrâneas do PGRH Tejo e fontes de poluição tóxica e difusa com impacto

Nome	Cumprido o critério do limiar ou NQA?	Resultado do teste	Sectores relacionados
A2 - Escusa	Sim	Bom	-
A3 - Monforte - Alter do Chão	Não: NO ₃ ⁻	Medíocre	Pecuária; agricultura; lixeiras encerradas; fossas sépticas, bovinicultura
A4 - Estremoz - Cano	Não: NO ₃ ⁻ , NH ₄ ⁺ , As	Medíocre	Agricultura; bovinicultura; lixeiras encerradas; fossas sépticas; lagares de azeitona, bagaço e viticultura
A0x1RH5 - Maciço Antigo Indiferenciado da Bacia do Tejo	Não: As, Pb, pH, NO ₃ ⁻ , Cl ⁻	Bom	Agricultura; pecuária; indústria transformadora; lixeiras encerradas; indústria extractiva abandonada
T1 - Bacia do Tejo- Sado / Margem Direita	Não: Pb, Cl ⁻ , As, SO ₄ ²⁻ , pesticidas	Bom	Agricultura; indústria transformadora; lixeiras encerradas; outros passivos ambientais
T3 - Bacia do Tejo-Sado / Margem Esquerda	Não: NO ₃ ⁻ , Pb, As, Cl ⁻ , NH ₄ ⁺	Bom	Pecuária; agricultura; indústria transformadora; lixeiras encerradas; outros passivos ambientais
T7 - Aluviões do Tejo	Não: NO ₃ ⁻ , NH ₄ ⁺ , pesticidas, As, PCE, Pb, Cl ⁻ , CE	Medíocre	Pecuária; agricultura; indústria transformadora; lixeiras encerradas; bovinicultura; fossas sépticas
T01RH5 - Bacia do Tejo-Sado Indiferenciado da Bacia do Tejo	Sim	Bom	-
O15 - Ourém	Não: NO ₃ ⁻	Bom	Agricultura
O26 - Ota – Alenquer	Não: SO ₄ ²⁻	Bom	Agricultura
O28 - Pisões – Atrozela	Não: NH ₄ ⁺ , As, Pb, pesticidas	Medíocre	Agricultura; campos de golfe; indústria transformadora; fossas sépticas; autódromo do Estoril
O01RH5 - Orla Ocidental Indiferenciado da Bacia do Tejo	Não: NH ₄ ⁺	Bom	Agricultura; pecuária; lixeiras encerradas
O9 - Penela-Tomar	Não: pesticidas; Pb	Bom	Agricultura; lixeiras encerradas
O11 - Sicó – Alvaiázere	Não: NH ₄ ⁺	Bom	-
O20 - Maciço Calcário Estremenho	Não: pesticidas; As	Bom	Agricultura; lixeiras encerradas; outros passivos ambientais

12.2 ÁREA TEMÁTICA 2 – QUANTIDADE DE ÁGUAS SUBTERRÂNEAS

Considera-se que as séries temporais de piezometria não permitem suficiente confiança para a conclusão sobre tendências de descida dos níveis piezométricos. Há, também, ausência de informação acerca do estado de muitas das massas de águas superficiais associadas ou dos ecossistemas terrestres dependentes que permitam avaliar o estado das massas de águas subterrâneas. Não obstante, considerou-se que estas questões não deveriam inviabilizar a classificação do estado das massas de

águas subterrâneas, tendo-se utilizado o critério do balanço extracções - recarga das massas de águas subterrâneas.

Os aspectos apontados relativamente à inexistência de informação e às dúvidas no que diz respeito à evolução dos níveis piezométricos serão alvo de medidas dedicadas à sua colmatação.

A avaliação das tendências de evolução dos níveis piezométricos ao longo do tempo mostrou algumas situações de descida nos casos das massas de águas subterrâneas: O15 - Ourém, T1 - Margem Direita, T3 - Margem Esquerda, e também na zona norte da massa de águas T7 - Aluviões do Tejo. A Figura 12.2 representa o resultado da avaliação das tendências de evolução dos níveis piezométricos máximos anuais, considerando-se como tendência de descida os casos em que a descida anual era superior a 100 mm/ano.

Em termos de classificação do estado quantitativo estas descidas poderiam ser suficientes para classificar as massas de águas em estado medíocre. Contudo, considera-se que o comprimento das séries e a irregularidade dos períodos de medição dos níveis não permite com segurança confirmar uma tendência de descida, razão porque se opta por considerar também o balanço hídrico subterrâneo para aferir o estado quantitativo das massas de águas subterrâneas.

O conjunto de testes conduzidos para as massas de águas superficiais associadas e para os ecossistemas terrestres dependentes das águas subterrâneas não conduziram à classificação de estado medíocre, embora em muitos casos a informação fosse insuficiente. Assim, todas as massas de águas subterrâneas são classificadas por estado quantitativo “bom”.

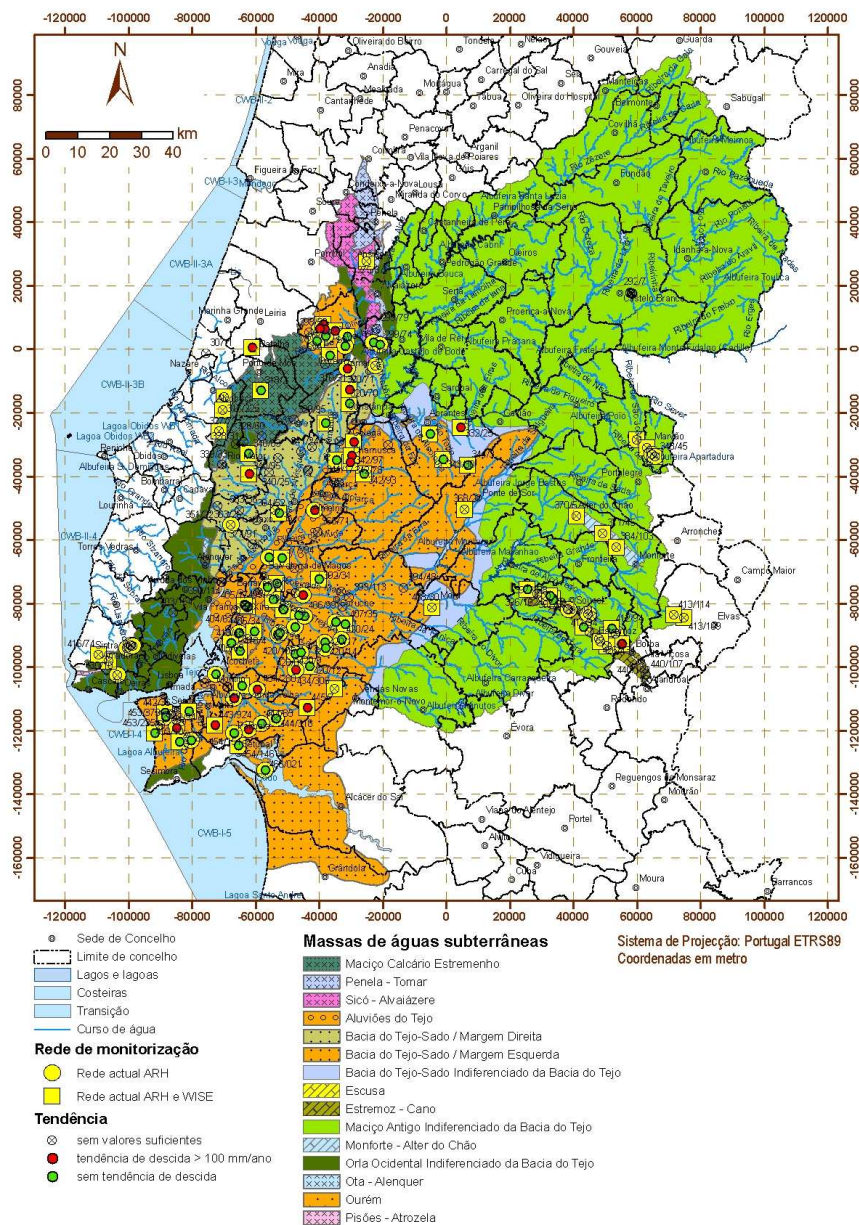


Figura 12.2 – Evolução dos níveis piezométricos no PGRH Tejo por ponto de monitorização

Quadro 12.2 – Resultados do balanço por massa de águas subterrâneas

Massas de águas subterrâneas	Recarga BALSEQ			Recarga ARH-Tejo		Necessidades estimadas (hm ³ /ano) ⁽⁵⁾	Consumos inventariados (hm ³ /ano) ⁽⁵⁾	Taxa de exploração % ⁽⁶⁾
	(mm/ano)	(hm ³ /ano)	% Prec.	% Prec.	(hm ³ /ano)			
A0x1RH5 - Maciço Antigo Indiferenciado da Bacia do Tejo	71	1006,48	9	5	559,16	268,47	38,5	48,0
A2 - Escusa	621 ⁽¹⁾	4,79 ⁽¹⁾	62	53	3,18	0,07	1,1	33,6
A3 - Monforte – Alter do Chão	173 ⁽²⁾	16,96 ⁽²⁾	26	-	-	2,61	0,5	15,4
A4 - Estremoz – Cano	244 ⁽³⁾	49,35 ⁽³⁾	36	-	-	4,00	2,1	8,1
O01RH5 - Orla Ocidental Indiferenciado da Bacia do Tejo	64	87,64	9	-	-	67,44	24,0	77,0
O9 - Penela Tomar	445	108,96	48	-	-	1,64	0,7	1,5
O11 - Sicó – Alvaiázere	469	155,43	48	-	-	3,31	2,7	2,1
O15 – Ourém	154	48,74	19	10-15	25,65-38,48	4,39	2,8	17,1
O20 - Maciço Calcário Estremenho	556	426,79	61	-	-	23,06	2,7	5,4
O26 – Ota-Alenquer	-	24,89 ⁽⁴⁾	-	-	25 ⁽⁴⁾	0,65	7,1	28,5
O28 - Pisões – Atrozela	287	6,34	41	-	-	0,54	1,8	28,6
T01RH5 - Bacia do Tejo – Sado Indiferenciado da Bacia do Tejo	143	132,56	23	10	57,63	24,16	4,6	41,9
T1 - Bacia do Tejo – Sado / Margem Direita	123	172,80	18	-	-	104,17	58,0	60,3
T3 - Bacia do Tejo – Sado / Margem Esquerda	167	1005,91	26	-	-	309,63	221,2	30,8
T7 - Aluviões do Tejo	207	217,87	33	-	-	83,69	107,6	49,4

⁽¹⁾ O volume de recarga apresentado inclui 139 mm/ano ou 1,07 hm³/ano de recarga de água proveniente do escoamento directo das áreas de drenagem da massa de águas subterrâneas.

⁽²⁾ O volume de recarga apresentado inclui 4 mm/ano ou 0,43 hm³/ano de recarga de água proveniente do escoamento directo das áreas de drenagem da massa de águas subterrâneas.

⁽³⁾ O volume de recarga apresentado inclui 40 mm/ano ou 8,07 hm³/ano de recarga de água proveniente do escoamento directo das áreas de drenagem da massa de águas subterrâneas.

⁽⁴⁾ O volume de recarga apresentado considera o estimado para a área de ocorrência da massa de águas subterrâneas (3,89 hm³/ano, 415 mm/ano ou 58 % da precipitação) mais 21 hm³/ano considerados em Almeida *et al.* (2000), provenientes da recarga que ocorre na serra de Montejunto e que se encontrará ligada hidráulicamente com a área da massa de águas subterrâneas, constituindo o seu principal local de recarga.

⁽⁵⁾ Estes valores são as necessidades totais satisfeitas pelas águas subterrâneas não tendo sido subtraídos os valores que são devolvidos ao meio hídrico subterrâneo pela infiltração das perdas da água de rega.

⁽⁶⁾ Para a taxa de exploração foram utilizados os valores mais restritivos de recarga e mais elevados entre as necessidades e os consumos.

12.3 ÁREA TEMÁTICA 3 – GESTÃO DE RISCOS E VALORIZAÇÃO DO DOMÍNIO HÍDRICO

Na região do PGBH Tejo foram identificados como ecossistemas dependentes das águas subterrâneas (EDAS) as massas de águas superficiais associadas a massas de águas subterrâneas e os ecossistemas terrestres associados (zonas ripícolas) e foram

identificados como ecossistemas terrestres dependentes de águas subterrâneas (ETDAS) as zonas húmidas resultantes da percolação ascendente difusa de água subterrânea (charcos temporários mediterrânicos). Os EDAS identificados encontram-se representados na Figura 12.3.

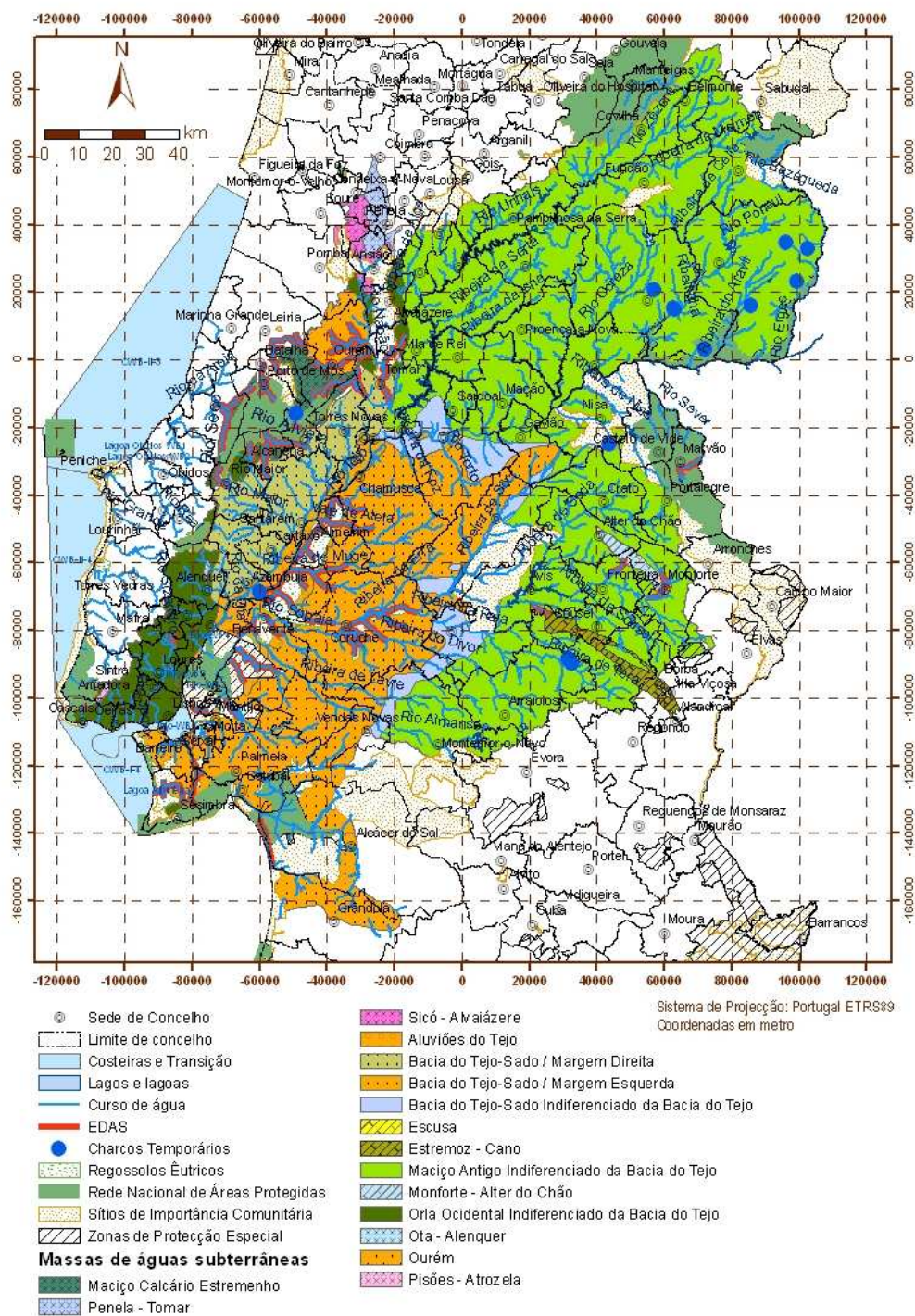


Figura 12.3 - Ecossistemas dependentes de águas subterrâneas (EDAS), representados nas coberturas cartográficas empregues para a elaboração do presente PGBH

A identificação de EDAS nalgumas das massas de águas subterrâneas foi limitada ou porque não existe conhecimento hidrogeológico de base suficiente para identificar interdependências entre águas superficiais e águas subterrâneas, ou porque a cobertura da rede de piezometria é insuficiente e não adequada à monitorização da dependência destes ecossistemas das águas subterrâneas ou simplesmente porque a cobertura cartográfica empregue para a elaboração do presente PGRH não permitiu identificar massas de águas superficiais.

Os ETDAS identificados são ecossistemas protegidos pela Directiva 92/43/CEE, transposta para o direito interno pelo Decreto-Lei 140/99, considerados como um dos habitats prioritários para a conservação no nosso país. No entanto, ainda não existe uma inventariação exaustiva da sua localização, nem um sistema de gestão que vise a sua conservação. Tendo sido identificados recentemente como dependentes de águas subterrâneas ainda não existe nem uma metodologia de avaliação de estado destes ecossistemas nem o conhecimento de quais os parâmetros que condicionam o estado destes ecossistemas e qual o seu grau de dependência das águas subterrâneas.

A localização destes EDAS e ETDAS foi sobreposta aos limites das áreas protegidas inseridas na Rede Natura 2000 e na rede nacional de áreas protegidas, tendo-se constatado que alguns dos ecossistemas identificados como dependentes de águas subterrâneas já se encontram de alguma forma sob a protecção das áreas protegidas anteriormente referidas.

Um risco adicional a considerar relaciona-se com a subsidência de terrenos resultante da exploração não sustentável de água dos sistemas aquíferos.

A subsidência de terrenos ocorre nas camadas de argila que confinam os aquíferos ou em locais onde existe uma sequência de camadas intercaladas que não estão consolidadas ou estão pouco consolidadas, sendo estas camadas (em muitas ocasiões) camadas argilosas muito compressíveis. Como exemplo de fenómenos de subsidência registados na área do PGRH Tejo, Oliveira *et al.* (2010a, b) referem a região de Vialonga, na Bacia do Tejo-Sado (Indiferenciado da Bacia do Tejo, T01RH5), com velocidades que vão até aos 13,5 mm/ano, sendo que a fábrica de cervejas da Sociedade da Central de Cervejas (SCC) é a estrutura mais afectada. Existem, igualmente, pontos em subsidência a Este, a Nordeste e a Sul da fábrica. Estes pontos correspondem às indústrias que pertencem ao complexo industrial da Póvoa de Santa Iria (e Alverca).

Uma das razões apontadas para o registo da subsidência em Vialonga é a sobreexploração de água subterrânea para utilização nas várias indústrias presentes na região, de onde se destacam a fábrica de cervejas da SCC e as várias indústrias de produção de químicos e adubos, nomeadamente a empresa da Solvay Portugal e da CUF – Adubos de Alverca. Segundo o estimado em Oliveira *et al.* (2009) a necessidade anual das três empresas localizadas no caso de estudo é de mais de 9 milhões de metros cúbicos de água. Também segundo o Plano de Bacia Hidrográfica do Rio Tejo (PBHRT, 2000) o valor de água subterrânea extraído em conjunto por estas três empresas foi, em 1997, superior a 1,4 milhões de metros cúbicos.

Um melhor indicador da sobreexploração de água subterrânea é o registo histórico do nível piezométrico de furos de captação. Dos dados de nível disponíveis os autores destacam decréscimos do nível piezométrico na região até aos 65 m; notando-se um claro decréscimo do nível piezométrico ao longo do tempo, o que poderá indicar uma exploração não sustentável de água subterrânea.

Neste contexto propõem-se medidas relacionadas com as EDAS e com a monitorização e acompanhamento de situações de sobreexploração e consequente subsidência de terrenos, nomeadamente na zona de Vialonga.

13 OBJECTIVOS ESTRATÉGICOS

13.1 ÁREA TEMÁTICA 1 - QUALIDADE DA ÁGUA: ÁGUAS SUBTERRÂNEAS

O principal objectivo dentro desta área temática é alcançar o bom estado das águas subterrâneas, para o que se deve assegurar a protecção, melhoria e recuperação de todas as massas de água subterrâneas e inverter quaisquer tendências significativas persistentes para o aumento da concentração de poluentes que resulte do impacte da actividade humana, com vista a reduzir gradualmente os seus níveis de poluição.

As massas de águas subterrâneas que presentemente não cumprem os objectivos de qualidade pretendidos são as seguintes: Monforte – Alter do Chão; Estremoz – Cano; Pisões – Atrozela e Aluviões do Tejo. A Bacia do Tejo-Sado Margem Esquerda também apresenta tendências estatisticamente significativas de subida dos nitratos e azoto amoniacal. Os objectivos propostos vão no sentido de assegurar a redução gradual da poluição das águas subterrâneas e evitar o agravamento da sua poluição.

Para os restantes massas de águas subterrâneas (Maciço Antigo Indiferenciado da Bacia do Tejo, Escusa, Orla Ocidental Indiferenciado da Bacia do Tejo, Penela-Tomar,

Sicó-Alvaiázere, Ourém, Maciço Calcário Estremenho, Ota-Alenquer, Bacia Tejo-Sado Indiferenciado da Bacia do Tejo e Bacia Tejo-Sado Margem Direita), os objectivos são evitar a continuação da degradação e proteger e melhorar o estado dos ecossistemas aquáticos e também dos ecossistemas terrestres e zonas húmidas directamente dependentes dos ecossistemas aquáticos, no que respeita às suas necessidades de água.

13.2 ÁREA TEMÁTICA 2 - QUANTIDADE DE ÁGUA: ÁGUAS SUBTERRÂNEAS

O principal objectivo dentro desta área temática é alcançar o bom estado das águas subterrâneas, garantindo o equilíbrio entre as extracções e as recargas das massas de águas.

Registam-se aparentes tendências de descidas piezométricas nalguns piezómetros pertencentes às massas de águas subterrâneas: (1) Ourém; (2) Bacia Tejo-Sado Margem Direita; (3) Bacia Tejo-Sado Margem Esquerda e (4) Zona norte das Aluviões do Tejo.

Dado que há algumas incertezas nas séries de dados disponíveis, quer devido à sua extensão quer devido à sua continuidade, e dado que não há massas de águas onde a relação extracções / recarga se aproxime de um valor considerado crítico para a manutenção do bom estado quantitativo das massas de águas subterrâneas, não se considera que estas massas de águas subterrâneas estejam em estado medíocre.

Assim, para estas massas de águas os objectivos vão no sentido de promover uma utilização sustentável de água, baseada numa protecção a longo prazo dos recursos hídricos disponíveis.

13.3 ÁREA TEMÁTICA 3 - GESTÃO DE RISCOS E VALORIZAÇÃO DO DOMÍNIO HÍDRICO

Os objectivos dentro desta área temática são aperfeiçoar processos de análise e de gestão do risco, nomeadamente através do desenvolvimento de modelos numéricos que permitam uma melhor gestão do risco, em especial em zonas de influência de captações para abastecimento público e em áreas de influência a jusante das lixeiras.

13.4 ÁREA TEMÁTICA 6 - MONITORIZAÇÃO, INVESTIGAÇÃO E CONHECIMENTO

Para esta área temática, os objectivos propostos são a alteração de todas as redes de monitorização com excepção da de Escusa e a realização de um conjunto de projectos de investigação (Maciço Calcário Estremenho, Ota-Alenquer, Penela-Tomar,

Estremoz – Cano, Penela-Tomar, Sicó-Alvaiázere, Ourém, Monforte - Alter do Chão, Bacia Tejo-Sado Margem Esquerda, Bacia Tejo-Sado Margem Direita e Aluviões do Tejo) tendo em vista o aumento do conhecimento disponível, visando a continuada protecção dos recursos hídricos.

14 OBJECTIVOS AMBIENTAIS

14.1 GRUPO 1 – SEM APLICAÇÃO DE DERROGAÇÃO/PRORROGAÇÃO

No Quadro 14.1 apresentam-se as massas de águas subterrâneas que devem apresentar o estado “Bom” em 2015.

Quadro 14.1 – Calendário para cada massa de água com os prazos em que se prevê atingir os objectivos ambientais em 2015

Massas de águas subterrâneas	Mantido ou melhorado	Atingido
A0x1RH5 - Maciço Antigo Indiferenciado da Bacia do Tejo	X	
A2 - Escusa	X	
A3 - Monforte - Alter do Chão		<ul style="list-style-type: none"> ▪ Problemas de qualidade apenas para o elemento químico responsável pelo estado medíocre da massa (NO_3^-) ▪ Tendência estatisticamente significativa já decrescente do NO_3^- ▪ É carbonatado, pelo que apresenta boa dinâmica de escoamento
O01RH5 - Orla Ocidental Indiferenciado da Bacia do Tejo	X	
O9 - Penela-Tomar	X	
O11 - Sicó-Alvaiázere	X	
O15 - Ourém	X	
O20 - Maciço Calcário Estremenho	X	
O26 - Ota-Alenquer	X	
O28 - Pisões-Atrozela		<ul style="list-style-type: none"> ▪ Diversos problemas de qualidade (NH_4^+, As, Pb, pesticidas), limitados no espaço, e responsáveis pelo estado medíocre da massa ▪ Há muito poucos dados; não permitiram avaliar tendências ▪ É carbonatado, pelo que apresenta boa dinâmica de escoamento
T01RH5 - Bacia Tejo-Sado Indiferenciado da Bacia do Tejo	X	
T1 - Bacia Tejo-Sado Margem Direita	X	
T3 - Bacia Tejo-Sado Margem Esquerda	X	

14.2 GRUPO 2 – COM APLICAÇÃO DE PRORROGAÇÃO [DQA 4(4)]

No Quadro 14.2 apresenta-se o calendário para as massas de águas subterrâneas alcançarem o estado bom até 2027, apresentando as justificações fundamentadas para que este objectivo não esteja atingido em 2015.

Quadro 14.2 – Calendário para cada massa de água com os prazos em que se prevê atingir os objectivos ambientais até 2027

Massas de águas subterrâneas	Estado bom até 2021	Estado bom até 2027
A4 - Estremoz-Cano	<p>Exequibilidade técnica:</p> <ul style="list-style-type: none"> ▪ Diversos problemas de qualidade (NO_3^-, NH_4^+ e As) ▪ O NO_3^- é o único responsável pelo estado medíocre da massa e apresenta tendência estatisticamente significativa de subida ▪ É carbonatado, pelo que apresenta boa dinâmica de escoamento 	
T7 - Aluviões do Tejo		<p>Exequibilidade técnica:</p> <ul style="list-style-type: none"> ▪ Diversos problemas de qualidade (NO_3^-, NH_4^+, pesticidas, As, PCE, Pb, Cl^-, CE) ▪ O NO_3^- e NH_4^+ são os responsáveis pelo estado medíocre da massa ▪ A CE e SO_4^{2-} apresentam tendências estatisticamente significativas de subida ▪ Tem uma dinâmica de escoamento relativamente lenta

14.3 GRUPO 3 – COM APLICAÇÃO DE DERROGAÇÃO [DQA 4(5)]

Não se prevêem situações onde o estado bom não seja atingido até 2027.

14.4 GRUPO 4 – SITUAÇÕES DE DETERIORAÇÃO TEMPORÁRIA [DQA 4(6)]

Todas as massas de águas subterrâneas podem incorrer em situações de deterioração temporária, nomeadamente em situações de poluição acidental (logo, não previstas) e em situações de seca, permitindo que a taxa de exploração das massas de águas subterrâneas possa ser superior à recarga anual média a longo prazo, sendo nestas situações permitido o declínio dos níveis piezométricos.

14.5 GRUPO 5 – SITUAÇÕES DE NÃO VIOLAÇÃO [DQA 4(7)]

Não se prevêem situações de não violação para as massas de águas subterrâneas deste Plano.

15 PROGRAMAS DE MEDIDAS

15.1 ÁGUAS SUBTERRÂNEAS

A preparação do conjunto de medidas que se apresenta teve por base dois aspectos essenciais: a caracterização actual da região hidrográfica, em termos do estado quantitativo e químico das massas de águas subterrâneas, e a identificação das pressões potencialmente associadas a esse estado. As medidas emanam desse cruzamento, elencando o conjunto de acções necessárias para inverter as situações negativas directamente ligadas a pressões, de forma a proteger, manter, melhorar ou recuperar as massas de águas subterrâneas, com o objectivo de atingirem o estado bom o mais cedo possível.

A análise feita no âmbito deste Plano foi entrecruzada com as metas exigidas pelos diferentes instrumentos legais em vigor, bem como com diferentes planos e programas em curso no país, de que se destacam o Plano da ARH Tejo para 2011, PANCD (Plano de Acção Nacional de Combate à Desertificação), PDR 2007-2013 (Plano Estratégico Nacional do Desenvolvimento Rural) PEAASAR II (Plano Estratégico de Abastecimento de Águas e Saneamento de Águas Residuais), PERSU II 2007- 2016 (Plano Estratégico para os Resíduos Sólidos Urbanos), PNDFCI (Plano Nacional de Defesa da Floresta Contra Incêndios), PNPOT (Programa Nacional da Política de Ordenamento do Território), PNUEA (Programa Nacional para o Uso Eficiente da Água), entre outros). Foram, ainda, tidos em conta os aspectos relevantes do QREN, INAG e autarquias

As medidas foram organizadas em medidas de base e suplementares, consoante se trate de medidas visam o cumprimento dos objectivos ambientais previstos na legislação em vigor ou de garantir uma maior protecção ou uma melhoria adicional das águas sempre que tal seja necessário.

As medidas de base compreendem as medidas, os projectos e as acções necessários para conduzir um programa de requisitos mínimos do cumprimento dos objectivos ambientais previstos na legislação em vigor, tal como vem referido no n.º 3 do artigo 30.º da Lei n.º 58/2005, de 29 de Dezembro, e n.º 1 do artigo 5.º do Decreto-Lei n.º 77/2006, de 30 de Março (cf. n.º 34, Parte 6, Vol. I, Portaria n.º 1284/2009).

As medidas suplementares visam garantir uma maior protecção ou uma melhoria adicional das águas sempre que tal seja necessário, nomeadamente para o cumprimento de acordos internacionais e englobam as medidas, os projectos e as

acções previstas no n.º 6 do artigo 30.º da Lei n.º 58/2005, de 29 de Dezembro, e o n.º 2 do artigo 5.º do Decreto -Lei n.º 77/2006, de 30 de Março (cf. n.º 35, Parte 6, Vol. I, Portaria n.º 1284/2009).

As medidas adicionais são aplicadas às massas de água em que não é provável que sejam alcançados os objectivos ambientais.

Todas as medidas apresentadas, referentes ao Lote 2, devem ser entendidas como uma sugestão de trabalho do consórcio, para discussão com a ARH Tejo e com os restantes Lotes do Plano. A versão final, consensual, será apresentada na Versão Final dos Conteúdos do PGRH Tejo, também após a incorporação de eventuais sugestões resultantes da consulta pública entretanto efectuada.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ALMEIDA, C., MENDONÇA, J.J.L.; JESUS, M.R.; GOMES, A.J. (2000) - **Actualização do Inventário dos Sistemas Aquíferos de Portugal Continental**. Centro de Geologia e Instituto da Água, Dezembro 2000, 661 p.

BRENČIČ, M., DAWSON, A., FRANCOIS, D., FOLKESON, L., LEITÃO, T. (2008) – **Strategies for Mitigating Road Pollution of Water Bodies**. Comunicação apresentada à Conferência do Transport Research Arena intitulada "Greener, Safer and Smarter Road Transport for Europe", Ljubljana, Slovenia, 21 a 24 de Abril de 2008, 5 pp.

GRATH, J.; SCHEIDLER, A.; UHLIG, S.; WEBER, K.; KRALIK, M.; KEIMEL, T.; GRUBER, D. (2001) - **The EU Water Framework Directive: Statistical aspects of the identification of groundwater pollution trends, and aggregation of monitoring results**. Technical report nº 1. (http://ec.europa.eu/environment/water/water-framework/groundwater/scienc_tec/cis/pdf/gw_trend_report.pdf). Common Implementation Strategy for the Water Framework Directive (2000/60/EC).

INAG (2009b) - **Estabelecimento de limiares nas águas subterrâneas**. Ministério do Ambiente e do Ordenamento do Território, Instituto da Água, I. P., Departamento de Monitorização e Sistemas de Informação do Domínio Hídrico, Divisão de Qualidade da Água, 261 pp.

LOBO FERREIRA, J.P. (1981, 1982) – **Mathematical Model for the Evaluation of the Recharge of Aquifers in Semiarid Regions with Scarce (Lack)**

Hydrogeological Data. Proceedings of Euromech 143/2-4 Setp. 1981, Rotterdam, A.A. Balkema (Ed. A. Verruijt e F.B.J. Barends). Também: Memória N° 582, Laboratório Nacional de Engenharia Civil, 1982.

MA (1999) - **Plano de Bacia Hidrográfica do rio Tejo. 1.ª Fase. Análise e Diagnóstico da Situação de Referência. Volume III – Análise. 1 – Caracterização Geral da Bacia Hidrográfica.** HP, Gibb, ProceSl, HidroRumo. Outubro de 1999.

MAOTDR (2007) - **Plano Estratégico de Abastecimento de Água e de Saneamento de Águas Residuais 2007-2013: PEAASAR II**

NAZARETH, A.; NAZARETH, M.; RODRIGUES, P.; JORGE, C. (2001) - **Capítulo I – Geologia e Geomorfologia, in Plano de Bacia Hidrográfica do rio Tejo. 1ª Fase - Análise e Diagnóstico da Situação Actual. Anexo Temático 1 – Análise Biofísica.** pp. 5-56.

OLIVEIRA, M.M. (2004, 2006) – **Recarga de águas subterrâneas: Métodos de avaliação.** Doutoramento em Geologia (Hidrogeologia), Universidade de Lisboa, Faculdade de Ciências, Departamento de Geologia, 440 pp., 2004. Também: Teses e Programas de Investigação - TPI 42, ISBN 972-49-2093-3, Editora LNEC, 2006.

OLIVEIRA, M.M.; NOVO, M.E.; MOINANTE, M.J.; LOBO FERREIRA, J.P.C. (2000) - **Plano de Bacia Hidrográfica do rio Tejo. 1.ª Fase - Análise e Diagnóstico da Situação Actual. Anexo Temático 4 - Recursos Hídricos Subterrâneos. Tomo A - Caracterização Hidrogeológica. Revisão 2.** Estudo realizado para a Hidrotécnica Portuguesa – Consultores para Estudos e Projectos Lda., Proc. 607/1/13022, LNEC-GIAS, Maio de 2000, 379 pp.

OLIVEIRA L. G. S.; LOBO FERREIRA, J.P.C; HELENO, S. (2009) – **Subsin - Utilização do INSAR na detecção e caracterização de subsidência e deslizamentos do solo na região de Lisboa: Componente águas subterrâneas - Primeiro relatório de progresso referente às bases teóricas e caracterização dos casos em estudo.** Relatório 236/2009- NAS. Lisboa, Laboratório Nacional de Engenharia Civil. 82 pp.

OLIVEIRA, L. G. S.; LOBO-FERREIRA, J.. P. C.; e HELENO, S. I. N. (2010a) – **Subsin - Utilização do INSAR na detecção e caracterização de subsidência e deslizamentos do solo na região de Lisboa: Componente águas subterrâneas**

- **Segundo relatório de progresso referente à análise DPSIR (Driving Forces–Pressures–State-Impact-Responses) e à modelação de subsidência do caso de estudo em Vialonga.** Relatório 6/2010-NAS. Lisboa: Laboratório Nacional de Engenharia Civil 57 pp.

OLIVEIRA, L.G.S., LOBO FERREIRA, J.P., CABRAL, J., MEDEIRO, A., HELENO, S. (2010b) – **Subsidência de terrenos por extracção de água subterrânea: Aplicação ao caso de estudo da zona industrial de Vialonga.** 10.º Congresso da Água, Hotel Pestana Alvor Praia, Algarve, 17 pp.

TEIXEIRA, J.L. (1994) – **ISAREG - Manual do Utilizador,** ISA, UTL, Lisboa.