

PLANO DE GESTÃO DA REGIÃO HIDROGRÁFICA DO TEJO

RELATÓRIO TÉCNICO Versão Extensa

PARTE 2 – CARACTERIZAÇÃO E DIAGNÓSTICO DA REGIÃO HIDROGRÁFICA

Este trabalho foi executado na sequência do Concurso Público Internacional por Lotes pelas seguintes empresas:



biodesign

Projeto financiado



APRESENTAÇÃO

A presente versão do Plano de Gestão da Região Hidrográfica (PGRH) do Tejo materializa um dos principais produtos do projecto de planeamento dos recursos hídricos promovido pela ARH do Tejo, I.P., que teve início em Maio de 2010. O trabalho técnico foi desenvolvido para as cinco áreas temáticas contratualizadas: recursos hídricos superficiais interiores, recursos hídricos subterrâneos, recursos hídricos do litoral, análise económica e avaliação ambiental estratégica e participação pública.

O calendário estabelecido para o projecto, integralmente cumprido, teve em conta a necessidade de elaboração de um novo instrumento de planeamento que se constituísse como um verdadeiro plano de gestão, orientador de uma actuação moderna e proactiva da ARH do Tejo, I.P., bem como três aspectos essenciais: a necessidade de resolver o contencioso comunitário relativo ao atraso na publicação dos PGRH, a definição de um período mínimo necessário para a compilação e organização de informação relevante para dar cumprimento ao conteúdo dos planos e os prazos previstos na legislação para o seu ciclo de revisão.

No âmbito do projecto concursado pela ARH do Tejo, I.P. destaca-se o facto de, para além da elaboração do PGRH propriamente dito, estar incluído um conjunto de acções de monitorização do estado das águas, a realização de estudos-piloto, o desenvolvimento de ferramentas de apoio à gestão e a capacitação dos técnicos da própria instituição.

Importa salientar que o presente PGRH resulta do esforço conjunto das várias equipas contratadas em concurso público internacional, nomeadamente da DHV, da Hidroprojecto, do LNEC, do ICCE, do IPIMAR e da Biodesign, de uma equipa interna formada por técnicos da ARH do Tejo, I.P. e por consultores externos. Só foi possível realizar um trabalho de assinalável qualidade e cumprir os prazos contratualmente estabelecidos devido ao extraordinário empenho e elevada competência técnica de todas as equipas envolvidas.

Este processo foi também uma experiência pioneira em Portugal de planeamento participativo, que, indubitavelmente, é o caminho a prosseguir no futuro. Realça-se o papel dos vários parceiros, nomeadamente as Autarquias Locais, as associações profissionais e os sectores de actividade, o Conselho de Região Hidrográfica e, de um modo geral, todos aqueles que a título individual, contribuíram das mais variadas formas para o processo, tornando-o mais ajustado à realidade concreta da bacia do rio Tejo.

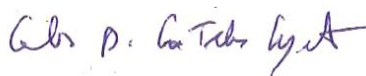
A versão provisória do PGRH do Tejo foi objecto de um processo de consulta pública com a duração de seis meses. Durante este período verificou-se o envolvimento dos interessados na gestão da água, dando sequência ao trabalho de participação anteriormente desenvolvido. Concluído o período de consulta pública foram analisados e ponderados todos os contributos, quer os que decorreram das sessões realizadas, quer os incluídos nos pareceres recebidos, com vista à sua integração na versão final que agora se apresenta.

Como antes referido, a temática da participação pública constituiu uma aposta da ARH do Tejo, I.P., consubstanciada pela introdução de uma abordagem profissional assente numa equipa de especialistas vocacionada para pôr em prática as melhores técnicas disponíveis e orientadas para os diferentes públicos.

A ARH do Tejo I.P. encontra-se actualmente em processo de fusão/reestruturação no âmbito da nova Agência Portuguesa do Ambiente, I.P. No entanto, e uma vez que este plano foi elaborado no quadro institucional anterior foi em geral mantida a apresentação gráfica e referências adoptadas na versão provisória.

Todos queremos um Tejo vivo e vivido... Ajude-nos a atingir este objectivo com a sua participação efectiva na implementação do PGRH do Tejo.

O Director do Departamento de Recursos Hídricos Interiores,
(com competências delegadas)



Carlos Alberto Coelho Teles Cupeto

DOCUMENTOS FINAIS

PLANO DE GESTÃO DA REGIÃO HIDROGRÁFICA DO TEJO (PGRH Tejo)

Relatório Técnico

- Plano de Gestão da Região Hidrográfica do Tejo - Síntese
- Plano de Gestão da Região Hidrográfica do Tejo - Versão Extensa
- Plano de Gestão da Região Hidrográfica do Tejo - Resumo Não Técnico
- Plano de Gestão da Região Hidrográfica do Tejo - Repositório de Mapas
- Plano de Gestão da Região Hidrográfica do Tejo - Fichas de Medidas
- Plano de Gestão da Região Hidrográfica do Tejo - Fichas de Diagnóstico

Partes Complementares

- Plano de Gestão da Região Hidrográfica do Tejo. Parte Complementar A - Relatório Ambiental
- Plano de Gestão da Região Hidrográfica do Tejo. Parte Complementar A - Relatório Ambiental - Resumo Não Técnico
- Plano de Gestão da Região Hidrográfica do Tejo. Parte Complementar B - Participação Pública - Relatório

ÍNDICE

PARTE 2 – CARACTERIZAÇÃO E DIAGNÓSTICO DA REGIÃO HIDROGRÁFICA

1. CARACTERÍSTICAS GERAIS DA REGIÃO HIDROGRÁFICA	1
1.1. TERRITORIAL E INSTITUCIONAL	1
1.1.1. Enquadramento geográfico e administrativo	2
1.1.2. Enquadramento jurisdicional, institucional e normativo	5
1.1.3. Delimitação do domínio hídrico.....	6
1.2. CLIMATOLOGIA.....	6
1.2.1. Classificação climática.....	10
1.2.1.1. <i>Classificação climática de Köppen</i>	10
1.2.1.2. <i>Classificação climática de Thornthwaite</i>	10
1.3. HIDROGRAFIA E HIDROLOGIA.....	11
1.3.1. Hidrografia.....	11
1.3.2. Hidrologia.....	14
1.3.2.1. <i>Modelo de precipitação-escoamento</i>	16
1.3.2.2. <i>Afluências de Espanha</i>	23
1.3.2.3. <i>Disponibilidades hídricas</i>	25
1.3.3. Hidrodinâmica lagunar e costeira.....	27
1.3.3.1. <i>Dinâmica estuarina</i>	27
1.3.3.2. <i>Dinâmica lagunar</i>	28
1.3.3.3. <i>Dinâmica costeira</i>	28
1.4. GEOLOGIA E GEOMORFOLOGIA	29
1.4.1. Geologia.....	29
1.4.2. Geomorfologia.....	32
1.4.3. Hidrogeologia	32
1.5. CARACTERIZAÇÃO SOCIOECONÓMICA	35
1.6. SOLOS E ORDENAMENTO DO TERRITÓRIO	40
1.6.1. Solos.....	40
1.6.2. Ocupação do solo.....	41
1.6.3. Ordenamento do território	43
1.7. USOS E NECESSIDADES DE ÁGUA	44
1.7.1. Usos consumptivos.....	45
1.7.1.1. <i>Usos urbanos</i>	45
1.7.1.2. <i>Indústria</i>	53
1.7.1.3. <i>Pecuária</i>	56
1.7.1.4. <i>Agricultura</i>	61
1.7.1.5. <i>Golfe</i>	71
1.7.1.6. <i>Necessidades totais para usos consumptivos</i>	72
1.7.2. Usos não consumptivos	75
1.7.2.1. <i>Usos recreativos</i>	75

1.7.2.2. Produção de energia	77
1.7.2.3. Aquicultura e pesca	83
1.7.3. Avaliação do balanço entre necessidades e disponibilidades	83
1.7.3.1. Discretização espacial	84
1.7.3.2. Necessidades de água	84
1.7.3.3. Disponibilidades	86
1.7.3.4. Balanço médio anual	87
1.7.3.5. Balanço sequencial mensal.....	91
1.8. ABASTECIMENTO E TRATAMENTO	95
1.8.1. Sistemas de abastecimento e tratamento	96
1.8.1.1. Modelos de gestão	96
a) Abastecimento público de água.....	97
b) Drenagem e tratamento de águas residuais urbanas	98
1.8.1.2. Níveis de atendimento dos serviços hídricos	98
1.8.2. Cadastro de infra-estruturas.....	101
1.8.2.1. Abastecimento público de água.....	101
1.8.2.2. Drenagem e tratamento de águas residuais urbanas	102
1.9. CARACTERIZAÇÃO E ANÁLISE DE VULNERABILIDADES.....	103
1.9.1. Alterações climáticas	103
1.9.2. Cheias.....	104
1.9.2.1. Registo histórico de cheias	104
1.9.2.2. Avaliação dos caudais de ponta de cheia	106
1.9.2.3. Modelo de simulação de caudais de ponta de cheia	107
1.9.2.4. Breve descrição do modelo HEC-HMS.....	107
1.9.2.5. Regionalização dos caudais de ponta de cheia.....	117
1.9.2.6. Abordagem realizada às cheias no Plano de Ordenamento do Estuário do Tejo.....	118
1.9.3. Secas.....	119
1.9.3.1. Índice de seca Standardized Precipitation Index (SPI)	119
1.9.3.2. Cálculo do SPI, escala temporal de análise e severidade da seca.....	120
1.9.3.3. Estimativa da precipitação necessária para o desagravamento da seca	120
1.9.3.4. Análise local das secas recorrendo ao SPI-12	120
1.9.3.5. Seca na região hidrográfica	121
1.9.4. Erosão hídrica	122
1.9.4.1. Modelo adoptado.....	122
1.9.4.2. Factor de erosividade de precipitação (R).....	123
1.9.4.3. Factor de erodibilidade dos solos (K).....	124
1.9.4.4. Factor fisiográfico (LS).....	125
1.9.4.5. Factor de coberto vegetal (C) e práticas agrícolas (P).....	125
1.9.4.6. Aplicação do modelo de erosão	127
1.9.5. Erosão costeira.....	128
1.9.6. Movimentos de massa	129

1.9.7. Risco sísmico	130
1.9.8. Riscos associados a infra-estruturas	130
1.9.9. Riscos de poluição acidental	132
1.9.9.1. Águas de superfície	132
1.9.9.2. Águas Subterrâneas	136
2. CARACTERIZAÇÃO DAS MASSAS DE ÁGUA.....	142
2.1. MASSAS DE ÁGUA DE SUPERFÍCIE	142
2.1.1. Tipologia.....	142
2.1.1.1. Rios	142
2.1.1.2. Lagos.....	143
2.1.1.3. Águas de Transição.....	143
2.1.1.4. Águas Costeiras	144
2.1.2. Delimitação.....	145
2.1.2.1. Rios, águas costeiras e de transição	145
2.1.2.2. Massas de água Fortemente Modificadas.....	147
a) Massas de água Fortemente Modificadas da categoria Rios, troços de rio a jusante de barragens.....	148
b) Massas de água Fortemente Modificadas da categoria Rios, troços de rio a montante de barragens, designados como albufeiras.....	149
c) Massas de água Fortemente Modificadas da categoria Águas de Transição.....	150
2.1.2.3. Massas de água Artificiais	150
2.1.3. Condições de Referência	150
2.1.3.1. Rios	150
2.1.3.2. Águas de Transição.....	151
2.1.3.3. Águas Costeiras	151
2.1.4. Síntese.....	151
2.2. MASSAS DE ÁGUA SUBTERRÂNEAS.....	152
2.2.1. Delimitação das massas de água	152
2.2.2. Caracterização das massas de água	152
2.2.2.1. Área de drenagem das massas de água subterrâneas.....	152
2.2.2.2. Características gerais dos estratos da área de drenagem.....	155
2.2.2.3. Avaliação das disponibilidades.....	162
2.2.2.4. Massas de água associadas a ecossistemas aquáticos de superfície ou ecossistemas terrestres que delas dependem directamente	168
a) Contexto de Análise da Relação entre Águas Superficiais e Subterrâneas e Ecossistemas Dependentes de Águas Subterrâneas.....	168
b) Aspectos relativos à Flora e Vegetação e sua relação com a rede hidrográfica e Massas de água Subterrânea Associadas.....	170
2.2.2.5. Massas de água em risco	178
2.3. PRESSÕES NATURAIS E INCIDÊNCIAS ANTROPOGÉNICAS SIGNIFICATIVAS.....	179
2.3.1. Águas de superfície	180
2.3.1.1. Poluição tóxica.....	180
a) Urbana.....	183

b)	<i>Pequenas instalações de tratamento de águas residuais urbanas</i>	184
c)	<i>Águas residuais urbanas não tratadas</i>	186
d)	<i>Indústria</i>	188
e)	<i>Pecuária</i>	189
2.3.1.2.	<i>Poluição difusa</i>	189
2.3.1.3.	<i>Carga poluente não quantificável – Poluição tópica e difusa</i>	194
2.3.1.4.	<i>Pressões morfológicas e hidromorfológicas</i>	197
a)	<i>Rios</i>	197
b)	<i>Águas de Transição</i>	204
c)	<i>Águas Costeiras</i>	205
2.3.1.5.	<i>Captações de água</i>	205
2.3.1.6.	<i>Pressões biológicas</i>	206
2.3.2.	<i>Águas subterrâneas</i>	207
2.3.2.1.	<i>Poluição tópica</i>	207
a)	<i>Urbana</i>	207
b)	<i>Indústria</i>	208
c)	<i>Pecuária</i>	208
2.3.2.2.	<i>Poluição difusa</i>	208
2.3.2.3.	<i>Captações de água</i>	209
2.3.2.4.	<i>Carga poluente não quantificável – Poluição tópica e difusa</i>	213
2.3.3.	<i>Síntese</i>	217
2.4.	ZONAS PROTEGIDAS E ÁREAS CLASSIFICADAS	217
2.4.1.	<i>Águas de superfície</i>	217
2.4.1.1.	<i>Zonas designadas para a captação de água para consumo humano (Directiva 2000/60/CE, de 23 de Outubro)</i>	217
2.4.1.2.	<i>Zonas designadas para a protecção de espécies aquáticas de interesse económico - Águas piscícolas (Directiva 2006/44/CE, de 6 de Setembro); Águas conquícolas (Directiva 79/923/CEE, de 30 de Outubro)</i>	218
2.4.1.3.	<i>Zonas designadas como águas de recreio - Zonas balneares (Directiva 2006/7/CE, de 15 de Fevereiro)</i>	218
2.4.1.4.	<i>Zonas sensíveis em termos de nutrientes – Zonas vulneráveis (Directiva Nitratos - Directiva 91/676/CEE, de 12 de Setembro); Zonas sensíveis (Directiva das Águas Residuais Urbanas - Directiva 98/15/CE, de 21 de Fevereiro)</i>	218
2.4.1.5.	<i>Zonas de protecção de habitats ou de espécies dependentes da água – Zonas de Protecção Especial (ZPE) (Directiva Aves - Directiva 79/409/CEE, de 2 de Abril)</i>	220
2.4.1.6.	<i>Sítios de Importância Comunitária (SIC) com habitats ou de espécies dependentes da água (Directiva Habitats – Directiva 92/43/CEE, de 21 de Maio)</i>	221
2.4.2.	<i>Águas subterrâneas</i>	222
2.4.2.1.	<i>Zonas designadas para a captação de água destinada ao consumo humano</i>	222
2.4.2.2.	<i>Zonas vulneráveis</i>	224
2.4.2.3.	<i>Zona de infiltração máxima</i>	224
•	<i>Índice de Facilidade de Infiltração</i>	228
•	<i>Índice de Infiltração Efectiva</i>	232
2.4.3.	<i>Síntese</i>	235
2.4.4.	<i>Outras Áreas Classificadas</i>	235

3. REDES DE MONITORIZAÇÃO	236
3.1. ESTADO DAS ÁGUAS.....	236
3.1.1. Águas superficiais.....	236
3.1.1.1. Rede de vigilância	236
a) Rios	236
b) Águas de transição.....	237
c) Águas costeiras.....	238
d) Massas de água Fortemente Modificadas da categoria rios, troços de rio a montante de barragens designados como albufeiras.....	238
e) Massas de água Fortemente Modificadas da categoria rios, troços de rio a jusante de barragens.....	239
3.1.1.2. Rede Operacional.....	239
a) Rios	239
b) Águas de Transição.....	240
c) Águas Costeiras.....	240
d) Massas de água Fortemente Modificadas da categoria rios, troços de rio a montante de barragens designados como albufeiras.....	240
e) Massas de água Fortemente Modificadas da categoria rios, troços de rio a jusante de barragens.....	241
3.1.1.3. Rede de Investigação	241
3.1.1.4. Rede das Zonas Protegidas.....	241
3.1.1.5. Síntese.....	242
3.1.2 Águas subterrâneas.....	243
3.1.2.1 Estado quantitativo	243
3.1.2.2 Rede de vigilância	244
3.1.2.3 Rede operacional	245
3.1.2.4 Zonas protegidas.....	245
a) Zonas designadas para a captação de água destinada ao consumo humano.....	245
b) Zonas vulneráveis	246
c) Zonas de infiltração máxima	246
3.1.3 Avaliação da representatividade e adequabilidade das redes de monitorização	246
3.1.3.1 Águas Superficiais.....	246
3.1.3.2 Águas Subterrâneas.....	246
3.1.4 Síntese das redes de monitorização do Estado das Águas.....	248
3.1.4.1 Águas Superficiais.....	248
3.1.4.2 Águas Subterrâneas.....	248
3.2 REDE CLIMATOLÓGICA.....	249
3.3 REDE HIDROMÉTRICA.....	250
3.4 REDE SEDIMENTOLÓGICA.....	251
3.5 SÍNTESE	251
4. ESTADO DAS MASSAS DE ÁGUA.....	253
4.1. SISTEMA DE CLASSIFICAÇÃO	254
4.1.1 Águas superficiais.....	254

4.1.1.1.	<i>Estado ecológico</i>	255
a)	<i>Rios</i>	255
b)	<i>Águas de Transição</i>	256
c)	<i>Águas Costeiras</i>	257
4.1.1.2.	<i>Potencial ecológico</i>	257
a)	<i>Massas de água Fortemente Modificadas da categoria rios, troços de rio a montante de barragens designados como albufeiras</i>	257
b)	<i>Massas de água Fortemente Modificadas da categoria rios, troços de rio a jusante de barragens</i>	259
c)	<i>Massas de água Artificiais</i>	259
4.1.1.3.	<i>Estado químico</i>	259
4.1.2	<i>Águas subterrâneas</i>	260
4.1.2.1	<i>Estado quantitativo</i>	261
a)	<i>Teste do balanço hídrico subterrâneo</i>	262
b)	<i>Teste do escoamento superficial</i>	264
c)	<i>Teste de avaliação dos ecossistemas terrestres dependentes das águas subterrâneas (ETDAS)</i>	265
d)	<i>Teste da intrusão salina</i>	267
4.1.2.2	<i>Estado químico</i>	268
•	<i>Teste de avaliação global do estado químico</i>	271
•	<i>Teste de diminuição da qualidade química ou ecológica das MA superficiais</i>	272
•	<i>Teste de avaliação dos ecossistemas terrestres dependentes das águas subterrâneas (ETDAS)</i>	273
•	<i>Teste das áreas de protecção das águas de consumo</i>	275
•	<i>Teste da intrusão salina</i>	277
4.1.3	<i>Estimativa dos níveis de fiabilidade e precisão</i>	277
4.1.3.1	<i>Águas Superficiais</i>	277
4.1.3.2	<i>Águas Subterrâneas</i>	278
4.1.4	<i>Métodos para a fixação de normas de qualidade ambiental</i>	279
4.1.5	<i>Normas de qualidade ambiental</i>	281
4.1.5.1	<i>Águas superficiais</i>	281
4.1.5.2	<i>Águas subterrâneas</i>	281
4.2	AVALIAÇÃO DO ESTADO	282
4.2.1	<i>Águas Superficiais</i>	282
4.2.1.1	<i>Estado ecológico</i>	282
4.2.1.2	<i>Potencial ecológico</i>	283
4.2.1.3	<i>Estado químico</i>	284
4.2.1.4	<i>Síntese</i>	284
4.2.2	<i>Águas subterrâneas</i>	287
4.2.2.1	<i>Estado quantitativo</i>	287
4.2.2.2	<i>Estado químico</i>	289
4.2.2.3	<i>Tendências crescentes significativas e persistentes na concentração de poluentes</i>	290
4.2.2.4	<i>Síntese</i>	292
4.3	ZONAS PROTEGIDAS	293

5. DIAGNÓSTICO.....	295
---------------------	-----

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

1. CARACTERÍSTICAS GERAIS DA REGIÃO HIDROGRÁFICA	310
1.1. TERRITORIAL E INSTITUCIONAL	310
1.2. CLIMATOLOGIA.....	310
1.3. HIDROGRAFIA E HIDROLOGIA.....	311
1.4. GEOLOGIA E GEOMORFOLOGIA	313
1.5. CARACTERIZAÇÃO SOCIOECONÓMICA	313
1.6. SOLOS E ORDENAMENTO DO TERRITÓRIO.....	315
1.7. USOS E NECESSIDADES DE ÁGUA	316
1.8. ABASTECIMENTO E TRATAMENTO DE ÁGUAS	317
1.9. CARACTERIZAÇÃO E ANÁLISE DE VULNERABILIDADES.....	318
2. CARACTERIZAÇÃO DAS MASSAS DE ÁGUA.....	323
2.1. MASSAS DE ÁGUA DE SUPERFÍCIE	323
2.2. MASSAS DE ÁGUA SUBTERRÂNEAS.....	325
2.3. PRESSÕES NATURAIS E INCIDÊNCIAS ANTROPOGÉNICAS SIGNIFICATIVAS.....	327
2.4. ZONAS PROTEGIDAS E ÁREAS CLASSIFICADAS.....	330
3. REDES DE MONITORIZAÇÃO	333
4. ESTADO DAS MASSAS DE ÁGUA.....	334
5. DIAGNÓSTICO.....	339

FIGURAS

Figura 2.1 – Enquadramento geográfico da RH5.	3
Figura 2.2 – Quadro institucional para a gestão sustentável das águas a nível nacional.....	5
Figura 2.3 – Esquema do modelo de <i>Temex</i>	16
Figura 2.4 – Capacidade de armazenamento útil da RH5.....	20
Figura 2.5 – Evolução da capacidade de armazenamento nas albufeiras das barragens construídas na parte espanhola da bacia do rio Tejo.	23
Figura 2.6 – Comparação dos escoamentos (hm ³) em regime natural e modificado.	25
Figura 2.7 – Disponibilidades hídricas (hm ³) na RH5 em regime natural.	26
Figura 2.8 – Disponibilidades hídricas e aproveitamentos hidráulicos.	27
Figura 2.9 – Meios hidrogeológicos na RH5.....	34
Figura 2.10 – Distribuição das necessidades de água pelos vários usos consumptivos, em ano médio.	72
Figura 2.11 – Necessidades de água anuais totais, por sub-bacia.....	73
Figura 2.12 – Distribuição percentual das necessidades de água totais nas sub-bacias pelos diferentes usos consumptivos.	74
Figura 2.13 – Balanço médio anual em ano médio.....	90
Figura 2.14 – Balanço médio anual em ano seco.....	91
Figura 2.15 – Esquema do balanço hídrico.....	92
Figura 2.16 – Garantia de satisfação. Recursos hídricos superficiais.....	93
Figura 2.17 – Garantia de satisfação. Simulação de aumento de 30% das origens superficiais para rega relativamente às origens subterrâneas.	94
Figura 2.18 – Esquema de cálculo da carta de erosão.	123
Figura 2.19 – Fluxograma para a definição de zonas em risco de poluição rodoviária, componente águas subterrâneas (adaptado de Leitão <i>et al.</i> , 2005).....	140
Figura 2.20 – Área de drenagem da MA subterrânea de Escusa.....	153
Figura 2.21 – Área de drenagem da MA subterrânea de Monforte-Alter do Chão.....	154
Figura 2.22 – Área de drenagem da MA subterrânea de Estremoz-Cano.....	155
Figura 2.23 – Percentagem (%) de MA subterrânea por classes de produtividade.	159
Figura 2.24 – Conceptualização do processo de recarga no modelo de balanço hídrico sequencial diário.	164
Figura 2.25 – Conceptualização do processo de recarga em meios cársicos.	166
Figura 2.26 – Relação da recarga das MA subterrânea com a precipitação.	168
Figura 2.27 – Carta de valor florístico na RH5.....	172
Figura 2.28 – Regossolos na RH5.....	173

Figura 2.29 – Zonagem macrofítica na RH5.....	175
Figura 2.30 – Metodologia de avaliação de pressões de poluição difusa.....	190
Figura 2.31 – Critérios para avaliar os impactes potenciais nas MA resultantes da alteração do seu regime hidrológico através do índice de regularização, para as grandes barragens (com capacidade útil superior a 1 hm ³).....	198
Figura 2.32 – Critérios para avaliar os impactes potenciais nas MA resultantes na presença de infra-estrutura transversais através da distância entre estas.....	200
Figura 2.33 – Classificação dos impactes potenciais da extracção de inertes.	203
Figura 2.34 – Número de captações superficiais e volumes captados, por finalidade.	206
Figura 2.35 – Distribuição do número de captações por finalidade.	211
Figura 2.36 – Distribuição do volume das captações por finalidade.	211
Figura 2.37 – Caracterização do Tipo de Solo (Tipo) e da Capacidade Utilizável (nu, em mm), em função da legenda da Carta de Solos de Portugal (Solo #) à escala 1:25000 e 1:50000 (retirado de Oliveira <i>et al.</i> , 2002).....	229
Figura 2.38 – Valores de cada parâmetro para o cálculo do Índice de Facilidade de Infiltração (retirado de Oliveira <i>et al.</i> , 2002).....	231
Figura 2.39 – Esquema para a classificação do estado das MA superficiais no âmbito da DQA/Lei da Água.	254
Figura 2.40 – Esquema para a classificação do potencial das MA superficiais no âmbito da DQA/Lei da Água.....	255
Figura 2.41 – Procedimento genérico dos testes de classificação utilizados na avaliação do estado das MA subterrâneas (adaptado do Documento Guia n.º 18).....	261
Figura 2.42 – Procedimento para a realização do teste do Balanço Hídrico Subterrâneo (adaptado do Documento Guia n.º 18).	263
Figura 2.43 – Procedimento para a realização do teste do Escoamento Superficial (adaptado do Documento Guia n.º 18).	265
Figura 2.44 – Procedimento para a realização do teste dos ETDAS (adaptado do Documento Guia n.º 18).....	266
Figura 2.45 – Procedimento para a realização do teste da Intrusão Salina (adaptado do Documento Guia n.º 18).	268
Figura 2.46 – Procedimento geral para a realização da avaliação do estado químico (retirado de INAG, I.P. 2009).	270
Figura 2.47 – Procedimento geral para a realização do teste da Avaliação Global do Estado Químico (adaptado do Documento Guia n.º 18).....	271
Figura 2.48 – Procedimento geral para a realização do teste da diminuição da qualidade química ou ecológica das MA superficiais (adaptado do Documento Guia n.º 18).....	273
Figura 2.49 – Procedimento geral para a realização do teste dos ETDAS (adaptado do Documento Guia n.º 18).	275
Figura 2.50 – Procedimento geral para a realização do teste das áreas de protecção das águas de consumo (adaptado do Documento Guia n.º 18).	276
Figura 2.51 – Método para classificação das MA subterrânea quanto ao seu estado químico (adaptado do Documento Guia n.º 18).	279

Figura 2.52 – Resultados percentuais do estado das MA por sub-bacia da RH5. Sub-bacias ordenadas segundo um gradiente Norte/Sul, na margem direita e na margem esquerda do rio Tejo.285

Figura 2.53 – Resultados percentuais do potencial das MA por sub-bacia da RH5. Sub-bacias ordenadas segundo um gradiente Norte/Sul, na margem direita e na margem esquerda do rio Tejo.286

QUADROS

Quadro 2.1 – Sub-bacias da RH5, correspondente área e respectivos concelhos abrangidos.	4
Quadro 2.2 - Valores do balanço hídrico em ano médio, nas estações meteorológicas consideradas.....	7
Quadro 2.3 – Valores de precipitação anual, mínima e máxima diária, em condições normais e anos húmidos e secos, para as estações meteorológicas consideradas.	9
Quadro 2.4 – Bacias hidrográficas da RH5.	12
Quadro 2.5 - Afecções do conjunto das áreas das bacias endorreicas a MA superficiais.....	14
Quadro 2.6 - Precipitação anual ponderada por sub-bacia.	15
Quadro 2.7 - Caudais característicos em regime natural.	16
Quadro 2.8 – Valores da calibração para aplicação do modelo de Temez.	17
Quadro 2.9 – Área, precipitação ponderada e escoamento em regime natural médios anuais por sub-bacia.	18
Quadro 2.10- Caudais característicos em regime modificado.	19
Quadro 2.11 – Regime de caudais ecológicos resultantes dos estudos realizados pelo INAG, para o rio Tejo, na secção de Cedilho, em ano médio, seco, muito seco e muito húmido (INAG, I.P., 2003).....	22
Quadro 2.12 – Afluências anuais médias de Espanha em regime natural e modificado.	24
Quadro 2.13 – MA subterrânea abrangidas pela RH5.	33
Quadro 2.14 – Indicadores demográficos e sociais.	37
Quadro 2.15 – Indicadores por Sector de Actividade principal utilizador de água, 2008.....	38
Quadro 2.16 – Características gerais socioeconómicas das sub-bacias.	39
Quadro 2.17 – Solos na RH5, por ordem e subordem da classificação do SROA (1973) e respectivas percentagens de distribuição pela área de estudo.....	40
Quadro 2.18 – Resumo da ocupação do solo por sub-bacia da RH5.	42
Quadro 2.19 – Instrumentos de gestão territorial, de âmbito nacional e regional com incidência na RH5.	43
Quadro 2.20 – Evolução das capitações por concelho.	46
Quadro 2.21 – Captações consideradas para o cálculo das necessidades de água de abastecimento público.....	51
Quadro 2.22 – Classificação dos concelhos em CPU, CMU e CPR.	51
Quadro 2.23 – Necessidades actuais de água para os usos urbanos, na RH5, por sub-bacia.	52
Quadro 2.24 – Estimativa do número de instalações da indústria transformadora na RH5, por sub-bacia.....	53
Quadro 2.25 - Necessidades de água totais do sector industrial na RH5, por sub-bacia.....	54
Quadro 2.26 – Distribuição das necessidades anuais de água dos estabelecimentos industriais por divisão da CAE (Rev. 3).....	55
Quadro 2.27 – Efectivos animais por concelho, espécie animal e sistema de produção.	57
Quadro 2.28 – Necessidades de água para o sector pecuário, na RH5, por sub-bacia.....	60

Quadro 2.29 – Principais aproveitamentos hidroagrícolas.	62
Quadro 2.30 – Estações meteorológicas consideradas.	62
Quadro 2.31 – Evapotranspiração de referência (ET_0 , mm/ano).	63
Quadro 2.32 – Áreas regadas na RH5, por sub-bacia (ha).	64
Quadro 2.33 – Culturas representativas.	65
Quadro 2.34 – Culturas ¹ regadas na bacia hidrográfica (ha).	65
Quadro 2.35 – Áreas/ culturas ¹ regadas (ha) nos regadios colectivos em 2009.	65
Quadro 2.36 – Características pedológicas na área de influência da estação meteorológica.	67
Quadro 2.37 – Distribuição dos métodos de rega por cultura (% da área).	67
Quadro 2.38 – Eficiência de aplicação e distribuição (%).	68
Quadro 2.39 – Dotações úteis por cultura ¹ , em ano médio (m^3/ha).	68
Quadro 2.40 – Dotações úteis por cultura ¹ , em ano seco (m^3/ha).	69
Quadro 2.41 – Necessidades de água totais anuais para rega (dam^3), por sub-bacia.	70
Quadro 2.42 – Necessidades de água para rega dos campos de golfe por sub-bacia (dam^3).	71
Quadro 2.43 – Necessidades de água para usos consumptivos, em ano médio, por sub-bacia.	72
Quadro 2.44 – Águas balneares segundo a Portaria n.º 267/2010, de 16 de Abril.	75
Quadro 2.45– Termas concessionadas por sub-bacia.	77
Quadro 2.46 – Características principais dos grandes aproveitamentos ($P > 10$ MW).	78
Quadro 2.47 – Características dos grandes aproveitamentos em construção ($P > 10$ MW).	78
Quadro 2.48 – Características dos principais pequenos aproveitamentos ($1 \text{ MW} < P < 10 \text{ MW}$).	79
Quadro 2.49 – Locais com pequeno potencial hidroeléctrico (1,2 a 5 MW).	80
Quadro 2.50 – Locais com micro potencial hidroeléctrico (potência inferior a 1,2 MW).	80
Quadro 2.51 – Troços com potencial hidroeléctrico colocados a concurso pela ARH Tejo.	81
Quadro 2.52– Características principais das centrais térmicas ($P > 10$ MW).	82
Quadro 2.53 – Volumes utilizados nas principais centrais termoeléctricas (hm^3).	82
Quadro 2.54 – Transferência de águas entre sub-bacias.	86
Quadro 2.55 – Resumo do balanço anual (recursos hídricos superficiais) por sub-bacia, em ano médio.	87
Quadro 2.56 – Resumo do balanço anual (recursos hídricos superficiais) por sub-bacia, em ano seco.	88
Quadro 2.57 – Critérios de satisfação das necessidades hídricas.	92
Quadro 2.58 – Panorama dos serviços de abastecimento, drenagem e tratamento de água, por modelo de gestão.	96
Quadro 2.59 – Níveis de atendimento de abastecimento público de água, por sub-bacia.	99

Quadro 2.60 – Níveis de atendimento de drenagem de águas residuais urbanas, por sub-bacia.	100
Quadro 2.61 – Níveis de atendimento de tratamento de águas residuais urbanas, por sub-bacia.	100
Quadro 2.62 – Infra-estruturas de abastecimento público de água.	101
Quadro 2.63 – Infra-estruturas de drenagem e tratamento de águas residuais.	102
Quadro 2.64 – Registos históricos de caudais de ponta de cheia observados no troço principal do Tejo.	105
Quadro 2.65 – Caudais de ponta de cheia obtidos a partir de estudo estatístico no troço principal do Tejo.	107
Quadro 2.66– Parâmetros das características morfológicas das sub-bacias.	110
Quadro 2.67 – Número de escoamento por secção de referência a modelar.	112
Quadro 2.68 – Tempo de concentração por sub-bacia.	113
Quadro 2.69 – Tempo de atraso por sub-bacia.	114
Quadro 2.70 – Precipitação máxima diária anual por secção de referência.	116
Quadro 2.71 – Caudais de ponta de cheia obtidos por aplicação de modelação em sub-bacias não regularizadas.	117
Quadro 2.72 – Caudais de ponta de cheia obtidos por aplicação de modelação para sub-bacias regularizadas.	117
Quadro 2.73 – Parâmetros adoptados e caudais de ponta modelados.	118
Quadro 2.74 – Classificação dos valores de SPI e tempo na categoria.	120
Quadro 2.75 – Classificação da severidade da seca com o SPI, para A_c variável.	121
Quadro 2.76 – Valores para o factor de erodibilidade dos solos (K).	124
Quadro 2.77 – Valores para factor de coberto vegetal (C).	126
Quadro 2.78 – Classes de perda potencial anual de solo.	127
Quadro 2.79 – Perda potencial de solo média por sub-bacia.	127
Quadro 2.80 – Classificação do índice WRASTIC de vulnerabilidade à poluição accidental.	133
Quadro 2.81 – Critérios e ponderadores para o cálculo do índice de vulnerabilidade à poluição accidental.	133
Quadro 2.82 – Classificação da probabilidade de ocorrência de poluição accidental.	134
Quadro 2.83 – Classificação do risco de poluição accidental.	135
Quadro 2.84 – Classificação da gravidade dos impactes.	135
Quadro 2.85 – Classificação da significância dos impactes.	135
Quadro 2.86 – Grau de risco dos focos potenciais de poluição accidental e áreas afectadas.	137
Quadro 2.87 – Grau de risco de poluição accidental e respectivas classes.	141
Quadro 2.88 – Principais características dos tipos da categoria rios que existem na RH5 (INAG, I.P.,2008).	142
Quadro 2.89 – Principais características dos tipos para a categoria águas de transição na RH5 (Bettencourt <i>et al.</i> , 2003).	144

Quadro 2.90 – Principais características dos tipos para a categoria águas costeiras na RH5 (Bettencourt, <i>et al.</i> , 2003).	144
Quadro 2.91 – Número de tipos existentes por categoria de MA na RH5.	144
Quadro 2.92 – Distribuição das MA naturais de superfície por categoria na RH5.	146
Quadro 2.93 – Número de MA por tipo de rio e representatividade dos tipos na RH5.	147
Quadro 2.94 – Número de MA de transição e representatividade na RH5.	147
Quadro 2.95 – Número de MA costeiras e representatividade na RH5.	147
Quadro 2.96 – Número de MAFM da categoria Rios, troços de rio a jusante de barragens e representatividade na RH5.	148
Quadro 2.97 – Principais características (média aproximada ou tendência) dos tipos de MAFM a montante de barragens designadas como albufeiras, existentes na RH5.	149
Quadro 2.98 – Número de MAFM da categoria Rios, troços de rio a montante de barragens, designados como albufeiras e representatividade na RH5.	149
Quadro 2.99 – Área ou extensão das MAFM na RH5.	150
Quadro 2.100 – Área ou extensão das MAA na RH5.	150
Quadro 2.101 – Número de MA e respectiva área ou extensão total por categoria na RH5.	151
Quadro 2.102 – Áreas de drenagem das MA subterrâneas.	153
Quadro 2.103 – Tipos litológicos existentes nas MA subterrâneas afectas à RH5.	155
Quadro 2.104 – Caracterização da transmissividade e da produtividade das MA subterrâneas.	158
Quadro 2.105 – Caracterização hidrogeoquímica das MA subterrânea.	162
Quadro 2.106 – Análise da tendência de evolução dos níveis piezométricos nas MA subterrâneas.	163
Quadro 2.107 – Valores de recarga por MA.	167
Quadro 2.108 – Valores de recarga para as MA afectas à RH4.	167
Quadro 2.109 – EDAS identificados nas MA subterrânea.	176
Quadro 2.110 – Identificação dos charcos temporários mediterrânicos.	176
Quadro 2.111 – Síntese das características dos charcos temporários mediterrânicos.	177
Quadro 2.112 – Descritores de dimensão das instalações utilizados para estimativa de cargas poluentes.	181
Quadro 2.113 – Capitações utilizadas para estimativa de cargas poluentes.	181
Quadro 2.114 – Eficiências de tratamento utilizadas no âmbito da estimativa de cargas poluentes.	182
Quadro 2.115 – ETAR urbanas inventariadas na RH5.	183
Quadro 2.116 – Cargas poluentes associadas às ETAR urbanas.	184
Quadro 2.117 – Pequenas instalações de tratamento de águas residuais urbanas inventariadas na RH5.	184
Quadro 2.118 – Cargas poluentes associadas às pequenas instalações de tratamento de águas residuais urbanas. ...	185

Quadro 2.119 – Pontos de rejeição de águas residuais urbanas não tratadas inventariados na RH5.....	186
Quadro 2.120 – Cargas poluentes associadas à rejeição de águas residuais urbanas não tratadas.	186
Quadro 2.121 – Cargas poluentes com origem urbana estimadas para a RH5 por sub-bacia.	187
Quadro 2.122 – Cargas poluentes com origem na indústria estimadas para a RH5 por sub-bacia.	188
Quadro 2.123 – Cargas poluentes com origem na pecuária estimadas para a RH5 por sub-bacia.....	189
Quadro 2.124 – Classes de uso do solo e respectivas taxas de exportação (kg/ha/ano).	191
Quadro 2.125 – Síntese das cargas poluentes anuais de origem difusa estimadas para a RH5 por sub-bacia.	193
Quadro 2.126 – Descargas de SP+OP para a água por ETAR urbanas, reportadas ao abrigo do diploma PRTR.....	195
Quadro 2.127 – Descargas de SP+OP para a água reportadas ao abrigo do diploma PRTR na RH5.	195
Quadro 2.128 – Lista dos principais poluentes com descargas identificadas, provenientes de fontes pontuais (P) e difusas (D).....	196
Quadro 2.129 – Finalidade principal dos aproveitamentos hidráulicos na RH5.....	198
Quadro 2.130– Avaliação dos impactes dos grandes aproveitamentos hidráulicos.....	199
Quadro 2.131 – MA com impactes potenciais elevados decorrentes da existência de vários aproveitamentos hidráulicos a menos de 2 km de distância.....	200
Quadro 2.132 – Aproveitamentos hidráulicos com dispositivo de passagem para peixes.	201
Quadro 2.133 – Número de locais de extracção com TURH válido, por rio e sub-bacia, e volume extraído (m ³ /ano) em 2009.....	203
Quadro 2.134 – Número de captações superficiais e volumes captados, por usos consumptivos e não consumptivos.	205
Quadro 2.135 – Captações de águas superficiais, por finalidade e por sub-bacia.	205
Quadro 2.136 – Cargas originadas pelas fossas sépticas e ETAR compactas com descarga no solo por MA subterrânea.	208
Quadro 2.137 – Poluição difusa: cargas de azoto originadas pelos sectores da pecuária, agro-indústria e agricultura na RH5, por MA subterrânea.	209
Quadro 2.138 – Captações de água por finalidade e por MA.....	212
Quadro 2.139 – Captações de água por finalidade nas MA subterrâneas afectas à RH4 e RH7.	213
Quadro 2.140 – Indústria transformadora: SP+OP associadas aos CAE e distribuição por MA subterrânea.	213
Quadro 2.141 – Aterros sanitários: SP+OP potencialmente presentes nas MA subterrâneas.	214
Quadro 2.142 – Lixeiras encerradas: SP+OP potencialmente presentes por MA subterrânea.	214
Quadro 2.143 – Minas inactivas: SP+OP potencialmente presentes, por MA subterrânea.....	215
Quadro 2.144 – Listagem dos principais poluentes com descargas significativas provenientes de fontes tóxicas (P) e difusas (D) nas MA subterrâneas.	215
Quadro 2.145 – Critério de eutrofização – albufeiras e lagoas.....	220

Quadro 2.146 – Critérios de selecção das MA afectas às ZPE.	220
Quadro 2.147 – Critérios de selecção das MA afectas aos SIC.	221
Quadro 2.148 – Principais características das zonas protegidas da RH5.	222
Quadro 2.149 – Captações de água subterrânea para abastecimento público.	223
Quadro 2.150 – Captações de água subterrânea com perímetros de protecção publicados em Diário da República.	223
Quadro 2.151 – Zonas vulneráveis delimitadas na RH5.	224
Quadro 2.152 – Municípios com as zonas de infiltração máxima delimitadas e respectiva legislação.	224
Quadro 2.153 – Profundidade aproximada das raízes das plantas (rp) em função da legenda da Carta CORINE <i>Land Cover</i> (escala 1:100 000) (Adaptado de Oliveira <i>et al.</i> , 2002).	229
Quadro 2.154 – Divisão dos parâmetros em classe e valores a atribuir em cada classe (adaptado de Oliveira <i>et al.</i> , 2002).	231
Quadro 2.155 – Recarga potencial ao nível do solo (adaptado de CCDR-LVT, 2009).	232
Quadro 2.156 – Declive da superfície topográfica (adaptado de CCDR-LVT, 2009).	232
Quadro 2.157 – Índices atribuídos à zona vadosa das várias litologias existentes na AML (adaptado de CCDR-LVT, 2009).	233
Quadro 2.158 – Índices atribuídos à zona vadosa das várias litologias existentes no OVT (adaptado de CCDR-LVT, 2010).	234
Quadro 2.159 – Captações para consumo humano superficiais e subterrâneas designadas como zonas protegidas. ...	235
Quadro 2.160 – Outras áreas classificadas da RH5.	236
Quadro 2.161 – Número de estações para as zonas protegidas na RH5.	242
Quadro 2.162 – Número de estações para cada tipo de rede de monitorização na RH5.	242
Quadro 2.163 – Estações de monitorização utilizadas para a avaliação do estado quantitativo.	243
Quadro 2.164 – Estações da rede de vigilância utilizadas para a avaliação do estado químico.	244
Quadro 2.165 – Estações da rede operacional utilizadas para a avaliação do estado químico.	245
Quadro 2.166 – Estações utilizadas para a monitorização das zonas designadas para a captação de água destinada ao consumo humano.	245
Quadro 2.167 – Estações utilizadas para a monitorização das zonas vulneráveis.	246
Quadro 2.168 – Resultados da aplicação do IR para as actuais redes de monitorização da avaliação do estado.	247
Quadro 2.169 – Número de estações por rede e por categoria de MA superficial na RH5.	248
Quadro 2.170 – Estações das redes de monitorização actuais.	249
Quadro 2.171 – Estações das redes de monitorização actuais (MA subterrâneas afectas à RH4).	249
Quadro 2.172 – Rede para medição das variáveis Precipitação (estações climatológicas e udoográficas), Temperatura, Ventos, Humidade do ar, Evaporação e Radiação (estações climatológicas).	250

Quadro 2.173 – Número de estações nas redes de monitorização do estado (rede de vigilância e rede operacional), climatológica, hidrométrica e sedimentológica, por sub-bacia.....	251
Quadro 2.174 – Definição do Estado Quantitativo, de acordo com o Decreto-Lei n.º 77/2006, de 30 de Março, e com a DQA, Anexo V, n.º 2.	262
Quadro 2.175 – Definição do Estado Químico, de acordo com o Decreto-Lei n.º 77/2006, de 30 de Março, e com a DQA, Anexo V, n.º 2.	269
Quadro 2.176 – Normas e limiares de qualidade para o estabelecimento do estado químico das MA subterrâneas (adaptado de INAG, I.P., 2009).	282
Quadro 2.177 – Avaliação do estado ecológico para as MA naturais da categoria rios, águas de transição e costeiras.	283
Quadro 2.178 – Avaliação do potencial ecológico para MAFM rios e albufeiras.	283
Quadro 2.179 – Avaliação do potencial ecológico para MAA.	284
Quadro 2.180 – Avaliação do estado químico para MA naturais, MAFM MAA.	284
Quadro 2.181 – Avaliação do estado e potencial das massas de água (MA) naturais, fortemente modificadas (MAFM) e artificiais (MAA).	287
Quadro 2.182 – Resultados dos testes realizados para avaliação do estado quantitativo das MA subterrâneas.	287
Quadro 2.183 – Avaliação do estado quantitativo das MA subterrânea.	288
Quadro 2.184 – Resultados dos testes realizados para avaliação do estado quantitativo das MA subterrâneas afectas à RH4.	288
Quadro 2.185 – Resultados dos testes realizados para avaliação do estado químico das MA subterrâneas.	289
Quadro 2.186 – Avaliação do estado químico das MA subterrânea.	289
Quadro 2.187 – Resultados dos testes realizados para avaliação do estado químico das MA subterrâneas afectas à RH4.	290
Quadro 2.188 – Análise de tendências das MA subterrâneas da RH5.	291
Quadro 2.189 – Análise de tendências das MA subterrâneas afectas à RH4.	292
Quadro 2.190 - Síntese da avaliação do estado das MA subterrâneas na RH5.	293
Quadro 2.191 – Síntese da avaliação da conformidade das zonas protegidas associadas às águas superficiais da RH5.	293
Quadro 2.192 – Síntese do estado de cumprimento das disposições legais.	296
Quadro 2.193 – Diagnóstico para Área temática 1 – Quadro institucional e normativo.	299
Quadro 2.194 – Diagnóstico para Área temática 2 – Quantidade de água.	300
Quadro 2.195 – Diagnóstico para Área temática 3 – Gestão de riscos e valorização do domínio hídrico.	302
Quadro 2.196 – Diagnóstico para Área temática 4 – Qualidade da água.	303
Quadro 2.197 – Diagnóstico para Área temática 5 – Monitorização, investigação e conhecimento.	305

Quadro 2.198 – Diagnóstico para Área temática 6 – Comunicação e governança.....	307
Quadro 2.199 – Diagnóstico para Área temática 7 – Quadro económico e financeiro.....	308

ACRÓNIMOS

- ACE – Análise Custo-Eficácia
- AFN – Autoridade Florestal Nacional
- AHE – Regadios Colectivos de Iniciativa Pública
- APA – Agência Portuguesa do Ambiente
- APL – Administração do Porto de Lisboa, SA
- ARH – Administração de Região Hidrográfica, I.P.
- ARH Tejo – Administração da Região Hidrográfica do Tejo, I.P.
- AT – Área Temática
- AUSTRA – Associação de Utilizadores do Sistema de Tratamento de Águas Residuais de Alcanena
- BGRI – Base Geográfica de Referenciação de Informação
- CADC – Comissão para a Aplicação e Desenvolvimento da Convenção sobre a Cooperação para a Protecção e o Aproveitamento Sustentável das Águas das Bacias Hidrográficas Luso-Espanholas
- CAE – Classificação das Actividades Económicas
- CBO₅ – Carência Bioquímica em Oxigénio
- CCDR – Comissões de Coordenação e Desenvolvimento Regional
- CCDR-LVT – Comissão de Coordenação e Desenvolvimento Regional de Lisboa e Vale do Tejo
- CEN – *European Committee for Standardization*
- CIRVER – Centro Integrado de Recuperação, Valorização e Eliminação de Resíduos Perigosos
- CLC – *CORINE Land Cover*
- CNA – Conselho Nacional da Água
- CNPGB – Comissão Nacional Portuguesa das Grandes Barragens
- CQO – Carência Química de Oxigénio
- CRH – Conselhos de Região Hidrográfica
- CRUS – Carta de Regime do Uso do Solo
- DGADR – Direcção-Geral de Agricultura e Desenvolvimento Rural
- DGEG – Direcção-Geral de Energia e Geologia
- DGPA – Direcção-Geral das Pescas e Aquicultura
- DIA – Declarações de Impacte Ambiental
- DISCO – *Deluxe Integrated System for Clustering Operations*
- DQA – Directiva-Quadro da Água
- DRAP – Direcção Regional de Agricultura e Pescas
- EDAS – Ecossistemas Aquáticos Dependentes das Águas Subterrâneas
- EDM – Empresa de Desenvolvimento Mineiro, S.A.
- EDP – Electricidade de Portugal, S.A.
- EG – Entidades Gestoras
- EGF – Empresa Geral do Fomento, S.A.
- ENCNB – Estratégia Nacional para a Conservação da Natureza e a Biodiversidade
- ENDS – Estratégia Nacional de Desenvolvimento Sustentável
- ENE – Estratégia Nacional para a Energia
- ENEAPAI – Estratégia Nacional para os Efluentes Agro-pecuários e Agro-Industriais

ENF – Estratégia Nacional para as Florestas
ENGIZC – Estratégia Nacional para a Gestão Integrada da Zona Costeira
EPAL – Empresa Portuguesa das Águas Livres, SA
ERSAR – Entidade Reguladora dos Serviços de Águas e Resíduos
ETA – Estação de Tratamento de Água
ETAR – Estação de Tratamento de Águas Residuais
ETDAS – Ecossistemas Terrestres Dependentes das Águas Subterrâneas
FCUL – Faculdade de Ciências da Universidade de Lisboa
FEDER – Fundo Europeu de Desenvolvimento Regional
FMI – Fundo Monetário Internacional
FPRH – Fundo de Protecção dos Recursos Hídricos
GNR – Guarda Nacional Republicana
HELCOM – Convenção para a Protecção do Meio Marinho na Zona do Mar Báltico
ICOLD – *International Commission on Large Dams*
IGAOT – Inspecção-Geral do Ambiente e do Ordenamento do Território
IGT – Instrumentos de Gestão Territorial
IHERA - Instituto de Hidráulica, Engenharia Rural e Ambiente
IM – Instituto de Meteorologia, I.P.
INAG – Instituto da Água, I.P. (INAG, I.P.)
INE – Instituto Nacional de Estatística, I.P.
INSAAR – Inventário Nacional de Sistemas de Águas e de Águas Residuais
ISA – Instituto Superior de Agronomia
ISO – Organização Internacional de Standardização
LMPMAVE – Linha da Máxima Preia-Mar de Águas Vivas Equinociais
LNEC – Laboratório Nacional de Engenharia Civil
MA – Massas de água
MAA – Massas de água Artificiais
MADRP – Ministério da Agricultura, do Desenvolvimento Rural e das Pescas
MAFM – Massas de água Fortemente Modificadas
NQA – Normas de Qualidade Ambiental
NRC – Níveis de Recuperação de Custos
NUTS – Nomenclatura das Unidades Territoriais para Fins Estatísticos
OCDE – Organização para a Cooperação e Desenvolvimento Económico
OSPAR – Convenção para Protecção do Meio Marinho do Atlântico Nordeste
PAC – Política Agrícola Comum
PBH – Planos de Bacia Hidrográfica
PBH Tejo – Plano de Bacia Hidrográfica do Tejo
PC – Postos de Cloragem
PCCRL – Projecto de Controlo de Cheias da Região de Lisboa
PCIP – Prevenção e Controlo Integrados da Poluição
PEAASAR II – Plano Estratégico de Abastecimento de Água e Saneamento de Águas Residuais II

PEE – Plano de Emergência Externo
PEGA – Planos Específicos de Gestão das Águas
PEI – Plano de Emergência Interno
PEN Pesca – Plano Estratégico Nacional para a Pesca
PENDR – Plano Estratégico Nacional para o Desenvolvimento Rural
PEOT – Programa Nacional da Política de Ordenamento do Território
PERSU II – Plano Estratégico para os Resíduos Sólidos Urbanos II (2007-2012)
PET – Plano Estratégico dos Transportes
PGRH – Planos de Gestão de Região Hidrográfica
PGRH Tejo – Plano de Gestão da Região Hidrográfica do Tejo
PIB – Produto Interno Bruto
PIDDAC – Programa de Investimentos e Despesas de Desenvolvimento da Administração Central
PMOT – Planos Municipais de Ordenamento do Território
PNA – Plano Nacional da Água
PNAC – Plano Nacional das Alterações Climáticas
PNAEE – Plano Nacional de Acção para a Eficiência Energética
PNALE – Plano Nacional para a Atribuição de Licenças de Emissão de CO₂
PNBEPH – Programa Nacional de Barragens com Elevado Potencial Hidroeléctrico
PNET – Plano Estratégico Nacional do Turismo
PNPOT – Programa Nacional da Política de Ordenamento do Território
PNTN – Programa Nacional do Turismo da Natureza
PNUEA – Programa Nacional para o Uso Eficiente da Água
PO FEDER – Programas Operacionais Fundo Europeu de Desenvolvimento Regional
POA – Planos de Ordenamento de Albufeira
POAAP – Planos de Ordenamento de Albufeiras e Águas Públicas
POAP – Planos de Ordenamento de Áreas Protegidas
POE Tejo – Plano de Ordenamento de Estuário do Tejo
POEM – Plano de Ordenamento do Espaço Marítimo
POOC – Planos de Ordenamento de Orla Costeira
POR – Programas Operacionais Regionais
POVT – Plano Operacional de Valorização do Território
PPP – Passagem para Peixes
PRODER – Programa de Desenvolvimento Rural do Continente
PROT – Planos Regionais de Ordenamento do Território
PROTA – Plano Regional de Ordenamento do Território do Alentejo
PROT-AML – Plano Regional de Ordenamento do Território da Área Metropolitana de Lisboa
PROT-Centro – Plano Regional de Ordenamento do Território do Centro
PROT-OVT – Plano Regional de Ordenamento do Território do Oeste e Vale do Tejo
PRTR – *European Pollutant Release and Transfer Register*
PSRN2000 – Plano Sectorial da Rede Natura 2000
QREN – Quadro de Referência Estratégico Nacional 2007-2013

QSiGA – Questões Significativas da Gestão da Água
Quimiparque – Parques Empresariais, S.A.
REAI – Regime de Exercício da Actividade Industrial
REAP – Regime de Exercício da Actividade Pecuária
RECAPE – Relatório de Conformidade Ambiental do Projecto de Execução
REF – Regime Económico e Financeiro
RGA09 – Recenseamento Geral Agrícola de 2009
RGA99 – Recenseamento Geral Agrícola de 1999
RH5 – Região Hidrográfica do Tejo
RMMG – Retribuição Mínima Mensal Garantida
RSAEEP – Regulamento de Segurança e Acções para Estrutura de Edifícios e Pontes
RSB – Regulamento de Segurança de Barragens
SAU – Superfície Agrícola Utilizada
SC – Sistema de Classificação
SEPNA – Serviço de Protecção da Natureza e do Ambiente
SIARL – Sistema de Informação de Apoio à Reposição da Legabilidade
SIC – Sítios de Importância Comunitária
SNIRH – Sistema Nacional de Informação de Recursos Hídricos
SPI – *Standardized Precipitation Index*
SP+OP – Substâncias Prioritárias e Outros Poluentes
SROA – Serviço de Reconhecimento e Ordenamento Agrário
SST – Sólidos Suspensos Totais
SVARH – Sistema de Vigilância e Alerta dos Recursos Hídricos
SWM – *Stanford Watershed Model*
TMCA – Taxa de Média de Crescimento Anual
TRH – Taxa de Recursos Hídricos
TURH – Título de Utilização dos Recursos Hídricos
VAB – Valor Acrescentado Bruto
ZPE – Zonas de Protecção Especial

PARTE 2 – CARACTERIZAÇÃO E DIAGNÓSTICO

1. CARACTERÍSTICAS GERAIS DA REGIÃO HIDROGRÁFICA

1.1. TERRITORIAL E INSTITUCIONAL¹

O enquadramento geográfico e administrativo foi elaborado com base na informação disponibilizada pelo Instituto Nacional de Estatística, I.P. (INE), tendo por referência os Anuários Estatísticos Regionais (INE, 2008) e as informações disponibilizadas pela ARH Tejo no respeitante aos limites geográficos e administrativos, bem como aos aproveitamentos hidráulicos.

A informação de base encontra-se, maioritariamente, desagregada ao nível da sub-secção ou concelho, tendo sido agregada por sub-bacia. Para tal, procedeu-se à aplicação do coeficiente de afectação da população das unidades de referenciação geográfica de base abrangidas pelos limites das sub-bacias.

A determinação destes coeficientes resultou do cruzamento entre a Base Geográfica de Referenciação de Informação (BGRI) do INE, os respectivos dados censitários dos Censos 2001² e a delimitação das bacias de drenagem das massas de água (MA) da região hidrográfica do Tejo³ (RH5). A análise foi sempre realizada ao nível da sub-secção estatística, a qual constitui o nível de desagregação máximo dos dados censitários disponibilizados, agregando-se, posteriormente, os dados concelhios para as várias unidades de análise: região hidrográfica, sub-bacia hidrográfica e bacia de drenagem da MA.

Este processo permitiu a obtenção de dois tipos de coeficientes:

- coeficiente de ponderação de área – relativo à área de cada concelho que é abrangida pela unidade de análise;
- coeficiente de ponderação de população – respeitante à população residente de cada concelho inserida nas unidades de análise.

O enquadramento territorial da parte espanhola da bacia hidrográfica do Tejo teve por base informação disponibilizada no sítio da *Confederación Hidrográfica del Tajo*.

O ponto referente à delimitação do domínio hídrico teve como base de trabalho a legislação em vigor, bem como o Plano de Bacia Hidrográfica do Tejo (PBH Tejo) e o Plano Nacional da Água (PNA), ambos elaborados em 2001. Foi tido também em consideração o Plano de Ordenamento do Estuário do Tejo (POE Tejo).

¹ Ano de referência e fontes do quadro de indicadores: 2008 (INE – Anuários Estatísticos): população residente; densidade populacional; número de empresas; 2007 (INE – Anuários Estatísticos): valor acrescentado bruto (VAB); ganho médio mensal dos trabalhadores por conta de outrem; PIB *per capita*; 2001 (INE – Recenseamento Geral da População e Habitação): índice de envelhecimento; % população residente empregada no sector terciário; % da população com ensino superior).

² Importa referir que no âmbito do PGRH Tejo não foi possível utilizar os dados referentes aos Censos 2011, dado que à data de elaboração do Plano estes ainda não se encontravam disponíveis.

³ Fornecido pela ARH Tejo, I.P.

1.1.1. Enquadramento geográfico e administrativo

A RH5 é uma região hidrográfica internacional com uma área total de aproximadamente 81 310 km², dos quais 25 666 km², ou seja 32%, são em território nacional, constituindo o objecto do presente Plano. Importa referir que, dos 25 666 km², 748 km² correspondem à área do plano de água das MA costeiras e de transição⁴.

O rio Tejo nasce na serra de *Albarracín* (Montes Universais), em Espanha, a cerca de 1 600 m de altitude e apresenta um comprimento de 1 100 km, dos quais 230 km em Portugal e 43 km de troço internacional, definido desde a foz do rio Erges, afluente da margem direita do Tejo, até à foz do rio Sever, na margem esquerda. Em território nacional, tem como principais afluentes o rio Zêzere, na margem direita, e o rio Sorraia, na margem esquerda. Em Espanha, os principais afluentes são o rio *Jarama*, o rio *Alberche*, o rio *Tietar*, o rio *Alagón*, o rio *Guadiela* e o rio *Almonte*.

De acordo com o Decreto-Lei n.º 347/2007, de 19 de Outubro, a RH5 é limitada pelo território espanhol a Este, pelas bacias hidrográficas das ribeiras do Oeste e do Lis a Oeste, pela bacia hidrográfica do Mondego a Norte e pela bacia hidrográfica do Douro a Nordeste. A Sul e a Sudeste é limitada pelas bacias hidrográficas do Sado e do Guadiana, respectivamente.

Na RH5 encontram-se delimitadas 425 MA superficiais, distribuídas pelas seguintes categorias: 419 MA Rios, 4 MA de Transição, 2 MA Costeiras.

No âmbito da CADC, para as MA superficiais, foram estabelecidas, entre Portugal e Espanha, seis MA fronteiriças localizadas nas bacias hidrográficas do rio Erges (Códigos da MA – PT05TEJ0779I, PT05TEJ0786I, PT05TEJ0864I e PT05TEJ0891I) e do rio Sever (Códigos da MA – PT05TEJ0905I e PT05TEJ0918I), bem como uma MA transfronteiriça (que “cruza” a linha de fronteira), correspondente à albufeira Monte Fidalgo (Cedilho) (Código da MA – PT05TEJ0894) localizada no troço principal do rio Tejo.

Relativamente às águas subterrâneas, existem na RH5 16 MA, das quais apenas 12 se encontram afectas a esta região hidrográfica. Conforme disposto no n.º 2 do Artigo 1.º do Decreto-Lei n.º 347/2007, de 19 de Outubro, existem três MA subterrâneas em parte localizadas na RH5 cuja gestão foi atribuída à região hidrográfica do Vouga, Mondego, Lis e Ribeiras do Oeste (RH4), designadamente: Penela-Tomar, Sicó-Alviázere, Maciço Calcário Estremenho e uma MA subterrânea atribuída à região hidrográfica do Guadiana (RH7), Elvas-Vila Boim.

INDICADORES:

3 485 816 habitantes

139 hab./km²

129 idosos por cada 100 jovens

9% da população com ensino superior

71,4% da população empregada no sector terciário

1 046,00 € de ganho médio mensal dos trabalhadores

388 907 empresas com sede na região

57 611 milhões € de VAB

19,3 mil € de PIB *per capita*



Mapa 1 – Enquadramento geográfico da Região Hidrográfica do Tejo.

⁴ Para os cálculos que envolvem população, dado que se recorreu à Base Geográfica de Referenciação da Informação (BGR1), a área da região hidrográfica do Tejo é 25 053 km². Esta situação resulta das diferenças verificadas nos limites geográficos entre as diversas fontes de informação, nomeadamente os limites das massas de água e os limites da BGR1.

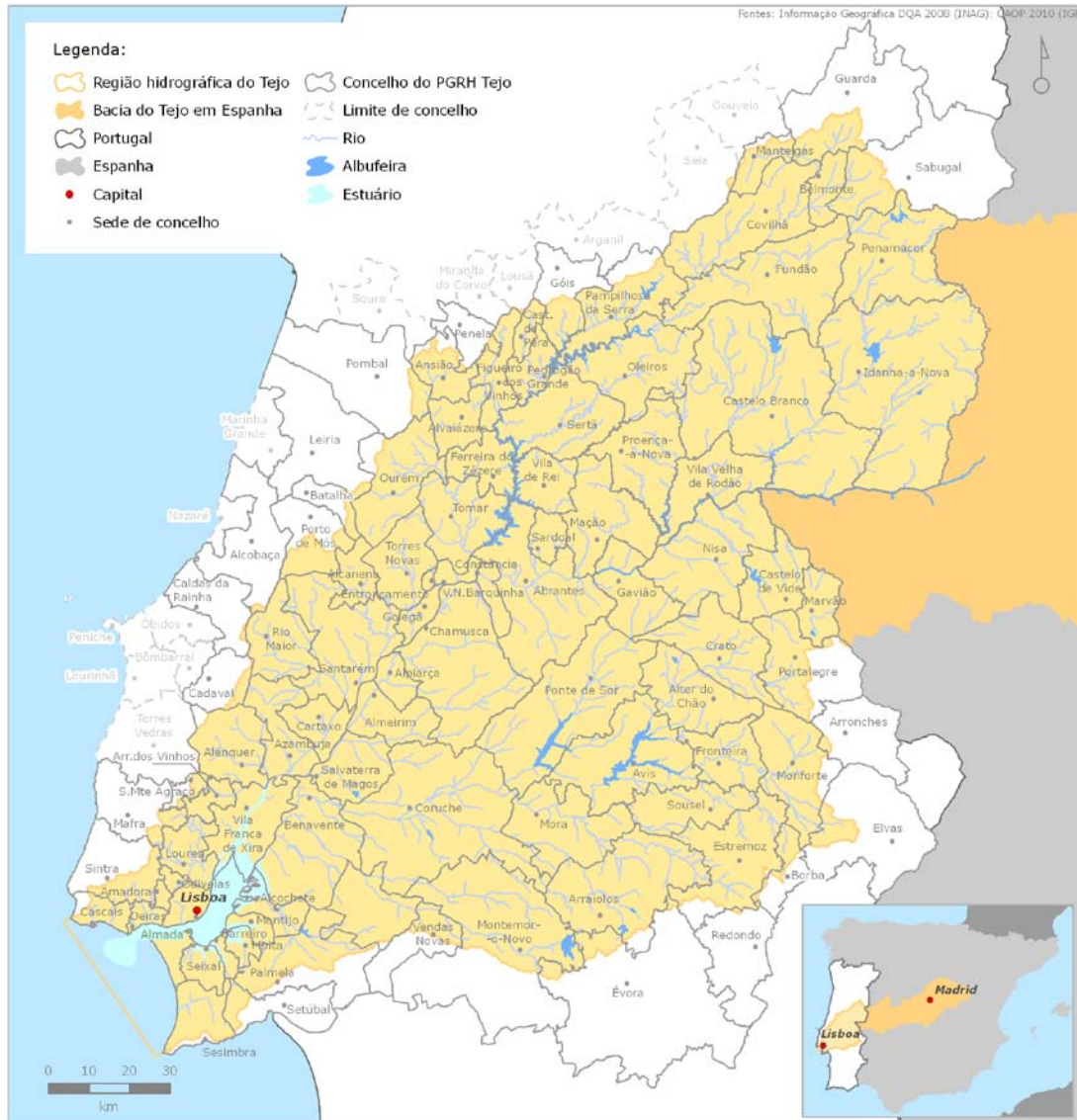


Figura 2.1 – Enquadramento geográfico da RH5.

A região engloba 94 concelhos, dos quais 55 estão totalmente inseridos nesta região hidrográfica e 39 estão parcialmente abrangidos, e representa mais de 28% do território nacional, reflectindo-se esta importância em termos hidrológicos, de protecção de recursos e conservação da natureza, demográficos, sociais e económicos.

A bacia hidrográfica do Tejo em Espanha estende-se por cinco comunidades autónomas, designadamente: *Extremadura, Madrid, Castilla-León, Aragón e Castilla-La Mancha*, abrangendo um total de onze províncias: *Badajoz, Cáceres, Madrid, Salamanca, Ávila, Soria, Teruel, Cuenca, Guadalajara, Toledo e Ciudad Real*.

No que respeita à protecção de recursos e conservação da natureza, são identificadas várias zonas protegidas e áreas classificadas, incluindo zonas designadas para a captação de água para consumo humano, águas piscícolas, águas balneares, zonas sensíveis em termos de nutrientes, zonas vulneráveis, Zonas de Protecção Especial (ZPE), Sítios de Importância Comunitária (SIC), zonas de infiltração máxima, zonas sensíveis e áreas protegidas.

Trata-se de uma região demasiado heterogénea para que a sua caracterização possa ser apresentada de uma forma global. Assim, tendo em vista a caracterização da região hidrográfica e a apresentação de resultados, a divisão em

unidades de análise mais homogéneas torna-se essencial, pelo que foram definidas 23 sub-bacias hidrográficas, cobrindo na totalidade o âmbito espacial do PGRH Tejo.

Das 23 sub-bacias definidas, 17 correspondem às bacias hidrográficas dos principais afluentes do Tejo e as restantes resultam da integração de pequenas bacias hidrográficas intermédias que drenam directamente para o Tejo (designadas por Tejo Superior e Tejo Inferior), para o estuário (Estuário e Grande Lisboa), ou para o Oceano Atlântico (Ribeiras Costeiras do Sul e Água Costeira do Tejo (Quadro 2.1).



Mapa 2 – Sub-bacias da Região Hidrográfica do Tejo.

Refira-se ainda que, do conjunto das 23 sub-bacias, três respeitam a bacias hidrográficas partilhadas com Espanha, Rio Erges e Rio Sever, uma vez que estes dois cursos de água fazem fronteira, e ainda a sub-bacia Tejo Superior que integra parte da albufeira Monte Fidalgo (Cedilho). No que se refere às MA subterrâneas a caracterização e resultados são apresentados por MA.

Quadro 2.1 – Sub-bacias da RH5, correspondente área e respectivos concelhos abrangidos.

	Sub-bacia	Área (km ²)	N.º de concelhos abrangidos
Margem direita	Rio Erges	592	3
	Ribeira do Aravil	427	2
	Rio Pônsul	1 296	4
	Rio Ocreza	1 429	7
	Rio Zêzere	5 029	33
	Rio Almonda	213	5
	Rio Alviela	483	9
	Rio Maior	923	10
	Rio Alenquer	287	4
	Rio Grande da Pipa	118	4
	Rio Trancão	279	9
	Grande Lisboa	172	6
Margem esquerda	Rio Sever	310	4
	Ribeira de Nisa	264	4
	Vala de Alpiarça e Ribeira de Ulme	457	5
	Ribeira de Muge	703	7
	Ribeira de Magos	200	4
	Rio Sorraia	7 611	29
	Ribeiras Costeiras do Sul	106	3
Troço principal	Tejo Superior	2 090	13
	Tejo Inferior	546	18
	Estuário	1 227	18
	Água Costeira do Tejo	153	5
Total	23	24 915	94 ¹

Fonte: ARH Tejo, I.P. 2010. INE – Anuários Estatísticos Regionais, 2008.

Nota: ¹Na totalidade são 94 concelhos, dado que existem concelhos abrangidos por várias sub-bacias.

As áreas apresentadas não incluem o plano de água nas sub-bacias Estuário e Água Costeira do Tejo. A área do plano de água nestas duas sub-bacias é, respectivamente, 368 km² e 380 km², pelo que a área total daquelas sub-bacias, incluindo o plano de água é 1 595 km² e 533 km².

Pela sua importância, importa ainda referir os mouchões mais relevantes existentes na RH5, como por exemplo o Mouchão de Alhandra, o Mouchão do Lombo do Tejo, o Mouchão da Póvoa e o Mouchão da Casa Branca situados no troço final do rio Tejo, que são espaços de valor natural excepcional, onde se identifica uma diversidade biológica elevada, fruto da abundância e diversidade de espécies da avifauna bravia da Europa, em particular de aves aquáticas migradoras, que encontram aqui habitats favoráveis com elevada disponibilidade alimentar.

1.1.2. Enquadramento jurisdicional, institucional e normativo

Em termos gerais, a DQA preconiza o estabelecimento de um sistema para a protecção das águas interiores, de transição e costeiras, que permita atingir os objectivos gerais relativos à protecção do ambiente aquático, apresentados no seu Artigo 1.º, e os objectivos ambientais, referidos no seu Artigo 4.º, a atingir em 2015, através da execução de programas de medidas especificados no PGRH Tejo.

A Lei da Água, além de integrar os conteúdos da DQA, estabelece também as bases e o quadro institucional para a gestão sustentável das águas a nível nacional (Figura 2.2), de onde se destacam dois tipos de órgãos consultivos, o Conselho Nacional da Água (CNA) e os Conselhos de Região Hidrográfica (CRH). O Instituto da Água, I.P. (INAG) assume funções de autoridade nacional para harmonização e garante da política nacional das águas. A ARH Tejo é uma das cinco ARH que detém funções de gestão e planeamento dos recursos hídricos. De acordo com este diploma legal, enquanto enquadramento institucional, “constitui atribuição do Estado promover a gestão sustentada das águas”.

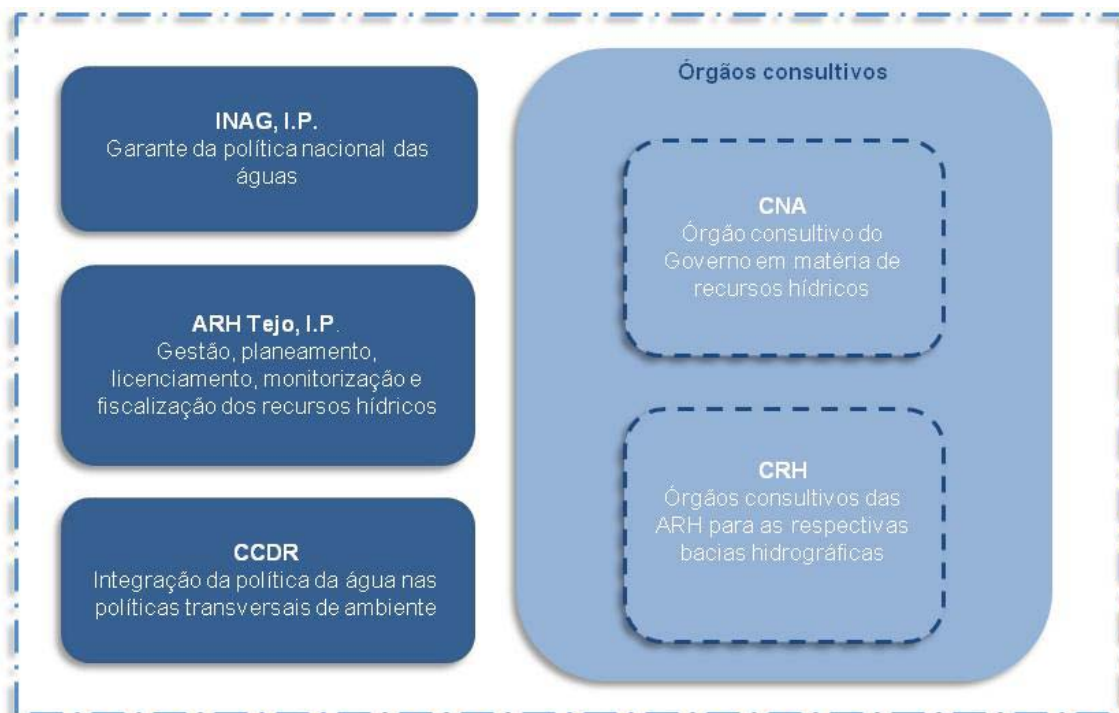


Figura 2.2 – Quadro institucional para a gestão sustentável das águas a nível nacional.

Fonte: QSIGA da região hidrográfica do Tejo, INAG, I.P., 2009

Notas: Instituto da Água, I.P. (INAG, I.P.); Administrações de Região Hidrográfica, I.P.; Comissões de Coordenação e Desenvolvimento Regional (CCDR); Conselho Nacional da Água (CNA); Conselhos de Região Hidrográfica (CRH)

A RH5, cuja área geográfica está definida no Decreto-Lei n.º 347/2007, de 19 de Outubro, está sob jurisdição da ARH Tejo e são atribuições desta, na área territorial da sua jurisdição, a protecção e a valorização dos componentes ambientais das águas.

A elaboração do PGRH Tejo foi determinada no Despacho n.º 18431/2009, de 10 de Agosto de 2009, estando o seu conteúdo estabelecido na Portaria n.º 1284/2009, de 19 de Outubro.

1.1.3. Delimitação do domínio hídrico

O domínio hídrico é um conjunto de bens, que pela sua natureza, a lei submete a um regime de carácter especial, encontrando-se consagrado na própria Constituição da República Portuguesa (Artigo 84.º) e na Lei da Titularidade dos Recursos Hídricos, Lei n.º 54/2005, de 15 de Novembro. Em função da natureza jurídica que está subjacente aos bens que o compõem, o domínio hídrico divide-se em domínio público hídrico e domínio hídrico pertença de particulares. O Artigo 2.º da mesma Lei estabelece que:

- “1 – O domínio público hídrico compreende o domínio público marítimo, o domínio público lacustre e fluvial e o domínio público das restantes águas.
- 2 – O domínio público hídrico pode pertencer ao Estado, às Regiões Autónomas e aos Municípios e Freguesias.”

De acordo com a Lei da Água, a ARH Tejo é responsável pela titularidade das ocupações e usos dos recursos hídricos da RH5, pelo que assume especial importância a definição física da área de domínio público hídrico através da clarificação inequívoca das áreas a ele afectas.

No que se refere ao domínio público marítimo, a ARH Tejo desenvolveu um trabalho de demarcação dos limites do leito e da margem das águas do mar na sua área de jurisdição. Esse trabalho foi efectuado tendo como critérios os estabelecidos no Despacho n.º 12/2010, de 25 de Janeiro, do INAG e suporta a delimitação da área do domínio público marítimo.

Ainda no que se refere à demarcação do domínio hídrico deve ser salientado o trabalho que está a ser desenvolvido no âmbito da elaboração do POE Tejo. Com base nos levantamentos efectuados no âmbito do POE Tejo designadamente a cartografia à escala 1:2 000, está a ser demarcada a linha da máxima preia-mar de águas vivas equinociais (LMPMAVE). Esta linha é ajustada com os ortofotomapas, os quais permitem igualmente a aplicação de um critério biológico (identificação dos limites da vegetação que povoa o leito).

No que concerne ao domínio público lacustre e fluvial e ao domínio público das restantes águas, independentemente de não existirem ainda critérios aprovados, a escala do PGRH Tejo não permite o exercício de demarcação. Desta forma, foi feita uma abordagem geral tendo como ponto de partida o conceito de "navegável e fluviável". Este conceito é essencial para a demarcação, devendo suportar uma primeira identificação de zonas passíveis de serem navegáveis ou fluviáveis.

1.2. CLIMATOLOGIA

A caracterização climática na área de abrangência da RH5 e respectiva classificação teve por base a análise dos principais meteoros e respectivos valores normais, associados a 39 estações meteorológicas da rede do Instituto de Meteorologia, I.P., no período compreendido entre 1961 e 1990. Consideraram-se ainda os valores normais de temperatura e precipitação para oito estações da rede meteorológica do INAG e o modelo de cálculo do balanço hídrico de água no solo e de classificação climática segundo o método de *Thornthwaite-Mather*.

Foi escolhido como período de referência da análise efectuada o intervalo 1961-1990, por este corresponder ao conjunto de 30 anos mais recentes para o qual estão estabelecidas normais associadas ao regime de ventos (para além dos restantes principais meteoros).



Mapa 3 – Localização das estações meteorológicas utilizadas na análise climática.

A caracterização climática efectuada contemplou a análise dos seguintes meteoros:

- precipitação (na caracterização do regime de precipitação consideraram-se como anos secos os que apresentam um valor de precipitação anual que é excedida em 80% do total do período analisado e como anos húmidos aqueles cuja precipitação é excedida em apenas 20% dos anos estudados);
- temperatura;
- humidade relativa (às 9h00) e insolação;
- regime de ventos (analisado com base na frequência (%) e na velocidade média (km/h) para cada rumo, assim como nas calmas (c), estas últimas referentes a situações em que se registam velocidades do vento inferiores a 1,0 km/h);
- radiação (estimada pela aplicação da fórmula de *Angstron*);
- evaporação (estimada com base na evaporação de Piche);
- evapotranspiração potencial (determinada por aplicação da fórmula de *Thornthwaite* aos sucessivos meses do ano).

O Quadro 2.2 ilustra os valores do balanço hídrico em ano médio, nas estações meteorológicas consideradas para os diversos meteoros analisados.

Quadro 2.2 - Valores do balanço hídrico em ano médio, nas estações meteorológicas consideradas.

Estação	Precipitação anual (mm)	Temperatura média anual (°C)	Déficit de água ponderada (mm)	Superavit de água ponderada (mm)	ETP (mm)	ETR (mm)
Guarda (E82)	864,40	10,70	179,86	410,51	633,76	453,89
Lagoa Comprida (E89)	1931,50	7,40	42,40	1431,27	542,62	500,23
Penhas da Saúde (E93)	2743,50	7,60	49,01	2245,91	546,59	497,59
Fundão (E98)	943,70	14,10	274,44	475,43	742,71	468,27
Coimbra/Bencanta (E107)	941,40	15,20	203,63	389,79	755,24	551,61
S. Pedro de Moel (E121)	678,00	14,30	194,41	164,66	707,75	513,34
Alcobaça (E126)	833,80	15,00	231,84	325,60	740,04	508,20
Rio Maior (E130)	871,60	15,00	271,13	390,53	752,21	481,07
Santarém/Esc. Agrícola (E132)	714,80	15,90	310,07	236,17	788,70	478,63
Vimeiro (E136)	682,10	14,90	227,25	177,41	731,94	504,69
Dois Portos (E139)	699,90	15,10	263,50	216,62	746,78	483,28
Salvaterra de Magos (E141)	577,60	15,30	303,37	118,46	762,51	459,14
Colares/Sarrazola (E148)	754,50	15,20	229,63	248,82	735,31	505,68
Cabo da Roca (E150)	523,60	14,90	248,87	51,97	720,50	471,63
Sacavém (E155)	685,40	16,70	334,71	210,48	810,13	475,42
Cabo Ruivo (E157)	683,00	16,90	346,72	210,64	819,07	472,36

Estação	Precipitação anual (mm)	Temperatura média anual (°C)	Déficit de água ponderada (mm)	Superavit de água ponderada (mm)	ETP (mm)	ETR (mm)
Lisboa/Tapada da Ajuda (E162)	706,70	16,30	310,54	229,43	787,81	477,27
Lavradio (E166)	588,10	16,50	342,50	128,47	802,12	459,63
Pegões (E167)	709,00	15,90	306,14	234,00	781,14	475,00
Setúbal (E170)	734,50	16,10	325,56	271,07	788,99	463,43
Castelo Branco (E205)	780,70	15,70	345,37	323,13	802,93	457,57
Alvega (E212)	677,60	15,50	318,61	215,33	780,88	462,27
Benavila (E223)	627,10	16,10	360,17	176,49	810,78	450,61
Mora (E226)	617,90	16,10	340,96	156,18	801,98	461,02
Vila Fernando (E229)	590,10	15,40	351,90	157,51	784,49	432,59
Viana do Alentejo (E247)	641,60	16,20	351,89	188,89	804,60	452,71
Cabo Carvoeiro (E530)	606,10	15,10	227,70	106,24	727,56	499,86
Sintra/Granja/Base Aérea (E532)	818,40	14,70	255,03	343,38	730,06	475,02
Montijo/Base Aérea (E534)	574,80	16,30	359,09	134,26	799,63	440,54
Lisboa/Portela (E536)	685,90	16,20	325,06	219,18	791,78	466,72
Alverca/Base Aérea (E537)	645,80	16,70	338,67	172,32	812,15	473,48
Ota/Base Aérea (E539)	657,10	16,10	323,94	187,80	793,24	469,30
Monte Real/Base Aérea (E540)	806,40	14,70	226,01	300,04	732,36	506,36
Évora (E557)	624,80	15,70	328,97	168,38	785,38	456,42
Penhas Douradas (E568)	1716,40	9,00	87,63	1216,86	587,17	499,54
Portalegre (E571)	888,90	15,10	286,90	405,84	769,97	483,06
Alcácer do Sal (E174)	572,80	16,30	361,71	130,10	804,41	442,70
Elvas (E235)	591,10	16,10	382,77	158,67	815,20	432,43
Abrantes (17H/01C)	723,10	16,15	221,14	220,75	723,48	502,35
Barr. de Montargil (19H/02C)	692,90	15,20	208,38	208,72	692,55	484,18
Barr. Cabeço Monteiro (14N/01C)	585,00	15,66	252,11	127,02	710,10	457,98
Barr. do Divor (21J/03C)	560,30	15,25	238,92	107,24	691,98	453,06
Barr. de Maranhão (19J/04C)	645,90	16,24	243,20	161,13	727,97	484,77
Cernache de Bonjardim (15H/01C)	1134,00	14,04	124,38	603,98	654,41	530,02
S. Julião do Tojal (20C/01C)	742,00	13,54	184,47	285,15	641,31	456,85
Vila Franca de Xira (Lezíria) (20D/01C)	662,90	12,33	157,43	208,92	611,41	453,98

Tendo em conta os dados climáticos característicos verifica-se que o clima na RH5 é do tipo temperado mediterrâneo, com um período seco de dois meses correspondentes a Julho e Agosto. A temperatura média anual varia entre 7,4°C (nas zonas mais a Norte e a maior altitude) e 16,9°C (na zona do estuário) e a precipitação anual situa-se entre os 2 744 mm (na zona Norte da região e a uma altitude superior a 1 300 m) e os 524 mm (obtido na zona costeira – estação de Cabo da Roca).

No que respeita à variação da precipitação em situação de ano húmido (Quadro 2.3), verifica-se que a precipitação anual é cerca de 130% da precipitação em ano normal, enquanto que em situação de ano seco esta apenas atinge cerca de 70% da precipitação normal.

Quadro 2.3 – Valores de precipitação anual, mínima e máxima diária, em condições normais e anos húmidos e secos, para as estações meteorológicas consideradas.

Estação	Rede	Precipitação em Ano Médio (mm)		Precipitação Ano Seco (mm)			Precipitação Ano Húmido (mm)		
		Anual	Máximo diário	Média	Mínima	Máxima	Média	Mínima	Máxima
Guarda (E82)	IM	864,4	85,5	590,5	467,1	692,0	1 129,5	1 021,9	1 303,5
Lagoa Comprida (E89)	IM	1 931,5	200,3	1 381,6	1 296,4	1 441,0	2 566,0	2 260,0	3 034,5
Fundão (E98)	IM	943,7	142,0	647,9	546,0	697,3	1 312,1	1 162,8	1 638,9
Santarém (E132)	IM	714,8	104,5	511,7	395,6	578,9	954,5	871,2	1 200,6
Dois Portos (E139)	IM	699,9	130,0	510,8	455,2	569,8	956,2	810,4	1 139,2
Lisboa Tapada (E162)	IM	706,7	112,5	501,4	406,8	554,1	980,1	820,9	1 315,2
Pegões (E167)	IM	709,0	101,2	500,8	459,3	561,6	980,6	849,5	1 220,7
Alvega (E212)	IM	709,0	92,0	461,1	416,3	532,3	934,3	808,7	1 232,5
Portalegre (E571)	IM	888,9	93,9	645,4	601,7	675,7	1 194,5	1 081,3	1 448,5
Lisboa (E535)	IM	750,8	-	524,4	442,5	581,9	1 029,9	914,8	1 336,0
Lavradio (E166)	IM	588,1	68,3	369,0	315,5	417,8	779,2	717,9	927,2
Castelo Branco (E206)	IM	780,7	115,0	542,3	506,4	566,3	1 088,2	973,3	1 431,7
Benavila (E223)	IM	627,1	64,0	404,2	376,8	455,5	849,5	745,0	1 016,9
Montijo (E534)	IM	574,8	80,9	355,7	305,1	390,3	856,1	766,7	992,1
Alverca (E537)	IM	645,8	117,8	412,6	363,3	447,6	1 029,8	827,1	1 358,3

Quanto à humidade relativa média do ar às 09 horas, os dados analisados mostram que esta varia entre um valor mínimo de 65%, registado nas estações situadas na zona mais interior, e um máximo de 87% nas zonas mais próximas da costa atlântica.

O número médio anual de horas de sol cifra-se em 2 500 horas (de sol) por ano, variando a radiação média anual entre 5 276 e 5 769 MJ/m², sendo os meses de Julho e Agosto os que registam os valores mais elevados.

Em termos de evaporação verifica-se que este parâmetro varia entre os 1 918 mm obtidos em Évora e os 839 mm registados na estação de Cabo Carvoeiro, situando-se o valor médio em cerca de 1 283 mm.

Quanto à evapotranspiração potencial anual, esta varia entre valores da ordem dos 500 mm nas zonas mais a Norte e a maior altitude da região hidrográfica, enquanto que os valores mais elevados, da ordem dos 800 mm, se registam na zona Sul da região hidrográfica.

Relativamente ao regime de ventos, destaca-se que em todo o território o rumo Noroeste é marcante, situação mais evidenciada nas estações mais interiores, salvo em situações mais influenciadas pela orografia complexa e pelo efeito da continentalidade (zona interior Norte). Quanto à velocidade média do vento, esta varia entre 5 e 20 km/h, com os valores mais elevados a corresponderem às estações costeiras e às localizadas a maior altitude.

1.2.1. Classificação climática

1.2.1.1. Classificação climática de Köppen

A classificação climática de *Köppen* é uma classificação quantitativa que se adapta à paisagem geográfica e aos aspectos do revestimento vegetal da superfície do globo.

A classificação principal de *Köppen* divide o clima da Terra em cinco regiões: Clima Tropical Húmido; Clima Seco; Clima Temperado com Inverno suave; Clima Temperado com Inverno rigoroso; Clima Polar.

Esta classificação baseia-se nos valores médios da temperatura do ar e da quantidade de precipitação e na correlação destes dois elementos ao longo dos meses do ano. Nesta classificação considera-se que estes dois factores são dos mais importantes pois têm efeitos imediatos sobre a vida (animal e vegetal) e a sua distribuição pela superfície terrestre. São, também, elementos bem definidos, facilmente mensuráveis, existindo séries extensas de valores de confiança.

No que concerne à classificação climática regional (classificação de *Köppen*) verifica-se que todo o território estudado apresenta um clima temperado mesotérmico, com verão seco e quente nas regiões a Sul da Cordilheira Central e ameno nas zonas a Norte da região.



Mapa 4 – Classificação climática segundo Köppen e Thornthwaite.

1.2.1.2. Classificação climática de Thornthwaite

O sistema de classificação climática estabelecido por *Thornthwaite* baseia-se na análise comparada da evapotranspiração potencial com a precipitação típica de uma determinada área, agrupada segundo quatro índices distintos:

- Índice hídrico (Ih) determinado segundo a expressão $Ih = lu - 0,6 la$, em que lu e la são os índices de humidade e de aridez, respectivamente;
- índice de aridez (Ia), correspondente ao quociente entre o défice de água e a evapotranspiração potencial e índice de humidade (lu) dado pelo quociente entre o *superávit* ou excesso de água e aquela mesma evapotranspiração;
- evapotranspiração potencial (ETP);
- eficácia térmica no Verão (Et) determinada pelo quociente entre a evapotranspiração potencial no trimestre mais quente (de Julho a Setembro no caso das estações analisadas) e a evapotranspiração potencial anual.

A evapotranspiração potencial anual foi determinada, para cada uma das estações consideradas, por aplicação da fórmula de *Thornthwaite* aos sucessivos meses do ano. Após a determinação da evapotranspiração potencial foi, ainda, calculado o défice (D) e/ou o excesso (S) de água, bem como a evapotranspiração real, tomando como referência uma capacidade de campo de 100 mm, de modo a calcular cada um dos índices classificadores do clima local.

Uma vez determinados os quatro parâmetros fundamentais característicos do clima de uma região, a respectiva classificação climática local para a área de influência de cada uma das estações meteorológicas consideradas foi estabelecida tendo em conta os critérios para este sistema de classificação.

Em termos locais observa-se uma maior variabilidade climática variando entre super-húmido (A) e sub-húmido seco (C₁). A sub-bacia com clima mais húmido é a sub-bacia Rio Zêzere, enquanto que as sub-bacias com clima mais seco

(maioritariamente sub-húmido seco) são as do Estuário, Rio Sorraia, Ribeira de Magos e Rio Alenquer. Nas restantes sub-bacias o clima é na grande maioria sub-húmido húmido (C₂).

1.3. HIDROGRAFIA E HIDROLOGIA

O comportamento hidrológico de uma bacia hidrográfica é função das suas características fisiográficas e geomorfológicas (forma, relevo, área, geologia, densidade da rede de drenagem, tipo de solo, entre outras), bem como do tipo de ocupação do solo e, necessariamente do regime de precipitação. Deste modo, as características fisiográficas e de ocupação do solo de uma bacia hidrográfica possuem um importante papel nos processos do ciclo hidrológico, e na resposta ao regime pluviométrico, influenciando, entre outros, a infiltração, a evapotranspiração e o escoamento superficial e sub-superficial.

Por outro lado, o regime de caudais de um rio reflecte as variações da pluviosidade, quer em termos do seu total anual, quer das suas variações intra-anuais. Os rios da RH5 têm um regime marcado por uma acentuada irregularidade. Durante o período Outono-Inverno, quando a região é sujeita a precipitação mais intensa, o caudal nos rios aumenta, verificando-se, por vezes, a ocorrência de cheias mais ou menos importantes. No Verão, as precipitações menores e o aumento da evaporação, conduzem a uma ausência de escoamento nesta altura do ano, formando cursos de água intermitentes.

1.3.1. Hidrografia

A bacia hidrográfica do rio Tejo, de forma alongada, ocupa entre os rios peninsulares o primeiro lugar em área e o terceiro em extensão do seu curso principal. A orientação geral da bacia em Portugal segue aproximadamente a do Tejo em Espanha, inflectindo a meio do território nacional para Sudoeste, desenvolvendo-se então numa extensa planície aluvionar.



Mapa 5 – Representação da rede hidrográfica e das massas de água.

A RH5 inclui três sub-bacias partilhadas entre Portugal e Espanha: as sub-bacias Rio Erges, Rio Sever e Tejo Superior. A sub-bacia Tejo Superior corresponde a uma área total de 2 090 km² em território nacional, sendo que a área da sub-bacia em Espanha respeita exclusivamente à MA PT05TEJ0894, relativa à albufeira de Cedilho. A bacia hidrográfica do Rio Erges possui um total de 1 151 km², sendo 592 km² em Portugal e 559 km² em território espanhol. Por último, a bacia hidrográfica do Rio Sever possui uma área total de 795 km², da qual 310 km² se situam em território nacional e 485 km² em Espanha.

Em território nacional os principais afluentes do rio Tejo são o rio Sorraia, na margem esquerda e o rio Zêzere, na margem direita, com 7 611 km² e 5 029 km² de área de drenagem, respectivamente. Os grandes afluentes do rio Tejo na margem direita, Erges, Aravil, Pônsul, Ocreza e Zêzere, drenam a zona do Maciço Hespérico, acidentada, montanhosa e com pluviosidade relativamente elevada, se for excluída a área oriental da Beira Baixa. Estes rios possuem uma significativa expressão, tanto em extensão como em área drenada, formando vales encaixados, transversais ao curso do rio principal.

Na margem esquerda, a estrutura hidrográfica da bacia é totalmente diferente. Apenas têm algum relevo os cursos transversais ao rio Tejo, Sever e ribeira de Nisa, que drenam formações antigas, do ponto vista geológico, logo no troço de entrada do rio Tejo em Portugal. Mais para jusante, apenas algumas pequenas ribeiras drenam de Sul para Norte, confluindo depois com o rio Tejo. O remanescente corresponde, no essencial, à bacia hidrográfica do rio Sorraia com os seus afluentes próprios, com uma orientação dominante de Este para Oeste, quase paralela à do rio Tejo, desde montante até ao estuário, onde desagua (Quadro 2.4).

Quadro 2.4 – Bacias hidrográficas da RH5.

Margem	Sub-bacia	Afluente	Área da bacia hidrográfica dos principais afluentes (Km ²)
Esquerda	Tejo Superior	Ribeira de Ficalho	21
		Ribeira de Fivenco	50
		Rio Torto	219
		Ribeira de Alcolobra	89
		Ribeira de Palhais	49
		Ribeira de Figueiró	135
		Ribeira de Alferrarede	46
	Rio Sever	Rio Sever	552
	Ribeira de Nisa	Ribeira de Nisa	195
	Tejo Inferior	Ribeira da Foz	79
	Vala de Alpiarça e ribeira de Ulme	Vala de Alpiarça	430
	Ribeira de Muge	Ribeira de Muge	428
	Ribeira de Magos	Vala de Salvaterra	70
	Rio Sorraia	Rio Sorraia	257
		Ribeira da Laje	23
Estuário	Vala Asseiceira	18	
	Rio Coina	82	
Direita	Tejo Superior	Ribeira do Marmelal	40
		Ribeira do Açafal	112
		Ribeira das Eiras	141
	Erges	Rio Erges	701
	Ribeira do Aravil	Ribeira do Aravil	191
	Pônsul	Rio Pônsul	323
	Ocreza	Rio Ocreza	857
	Zêzere	Rio Zêzere	539
	Tejo Inferior	Ribeira da Ponte da Pedra	149
		Vala de Alvisquer	53
	Rio Almonda	Rio Almonda	167
	Rio Alviela	Rio Alviela	274
	Rio Maior	Vala da Azambuja	922
	Rio Alenquer	Rio da Ota	286
	Rio Grande da Pipa	Vala do Carregado	118
	Rio Trancão	Rio Trancão	279
	Estuário	Ribeira da Silveira	26
Rio Jamor		44	
Grande Lisboa	Ribeira dos Ossos/Barcarena	34	
Ribeiras Costeiras do Sul		Ribeiras da costa	65
Plano de água do Estuário		Estuário	368

A rede hidrográfica adoptada resulta de cartografia elaborada pelo Instituto Superior Técnico para o INAG, em *Geo-codificação das bacias hidrográficas de Portugal Continental*, e pressupõe uma metodologia repartida em três fases:

- Na primeira fase delimitaram-se as bacias com áreas superiores a 1 000 km², o que permitiu determinar os códigos de nível I a III das bacias internacionais e prosseguir o trabalho com informação de maior detalhe;
- na segunda fase utilizou-se um Modelo Digital do Terreno (MDT) com resolução de 100 m, obtido a partir de informação altimétrica de série M586 do Instituto Geográfico do Exército (IGeoE) (escala 1:250 000). Por forma a completar a área abrangida pelas sub-bacias internacionais, realizou-se a fusão daquele MDT com o resultado de uma reamostragem do MDT da primeira fase. O escoamento superficial foi corrigido com base em informação hidrográfica à escala 1:250 000 da série M586 do IGeoE, rectificada de forma a assegurar a conectividade dentro da rede hidrográfica. A acumulação de escoamento foi calculada utilizando uma matriz de pesos, que contém as áreas drenadas na zona a montante fora do limite do modelo. Nesta segunda fase delimitaram-se as bacias com áreas superiores a 10 km², o que permitiu realizar a codificação dos troços nacionais e internacionais e prosseguir o trabalho com informação de maior detalhe.
- na terceira fase utilizou-se um MDT com resolução de 25 m, obtido a partir de informação altimétrica da série M888 do IGeoE (escala 1:25 000). Com o intuito de completar a área abrangida por algumas sub-bacias internacionais, realizou-se a fusão daquele MDT com o resultado de uma reamostragem do MDT da fase 2. O escoamento superficial foi corrigido com base em informação hidrográfica à escala 1:25 000 da série M888 do IGeoE, rectificada de forma a assegurar a conectividade dentro da rede hidrográfica. A acumulação de escoamento foi calculada utilizando uma matriz de pesos que contém as áreas drenadas na zona a montante fora do limite do modelo.

A comparação da densidade de representação da rede hidrográfica relativa às MA revela uma divergência acentuada, decorrente das diferentes metodologias adoptadas. No caso das MA “cabeceiras”, a rede hidrográfica das bacias inferiores a 10 km² não se encontra representada, apesar de estar englobada pelas bacias das MA definidas. Nos restantes casos, as MA coincidem com o troço principal da linha de água representada na rede hidrográfica.

Decorrente da caracterização anteriormente exposta acresce ainda salientar que, no extremo Noroeste da região hidrográfica existem várias zonas endorreicas que requerem análise própria dada a sua especificidade e uma estreita interligação com as águas subterrâneas, designadamente a MA Maciço Calcário Estremenho.



Mapa 6 – Afectação das bacias endorreicas às massas de água superficiais.

A MA subterrânea em questão (Maciço Calcário Estremenho) corresponde a um maciço calcário que forma um aquífero importante, no qual a água tem processos rápidos de infiltração e circula em galerias subterrâneas formadas pela dissolução da rocha. Ao contrário da área situada à superfície deste maciço calcário, caracterizada pela quase ausência de cursos de água, na sua periferia as águas surgem em nascentes caudalosas. Segundo Crispim (s.d.), o Maciço Calcário Estremenho é um grande bloco de calcários do Jurássico com cerca de 800 km², situado entre Rio Maior, Tomar e Leiria, do qual fazem parte inúmeras bacias endorreicas que alimentam várias nascentes. Do ponto de vista morfológico podem diferenciar-se neste maciço três áreas distintas: a serra dos Candeeiros, a Oeste; o planalto de Santo António, ao Centro e Sul; e o planalto de São Mamede e a Serra de Aire, a Norte e a Este, respectivamente.

Crispim (2010) afirma que a relação dos fluxos subterrâneos com as bacias hidrográficas dos cursos de água que têm origem no Maciço Calcário Estremenho possibilita definir três bacias hidrográficas (Quadro 2.5), associadas às

nascentes principais do maciço, nomeadamente as nascentes na RH5, as nascentes na bacia hidrográfica das ribeiras do Oeste, e as nascentes que drenam para a região hidrográfica do Vouga, Mondego e Lis (RH4).

Quadro 2.5 - Afectações do conjunto das áreas das bacias endorreicas a MA superficiais.

MA		Área da MA Endorreica Afectada (km ²)	Sub-bacia	Bacia Hidrográfica
Código	Nome			
PT05TEJ0970	Rio Alviela	97,7	Rio Alviela	Tejo
PT05TEJ0907	Cova da Areia	24,3	Rio Zêzere	Tejo
PT05TEJ0968	Rio Almonda	24,3	Rio Almonda	Tejo
PT05TEJ1022	Vala da Azambuja	34,9	Rio Maior	Tejo
PT05TEJ1028	Rio da Ota	1,3	Rio Alenquer	Tejo
PT04RDW1157	Rio Alcoa	3,5	Rio Alcobaça	Ribeiras do Oeste
PT04RDW1158	Rio da Areia	0,3	Rio Alcobaça	Ribeiras do Oeste
-	-	64,7	-	Vouga, Mondego e Lis

Segundo os pressupostos acima mencionados, verifica-se que a RH5 é aquela que integra as maiores áreas das bacias endorreicas, nomeadamente 182,5 km², com destaque para a massa de água Rio Alviela, que recebe maior contribuição, no que respeita a caudais com origem em escoamento subterrâneo. Já no caso das bacias hidrográficas das Ribeiras do Oeste a área das bacias endorreicas é de cerca de 3,8 km², enquanto que à parte restante da RH4 está associada uma área de 64,7 km².

1.3.2. Hidrologia

A rede udométrica susceptível de ser utilizada na caracterização pluviométrica anual e mensal, na RH5, baseou-se na existência de registos e no facto de se pretender, no mínimo, uma série de 15 anos completos.

Por outro lado, a rede hidrométrica susceptível de ser utilizada na caracterização hidrométrica mensal, na RH5, baseou-se na existência de uma série com um mínimo de dez anos completos.

No caso dos registos de precipitação mensal, procedeu-se ao preenchimento de falhas. O procedimento adoptado para o preenchimento de falhas de registos de precipitação mensal foi o seguinte:

- Em primeiro lugar, foram calculados alguns valores auxiliares necessários para o preenchimento de falhas, designadamente:
 - somatório da precipitação mensal, ou seja, precipitação anual;
 - precipitação mensal média;
 - peso do mês – quociente da precipitação mensal média e da precipitação anual média;
 - anos com mais de três falhas foram excluídos, porque se considerou que deixavam de constituir uma amostra representativa do ano;
 - para os restantes anos foi elaborada, em primeiro lugar, uma estimativa do ano total completo (considerando os meses em falta). Esta estimativa foi calculada a partir da seguinte expressão:



Mapa 7 – Estações udométricas seleccionadas na Região Hidrográfica do Tejo.



Mapa 8 – Isolinhas de precipitação anual com 50% de probabilidade de não excedência (ano médio).



Mapa 9 – Isolinhas de precipitação anual com 20% de probabilidade de não excedência (ano seco).



Mapa 10 – Isolinhas de precipitação anual com 80% de probabilidade de não excedência (ano húmido).



Mapa 11 – Estações hidrométricas seleccionadas.



Mapa 12 – Escoamento médio em regime natural para o ano seco, médio e húmido.

$$\frac{\sum P_{ano_com_falha}}{\sum pesos_médios_existentes}$$

- em segundo lugar, a estimativa para o mês em falta foi efectuada a partir de:

$$P_{total_anual} \times peso_do_mês_da_falha$$

O valor estimado será o produto entre as duas parcelas.

No Quadro 2.6 apresenta-se a precipitação ponderada por sub-bacia decorrente da análise dos mapas de isolinhas para ano seco, médio e húmido. É de referir que os mapas de isolinhas foram elaborados com registos de:

- 174 postos udométricos da RH5;
- 45 postos udométricos da RH4;
- 7 postos udométricos da RH7;
- 11 postos udométricos da região hidrográfica Guadiana (RH8);
- 15 postos udométricos em território espanhol.

Quadro 2.6 - Precipitação anual ponderada por sub-bacia.

Sub-bacia	Precipitação anual ponderada (mm)		
	Ano Seco	Ano Médio	Ano Húmido
Rio Erges	540	727	915
Ribeira do Aravil	449	609	769
Rio Pônsul	552	750	948
Rio Ocreza	617	860	1 103
Rio Zêzere	819	1 118	1 418
Rio Almonda	608	846	1 084
Rio Alviela	765	1 034	1 304
Rio Maior	668	896	1 124
Rio Alenquer	603	814	1 026
Rio Grande da Pipa	564	773	983
Rio Trancão	603	836	1 069
Grande Lisboa	590	823	1 055
Rio Sever	549	779	1 009
Ribeira de Nisa	539	738	937
Vala de Alpiarça e Ribeira de Ulme	488	657	826
Ribeira de Muge	507	678	849
Ribeira de Magos	490	651	813
Rio Sorraia	466	636	807
Tejo Superior	548	745	942
Tejo Inferior	526	731	935
Estuário	484	666	848
Ribeiras Costeiras do Sul	503	698	893
Água Costeira do Tejo	588	820	1 051

1.3.2.1. Modelo de precipitação-escoamento

a) Regime natural

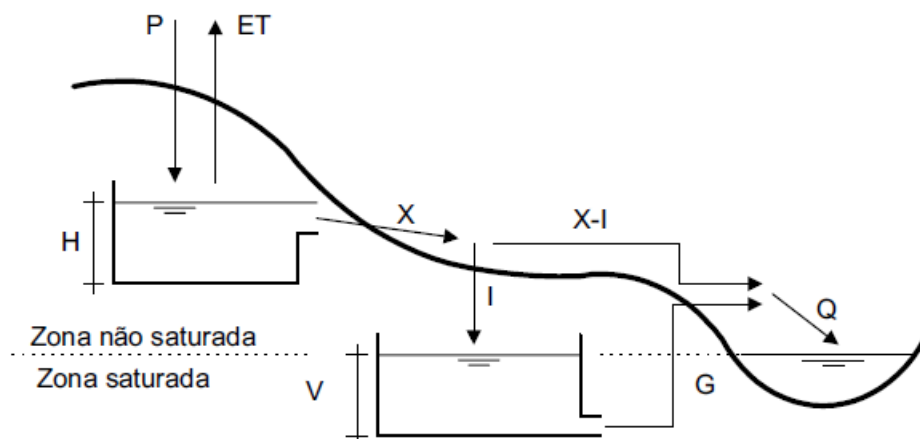
Na presente secção procedeu-se à análise dos escoamentos diários, mediante a obtenção de curvas de duração de caudais médios diários. As curvas de duração de caudais médios diários foram elaboradas tendo como dados de base os registos de caudais médios diários das estações hidrométricas da RH5, disponíveis através do Sistema Nacional de Informação de Recursos Hídricos (SNIRH). Em regime natural foi possível analisar os registos de oito estações hidrométricas, tendo em conta a premissa de uma quantidade mínima de dez anos de registos (Quadro 2.7).

Quadro 2.7 - Caudais característicos em regime natural.

Sub-bacia	Estação	N.º anos de Registos	Caudais Característicos (m³/s)				Duração do Módulo (dias)
			Máximo (10 dias)	Mediano (180 dias)	Estiagem (355 dias)	Modular	
Rio Ocreza	Almourão (15K/01H)	22	73,1	14,6	0,2	19,6	122
Rio Sorraia	Couto de Andreiros (18L/01H)	26	11,1	1,7	0	2,8	135
Rio Sorraia	Cabeção (20I/03H)	18	79	6,2	0	14,7	115
Rio Zêzere	Manteigas (11L/01H)	36	4,6	2	0,1	1,8	191
Rio Sorraia	Monforte (19M/01H)	18	5,1	0,2	0	1,1	113
Rio Alenquer	Ponte Ota (19D/04H)	11	1	0,1	0	0,3	113
Rio Sorraia	Pavia (20I/04H)	21	14,5	1	0	3,2	125
Rio Sorraia	Ponte Santo Estevão (20E/02H)	11	22,3	1,8	0,1	4,8	106

O modelo hidrológico de precipitação escoamento, utilizado para gerar séries mensais em regime natural em pontos de avaliação de recursos hídricos, é vulgarmente conhecido por modelo de *Temex*. Trata-se de uma simplificação do clássico modelo de *Stanford – SWM (Stanford Watershed Model)*, proposto por *Linsley* em 1960.

O modelo de *Temex*, Figura 2.3, considera que, numa sub-bacia hidrográfica, o subsolo está dividido em dois reservatórios, um superficial não saturado, correspondente à humidade do solo, e um subterrâneo saturado, correspondente à zona de aquífero.



Fonte: Oliveira, 1998

Figura 2.3 – Esquema do modelo de *Temex*.

A precipitação (P) abastece o reservatório mais superficial, que perde a água por evapotranspiração (ET) ou por excesso da sua capacidade de armazenamento. O excesso (X) infiltra-se ou escoia superficialmente. O infiltrado (I) abastece o reservatório subterrâneo, que perde água por esgotamento do aquífero (G). O escoamento total da bacia (Q) no instante t é dado por:

A aplicação do modelo de *Temez* à RH5 compreende a análise de dados de precipitação mensal ponderada e evapotranspiração de referência, e engloba duas fases: uma de calibração, do coeficiente de excedente (C), da capacidade de campo (H_{max}), da taxa de infiltração máxima (I_{max}) e do coeficiente de esgotamento do aquífero (α); e outra de simulação do escoamento na sub-bacia.

A modelação hidrológica foi efectuada para o período 1940/1941 a 2007/2008 com uma periodicidade mensal. A necessidade de uma grande quantidade de dados de entrada permitiu unicamente a utilização de 65 postos udométricos, situados na RH5 e regiões contíguas. A evapotranspiração potencial foi estimada, na totalidade das sub-bacias, através do método de *Penman-Montheith*. Neste sentido, foram utilizadas as seguintes variáveis adicionais: temperatura, humidade relativa, radiação e velocidade do vento.

No Quadro 2.8 apresentam-se os valores de calibração utilizados, assim como a correspondente afectação às sub-bacias para as quais não existem estações hidrométricas.

Quadro 2.8 – Valores da calibração para aplicação do modelo de *Temez*.

Sub-bacia	Dados de calibração						
	Sub-bacia	Posto	Período de calibração	C	H_{max} (mm)	I_{max} (mm)	α (dia-1)
Rio Erges	-	Segura (15P/01)	1984/85-1989/90	0,10	240	150 ¹	0,06
Ribeira do Aravil	Rio Pônsul	Idanha-a-Nova (14N/01)	1934/35-1947/48	0,10	240	250	0,008
Rio Pônsul	-	Idanha-a-Nova (14N/01)	1934/35-1947/48	0,18	240	350	0,008
Rio Ocreza	-	Pracana (-)	1953/54-1990/91	0,3	190	200	0,09
Rio Zêzere	-	Fábrica da Matrena (16G/01)	1976/77-1988/89	0,13 ¹	360	200	0,06
Rio Almonda	Rio Alviela	Pt. Ribeira Pernes (17F/03)	1979/80-1989/90	0,5	300 ¹	300	0,05
Rio Alviela	-	Pt. Ribeira Pernes (17F/03)	1979/80-1989/90	0,5	350 ¹	300	0,05
Rio Maior	-	Pt. Freiria (18E/01)	1979/80-1989/90	0,25	228	500	0,02
Rio Alenquer	-	Pt. Barnabé (19C/02)	1984/85-1989/90	0,15	330	100	0,052
Rio Grande da Pipa	Rio Alenquer	Pt. Barnabé (19C/02)	1984/85-1989/90	0,15	330	100	0,052
Rio Trancão	-	Pt. Canas (20C/01)	1979/80-1983/84	0,2	250 ¹	300	0,08
Grande Lisboa	Rio Trancão	Pt. Canas (20C/01)	1979/80-1983/84	0,2	200	300	0,08
Rio Sever	Ribeira de Nisa	Pt. Panasco (17L/01)	1986/87-1989/80	0,25	158	200	0,05
Ribeira de Nisa	-	Pt. Panasco (17L/01)	1986/87-1989/80	0,25	158	200	0,05
Vala de Alpiarça e Ribeira de Ulme	Ribeira de Muge	Vale Postigos (19F/02)	1938/39-1944/45	0,2	225	418	0,06
Ribeira de Muge	-	Vale Postigos (19F/02)	1938/39-1944/45	0,2	225	418	0,06
Ribeira de Magos	Ribeira de Muge	Vale Postigos (19F/02)	1938/39-1944/45	0,2	225	418	0,06
Rio Sorraia	-	Pt. Coruche (20F/02)	1935/36-1953/54	0,42	220	100	0,065

Sub-bacia	Dados de calibração						
	Sub-bacia	Posto	Período de calibração	C	H _{max} (mm)	I _{max} (mm)	α (dia-1)
Tejo Superior	Rio Ocreza	Pracana (-)	1953/54-1990/91	0,3	190	200	0,09
Tejo Inferior	Ribeira de Muge	Vale Postigos (19F/02)	1938/39-1944/45	0,2	225	418	0,06
Estuário	Rio Sorraia	Pt. St.º Estêvão (20E/02)	1981/82-1987/88	0,75	200	50	0,04
Ribeiras Costeiras do Sul	Rio Sorraia	Pt. St.º Estêvão (20E/02)	1981/82-1987/88	0,75	200	50	0,04
Águas Costeiras do Tejo	Rio Sorraia	Pt. St.º Estêvão (20E/02)	1981/82-1987/88	0,75	200	50	0,04

Nota: ¹ Coeficientes ajustados

Com base na reconstituição da série de escoamentos mensais para regime natural, determinou-se o escoamento anual médio para cada uma das sub-bacias hidrográficas. O Quadro 2.9 apresenta os valores anuais da precipitação ponderada e do respectivo escoamento em cada uma das sub-bacias.

Quadro 2.9 – Área, precipitação ponderada e escoamento em regime natural médios anuais por sub-bacia.

Sub-bacia	Área (km ²)	Precipitação Ponderada (mm)	Escoamento (mm)	Escoamento (hm ³)
Rio Erges	1 151*	776	223	256
Ribeira do Aravil	427	582	117	50
Rio Pônsul	1 296	781	222	288
Rio Ocreza	1 429	920	331	474
Rio Zêzere	5 029	1 240	476	2 392
Rio Almonda	213	837	204	43
Rio Alviela	483	967	259	125
Rio Maior	923	812	256	236
Rio Alenquer	287	885	247	71
Rio Grande da Pipa	118	828	222	26
Rio Trancão	279	733	194	54
Grande Lisboa	172	707	215	37
Rio Sever	795*	799	247	184
Ribeira de Nisa	264	797	247	65
Vala de Alpiarça e Ribeira de Ulme	457	679	172	79
Ribeira de Muge	703	701	185	130
Ribeira de Magos	200	654	164	32,8
Rio Sorraia	7 611	642	136	1 033
Tejo Superior	2 090	659	178	372
Tejo Inferior	546	688	183	100
Estuário	1 227	637	126	153
Ribeiras Costeiras do Sul	106	675	158	17
Água Costeiras do Tejo	153	691	164	25
Total	25 959	819**	241**	6 242

* Área correspondente à totalidade da sub-bacia (Portugal e Espanha).

** Valor médio ponderado pela área

Nota: As áreas apresentadas não incluem o plano de água nas sub-bacias Estuário e Água Costeira do Tejo. A área do plano de água nestas duas sub-bacias é, respectivamente, 368 km² e 380 km², pelo que a área total das sub-bacias, incluindo o plano de água é 1 595 km² e 533 km².

A RH5 possui um valor de escoamento anual médio em regime natural de 241 mm. As sub-bacias compreendidas na margem esquerda do rio Tejo apresentam globalmente valores de altura de escoamento ponderado inferiores às da margem direita, 149 mm e 349 mm respectivamente.

De entre as sub-bacias da margem esquerda, as sub-bacias Ribeira de Nisa e Rio Sever são as que apresentam maiores valores de altura de escoamento médio anual, cerca de 247 mm, enquanto a sub-bacia Rio Sorraia possui aproximadamente 136 mm. Nas sub-bacias da margem direita existe uma maior variabilidade nos valores de altura de escoamento, sendo que a sub-bacia Rio Zêzere é a que apresenta um valor mais elevado, 476 mm, e a Ribeira do Aravil um valor mais baixo, 117 mm.

b) Regime modificado

O Quadro 2.10 apresenta os caudais característicos, em regime modificado, para o conjunto das estações hidrométricas que possuem registos de caudais médios diários num período superior a 10 anos. A partir da análise das curvas de duração de caudais, apresentam-se os caudais característicos para diferentes durações.

Quadro 2.10- Caudais característicos em regime modificado.

Sub-bacia	Estação	N.º anos de registos	Caudais Característicos (m³/s)				Duração do Módulo (dias)
			Máximo (10 dias)	Mediano (180 dias)	Estiagem (355 dias)	Modular	
Rio Zêzere	Agroal (15G/02H)	18	13,7	4,5	0,7	4,9	156
Rio Zêzere	Fábrica da Matrena (16G/01H)	21	26,5	6,9	1,4	9	136
Tejo Inferior	Almourol (17G/02H)	26	828,1	238,7	101,8	335,7	131
Tejo Inferior	Ómnias (Santarém) (18E/04H)	19	842,2	246,2	113,2	331	133
Rio Almonda	C.N.F.T - Torres Novas (17F/01H)	13	8,2	2,3	0,5	2,9	154
Rio Almonda	Ponte Nova (17F/02H)	14	11,2	2,5	0,4	3,7	145
Rio Alenquer	Ponte Barnabé (19C/02H)	12	2,3	0,3	0	0,6	148
Rio Maior	Ponte Freiria (18E/01H)	13	6,4	1,5	0,2	2	144
Rio Maior	Rio Maior (17D/01H)	11	2,1	0,6	0,1	0,8	163
Rio Trancão	Ponte Pinhal (21C/01H)	10	4,4	0,5	0	0,9	115
Rio Alviela	Ponte Ribeira Pernes (17F/03H)	13	13,2	2,8	0,1	4,2	146
Rio Erges	Segura (15P/01H)	13	41,9	4,2	0	9,4	121
Tejo Superior	Tramagal (17H/02H)	26	651,5	183,5	65,2	260,9	134

Verifica-se homogeneidade entre as curvas de caudais médios diários, em regime modificado, nas diferentes bacias hidrográficas. Observam-se valores de caudais mais baixos a serem excedidos em poucos dias e com descidas menos acentuadas dos caudais nos primeiros dias, denotando-se o efeito de uma certa regularização.

Para o regime modificado importa identificar as principais obras hidráulicas susceptíveis de modificar o regime natural, nomeadamente os grandes aproveitamentos hidráulicos, caudais ecológicos ou regime de caudais ecológicos a eles atribuídos, transferências entre bacias, assim como os caudais estabelecidos no âmbito da Convenção de Albufeira.

Características das albufeiras

A área total da RH5 em território nacional abrange cerca de 2 146 aproveitamentos hidráulicos, a que corresponde uma capacidade útil de armazenamento de cerca de 2 523 hm³. Os principais aproveitamentos com capacidade útil de armazenamento igual ou superior a 1 hm³, num total de 34 aproveitamentos, apresentam uma capacidade útil de 2 485 hm³, o que representa 98,5% da capacidade útil na área em estudo.

Cabe destacar o futuro aproveitamento hidroeléctrico do Alvito, que contribuirá com uma capacidade útil de armazenamento de 192 hm³, o que representa um aumento de 8,3% da capacidade de armazenamento útil na região. O aproveitamento hidroeléctrico do Alvito está incluído no Programa Nacional de Barragens de Elevado Potencial Hidroeléctrico (PNBEPH) e ficará localizado no concelho de Vila Velha de Ródão, com secção de implantação da barragem no rio Ocreza, a cerca de 1 km a montante da povoação de Foz do Cobrão e do aproveitamento de Pracana já existente. Refira-se ainda, o Aproveitamento Hidroeléctrico de Almourol também considerado no âmbito do PNBEPH, mas que não foi adjudicado.

Dadas as características de variabilidade hidrológica da RH5, os volumes de água armazenados nas albufeiras tornam-se imperativos para a sustentabilidade da região, em termos de satisfação das necessidades da população e actividades económicas. Os volumes armazenados deverão, não apenas permitir as transferências de água do Inverno para o Verão (intra-anual), como a transferência inter-anual, dos anos húmidos para anos secos. A Figura 2.4 apresenta a evolução da capacidade útil de armazenamento na RH5 até à data de entrada em funcionamento do aproveitamento do Alvito, que se considerou 2015.

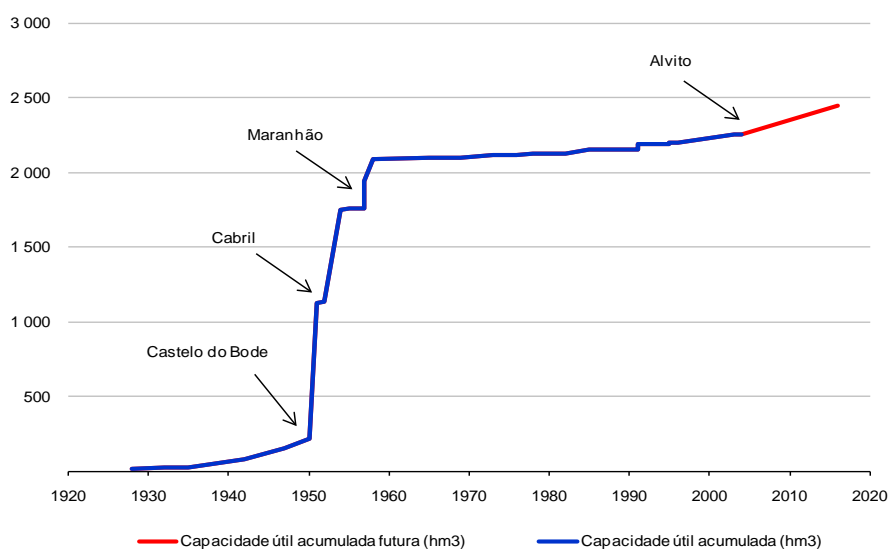


Figura 2.4 – Capacidade de armazenamento útil da RH5.

A análise da Figura 2.4 evidencia que, para além dos contínuos incrementos ao longo da série temporal ocorreram três períodos que corresponderam a aumentos abruptos da capacidade útil acumulada. O primeiro sucedeu após a entrada em funcionamento da barragem de Castelo do Bode, com um aumento da capacidade de armazenamento útil quatro vezes superior ao existente até à data. Em segundo lugar, a entrada em funcionamento da barragem do Cabril contribuiu com um aumento de 54% da capacidade útil de armazenamento na RH5. Destaca-se ainda a albufeira do Maranhão que contribuiu para uma subida de 10% da capacidade útil em 1957.

Na referida Figura está ainda indicado o aumento da capacidade de armazenamento útil, associado à futura albufeira da barragem do Alvito com uma contribuição de 192 hm³. O aproveitamento de Almourol, previsto no referido PNBEPH, no troço principal do rio Tejo, não foi alvo de qualquer proposta para a sua construção no concurso público levado a cabo.

Transferências

Tendo em conta a avaliação do balanço disponibilidades/necessidades foram consideradas as seguintes transferências, considerando-se neste caso, as transferências de e para a RH5, e ainda as transferências entre as sub-bacias estabelecidas.

- Sistema de abastecimento de água da EPAL – com duas origens superficiais localizadas, uma na Albufeira de Castelo do Bode, no concelho de Tomar e a outra no rio Tejo, em Valada, concelho do Cartaxo; e oito origens subterrâneas, localizadas em Carregado, Concelho de Alenquer (três furos), Quinta do Campo, Concelho de Alenquer (dois furos), Valada, Concelho do Cartaxo (quinze furos), Espadanal, Concelho da Azambuja (dois furos), Lezírias, Concelho de Vila Franca de Xira (catorze furos), Ota, Concelho de Alenquer (três furos), Alenquer (três furos) e Alviela, Concelho de Alcanena (nascente dos Olhos de Água) Este sistema fornece 235,00 hm³ de água para o abastecimento público de diversas sub-bacias na RH5, além de zonas localizadas nas bacias hidrográficas das ribeiras do Oeste.
- Aproveitamento Hidroagrícola da Cova da Beira, gerido pela Associação de Beneficiários da Cova da Beira, destina-se à rega de 14 400 ha, ao abastecimento público e à produção de energia eléctrica. Integra a barragem do Sabugal, no rio Côa, na região hidrográfica do Douro (RH3), e a barragem de Meimoa, na ribeira de Meimoa, afluente do rio Zêzere, interligadas através do Circuito Hidráulico Sabugal-Meimoa. O volume total de água máximo a transferir da albufeira do Sabugal para a albufeira de Meimoa é cerca de 82 hm³/ano.
- Aproveitamento Hidroeléctrico de Santa Luzia, explorado pela EDP, compreende a interligação de duas grandes barragens, Santa Luzia (construída em 1943), na região hidrográfica do rio Tejo, e Alto Ceira, na bacia hidrográfica do rio Mondego (RH4), ligadas por um túnel de derivação com cerca de 6 945 m de comprimento, através do qual são transferidos cerca de 44 hm³/ano de água da bacia hidrográfica do rio Mondego para a bacia hidrográfica do rio Tejo.

Caudais ecológicos

Na área da RH5, apenas para os aproveitamentos licenciados em data posterior a 1990, foram definidos valores de caudais ecológicos, com recurso a vários métodos. Só a partir de 2003, com o documento “Caudais Ecológicos em Portugal”, publicado pelo INAG no âmbito do Plano Nacional da Água, foram estabelecidos métodos para a definição de regimes de caudais ecológicos, conjunto de caudais instantâneos a garantir no curso de água, variáveis ao longo do ano em função das necessidades dos ecossistemas aquáticos e ribeirinhos, contemplando frequentemente regimes para ano médio e ano seco.

A generalidade dos aproveitamentos para os quais estão definidos caudais ecológicos ou regimes de caudais ecológicos referem-se a barragens e açudes sujeitos a Avaliação de Impacte Ambiental depois de 1990. No que se refere às grandes barragens, apenas foi definido um regime de caudais para o aproveitamento hidráulico dos Minutos.

Contudo, no âmbito da atribuição das concessões para os aproveitamentos hidroeléctricos da EDP, e de acordo com o previsto nos contratos de concessão celebrados com o INAG em 2008, estão em curso estudos para a definição dos regimes de caudais ecológicos para as barragens Castelo de Bode, e Pracana. Relativamente às barragens do Cabril e da Bouçã, foi considerado pelo INAG, aquando da outorga dos contratos de concessão de utilização do domínio hídrico,

em 2008, ser dispensável a existência de um regime de caudais ecológicos. Esta dispensa está associada ao facto do caudal turbinado ser lançado imediatamente a seguir à barragem e directamente no regolfo da albufeira de jusante, não havendo pois um “troço a seco”.

No caso dos aproveitamentos hidroagrícolas, nomeadamente para as barragens de Montargil, Maranhão e Magos que pertencem ao Aproveitamento Hidroagrícola do Vale do Sorraia, Idanha incluída no Aproveitamento Hidroagrícola de Idanha, Divor incluída no Aproveitamento Hidroagrícola do Divor, foram estabelecidos nas respectivas concessões regimes de caudais ecológicos de carácter provisório, que serão ajustados com base em estudos a desenvolver.

A monitorização realizada até à data dos troços dos rios a jusante dos aproveitamentos hidráulicos não permite confirmar se estão a ser garantidos os caudais estabelecidos, e em que medida estão a ser eficazes para que seja atingido o bom estado/potencial ecológico.

No que se refere ao rio Tejo, foram realizados pelo INAG estudos para a definição do regime de caudais ecológicos na secção de Cedilho, considerando o escoamento em regime natural para o período 1941/42 a 1990/91. Foi aplicado o Método do Caudal Básico Modificado (com distribuição), que constitui uma adaptação do Método do Caudal Básico, desenvolvido pelo *U.S. Fish and Wildlife Service*, em 1981, no sentido de contemplar a elevada variabilidade natural, intranual e interanual do regime hidrológico do rio Tejo e a maior exigência em termos de caudais do ecossistema durante a época de reprodução das espécies piscícolas (entre Fevereiro e Junho). No Quadro 2.11 apresentam-se os regimes de caudais ecológicos no rio Tejo na secção de Cedilho em ano médio, seco, muito seco e muito húmido (INAG, I.P., 2003). Este regime de caudais não chegou a ser implementado.

Quadro 2.11 – Regime de caudais ecológicos resultantes dos estudos realizados pelo INAG, para o rio Tejo, na secção de Cedilho, em ano médio, seco, muito seco e muito húmido (INAG, I.P., 2003).

Mês	Escoamento médio mensal ^(a)		Redução do escoamento médio mensal, segundo o método do caudal básico modificado (com redistribuição)	Regime de Caudal Ecológico/ano							
				Médio (50%)		Seco (20%)		Muito seco (5%)		Muito húmido (95%)	
	m ³ /s	hm ³		m ³ /s	hm ³	m ³ /s	hm ³	m ³ /s	hm ³	m ³ /s	hm ³
Out.	376	140	0,08	31,0	11,6	8,3	3,1	5,8	2,2	132,9	49,6
Nov.	994	383	0,07	71,0	27,4	12,6	4,9	6,5	2,5	220,7	85,2
Dez.	1 602	598	0,07	112,0	41,8	30,6	11,4	12,2	4,6	285,9	106,7
Jan.	1 951	728	0,07	136,0	50,8	44,1	16,5	13,9	5,2	320,2	119,6
Fev.	2 150	889	0,37	785,0	324,5	247,9	102,5	113,9	47,1	1 972,0	815,1
Mar.	1 899	709	0,37	700,0	261,4	184,7	69,0	127,5	47,6	1 779,3	664,3
Abr.	1 477	570	0,41	603,0	232,6	297,6	114,8	141,3	54,5	1 386,5	534,9
Mai.	921	344	0,43	393,0	146,7	168,1	62,8	115,6	43,2	876,5	327,2
Jun.	393	152	0,42	164,0	63,3	85,1	32,8	54,7	21,1	335,5	129,4
Jul.	172	64	0,08	14,0	5,2	9,1	3,4	6,5	2,4	22,4	8,4
Ago.	123	46	0,08	10,0	3,7	7,1	2,6	5,5	2,1	15,0	5,6
Set.	134	52	0,10	13,0	5,0	9,0	3,5	6,4	2,5	21,8	8,4
Ano	12 192	387	0,25	3 032,0	96,1	1 788,6	56,7	999,5	31,7	5 848,4	185,5

(a) Escoamento em regime natural para o período 1941/1942 a 1990/1991, Plano Hidrológico Espanhol da Bacia Hidrográfica do Tejo

1.3.2.2. Afluências de Espanha

Historicamente, as afluências de Espanha em regime natural ocorrem sensivelmente até meados dos anos 50, período a partir do qual se verifica um aumento significativo da capacidade de armazenamento em Espanha, de 371 hm³ para 3 286 hm³, como ilustra a figura seguinte.

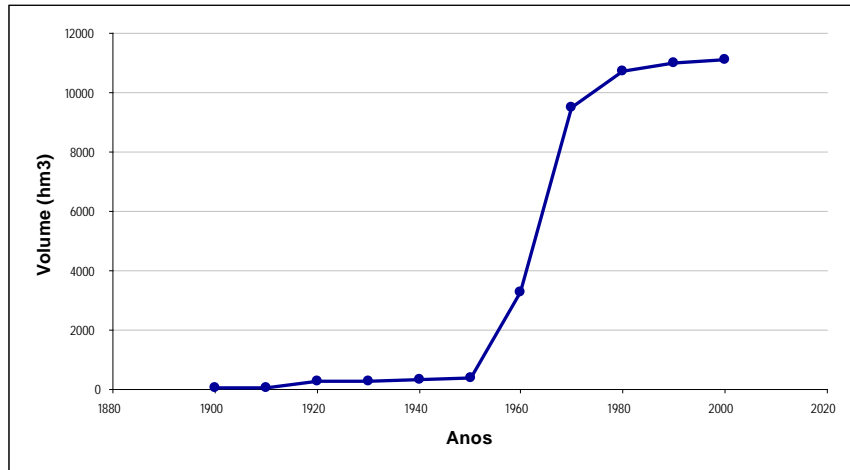


Figura 2.5 – Evolução da capacidade de armazenamento nas albufeiras das barragens construídas na parte espanhola da bacia do rio Tejo.

Deste modo foram estabelecidas duas séries de escoamentos provenientes da região hidrográfica Espanhola com o intuito de comparar os registos em regime natural e em regime modificado:

- Regime natural: série de valores compreendida entre 1940/1941 e 1999/2000 reportada no *Plan Especial de Alerta y Eventual Sequía en la Cuenca Hidrográfica del Tajo*, elaborado pelo *Ministerio de Medio Ambiente Espanhol* em 2007;
- Regime modificado: série de registos observada à saída da barragem de Cedilho, no período compreendido entre 1976/1977 e 2005/2006. A série foi completada com dados dos relatórios hidrometeorológicos de regime de caudais da Convenção de Albufeira até ao ano 2008/2009. Adicionalmente estimaram-se os valores anteriores à data de entrada em funcionamento do aproveitamento de Cedilho, com o intuito de completar a série.

O protocolo de Revisão da Convenção sobre Cooperação para a Protecção e o Aproveitamento Sustentável das Águas das Bacias Hidrográficas Luso-Espanholas (Convenção de Albufeira) e o Protocolo Adicional, acordado a nível político durante a 2ª Conferência das Partes da Convenção, realizada em Madrid em 19 de Fevereiro de 2008 e assinado a 4 de Abril de 2008, estabeleceram o seguinte regime de caudais:

Na secção de jusante da barragem de Cedilho:

- Caudal integral anual – 2700 hm³;
- caudal integral trimestral:
 - 1 de Outubro a 31 de Dezembro – 295 hm³;
 - 1 de Janeiro a 31 de Março – 350 hm³;
 - 1 de Abril a 30 de Junho – 220 hm³;

- 1 de Julho a 30 de Setembro – 130 hm³;
- caudal integral semanal – 7 hm

Na estação hidrométrica de Ponte Muge:

- Caudal integral anual correspondente à sub-bacia portuguesa entre Cedilho e Ponte Muge – 1 300 hm³,
- caudal integral trimestral correspondente à sub-bacia portuguesa entre Cedilho e Ponte Muge:
 - 1 de Outubro a 31 de Dezembro – 150 hm³;
 - 1 de Janeiro a 31 de Março – 180 hm³;
 - 1 de Abril a 30 de Junho – 110 hm³;
 - 1 de Julho a 30 de Setembro – 60 hm³;
- caudal integral semanal correspondente à sub-bacia portuguesa entre Cedilho e Ponte Muge – 3 hm³.

O regime de caudais acima exposto não se aplica quando: i) a precipitação de referência na bacia hidrográfica, acumulada desde o dia 1 de Outubro até 1 de Abril, seja inferior a 60% da precipitação média acumulada no mesmo período; ii) a precipitação de referência na bacia hidrográfica, acumulada desde o dia 1 de Outubro até 1 de Abril, seja inferior a 70% da precipitação média acumulada no mesmo período e a precipitação de referência do ano hidrológico tenha sido inferior a 80% da média anual. O Quadro 2.12 apresenta os valores anuais médios afluentes a Portugal em regime natural e modificado.

Quadro 2.12 – Afluências anuais médias de Espanha em regime natural e modificado.

	Escoamento (hm ³) Ano Seco	Escoamento (hm ³) Ano Médio	Escoamento (hm ³) Ano Húmido
Regime Natural	6 845	11 990	17 136
Regime Modificado	3 326	7 354	11 382

Analisando os valores do quadro anterior, verificam-se diferenças significativas dos escoamentos em regime natural e modificado. Em ano seco a diferença entre regimes é praticamente metade (3 326 hm³ e 6 845 hm³), enquanto que para o ano médio esse valor ronda os 4 600 hm³. Em ano húmido essas diferenças ascendem aos 5 700 hm³. Em qualquer dos casos, constata-se que a capacidade de armazenamento actualmente instalada na parte espanhola da RH5 é de aproximadamente 11 125 hm³, ou seja, semelhante ao valor de escoamento em regime natural, o que dá ideia da grande capacidade de regularização existente. De facto, a relação entre a capacidade total de armazenamento e o caudal anual em regime natural é próximo da unidade, com um valor de cerca de 0,92.

A Figura 2.6 apresenta a evolução cronológica dos escoamentos afluentes a Portugal em regime natural e modificado.

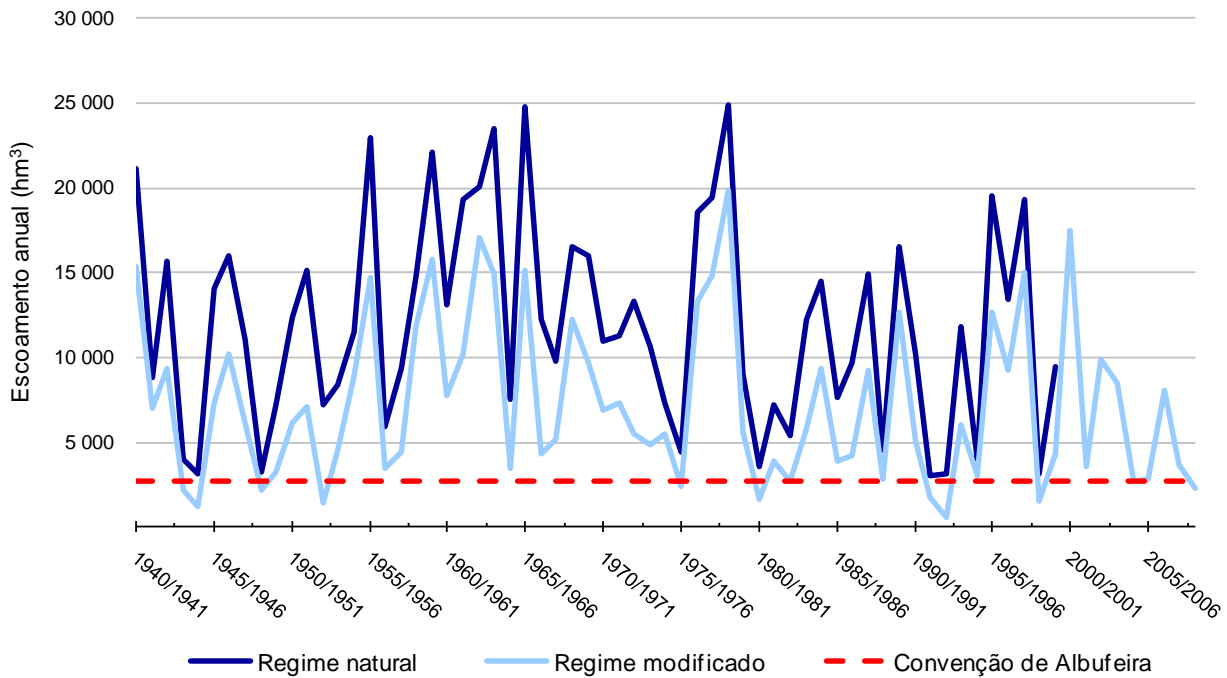


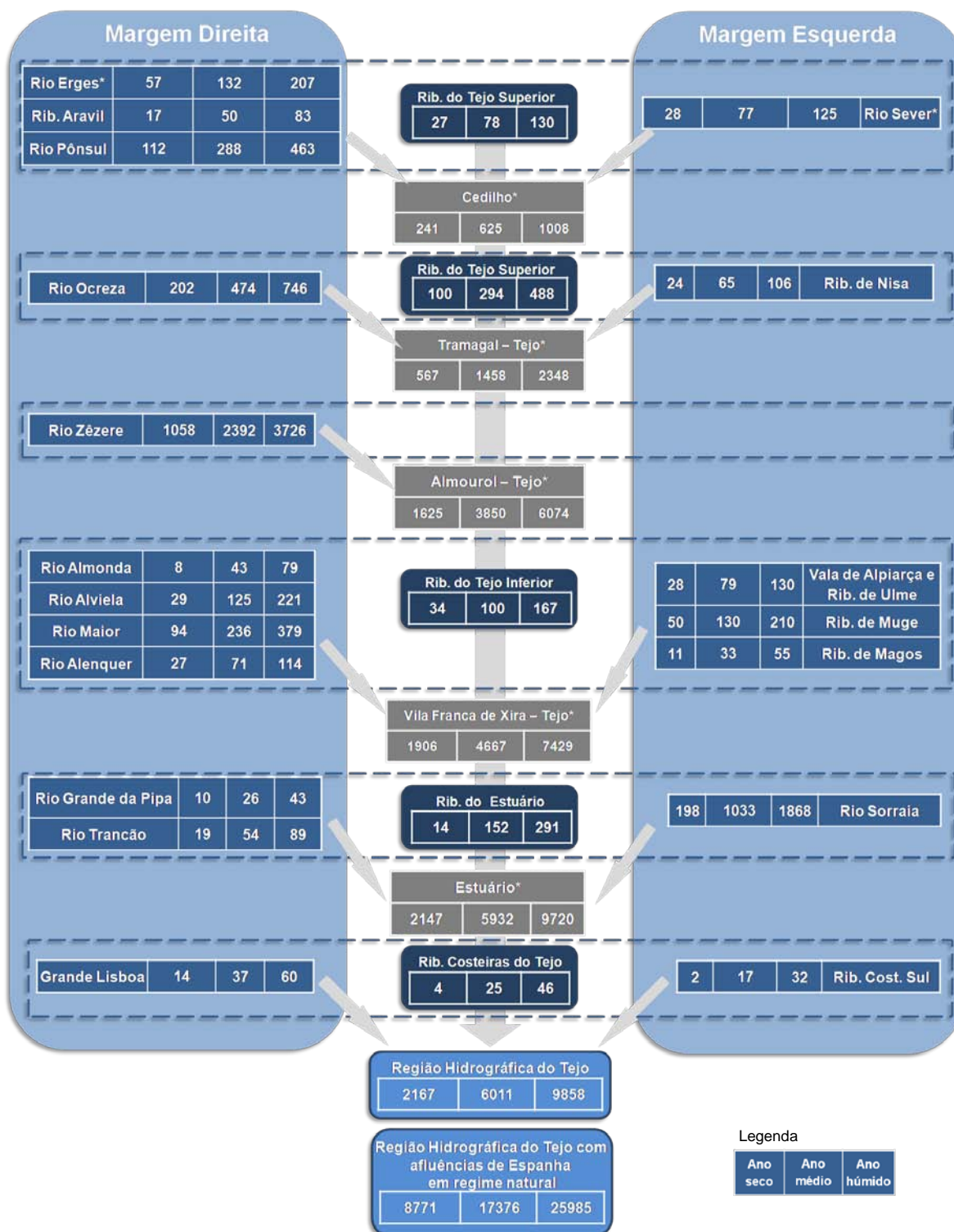
Figura 2.6 – Comparação dos escoamentos (hm³) em regime natural e modificado.

A análise da Figura 2.6 permite verificar uma aderência significativa entre as tendências das duas séries, que é igualmente comprovada pelo valor do coeficiente de correlação de 0,95. De facto, neste período temporal os valores de escoamentos em regime natural variam entre os 25 000 hm³ e os 4 000 hm³, enquanto que em regime modificado, variam entre os 20 000 hm³ e 500 hm³.

Considerando o escoamento anual mínimo a satisfazer em Cedilho de 2 700 hm³, estabelecido na Convenção de Albufeira, verifica-se que a partir do ano de entrada em vigor da referida Convenção (2000), o escoamento em regime natural nunca é inferior a esse limiar. Pelo contrário, em regime modificado, o escoamento anual foi inferior ao limiar mínimo no ano hidrológico de 2008/2009, tendo-se verificado um valor de 2 408 hm³. Independentemente das variações da precipitação na bacia, é forçoso admitir-se que tem havido uma diminuição no valor de escoamento anual proveniente da parte espanhola da bacia hidrográfica do Tejo.

1.3.2.3. Disponibilidades hídricas

A avaliação das disponibilidades de água afluente à secção de referência das sub-bacias foi efectuada contabilizando os valores de escoamento em regime natural das sub-bacias calculados a partir do modelo de precipitação-escoamento. Dado que a estimativa das séries de escoamento em regime modificado por sub-bacia, reflectem o balanço necessidades-disponibilidades, esta é apresentada no Capítulo 1.7 – Usos e Necessidades de Água. As Figuras 2.7 e 2.8 apresentam as disponibilidades hídricas da RH5, em regime natural, em ano seco, médio e húmido e os principais aproveitamentos hidráulicos.



* Apenas referente à parte portuguesa

Figura 2.7 – Disponibilidades hídricas (hm³) na RH5 em regime natural.

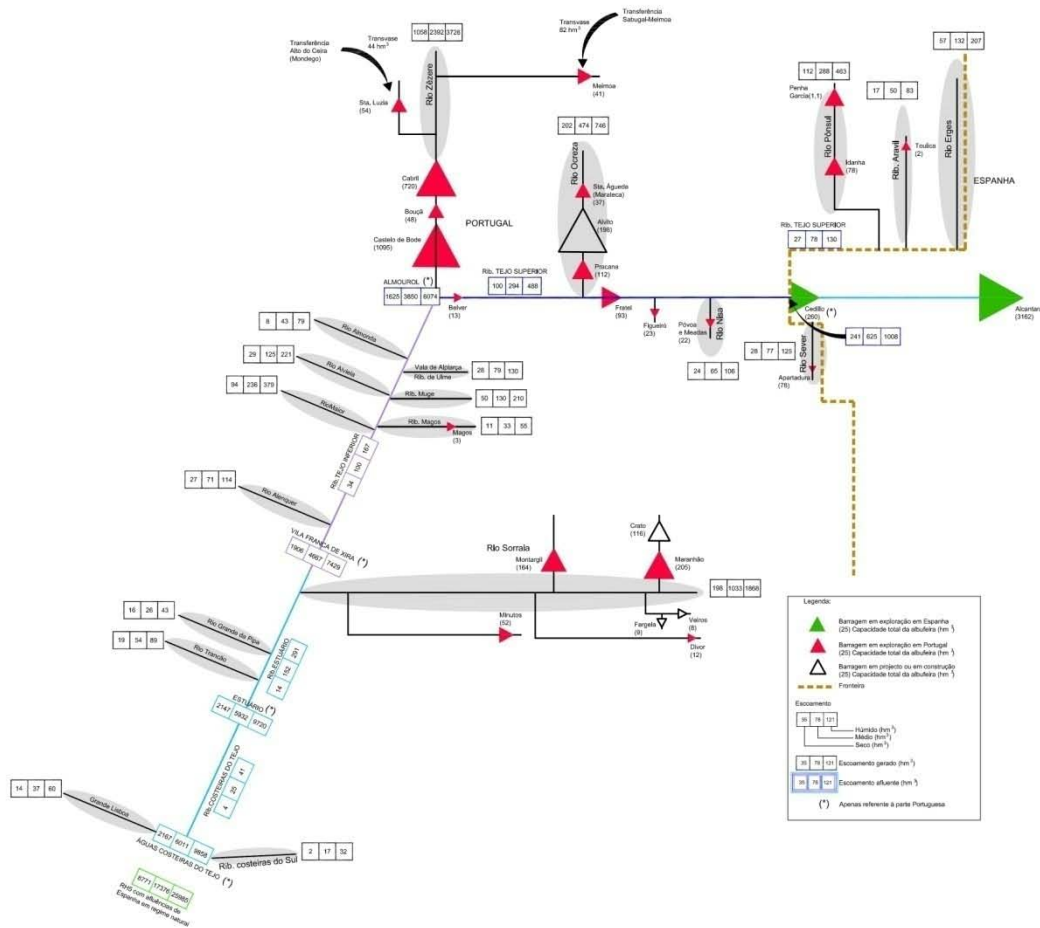


Figura 2.8 – Disponibilidades hídricas e aproveitamentos hidráulicos.

1.3.3. Hidrodinâmica lagunar e costeira

1.3.3.1. Dinâmica estuarina

O escoamento no estuário do Tejo é forçado principalmente pela maré semidiurna. A harmónica devida à Lua (M2) com 98 cm de amplitude e a componente harmónica devida ao Sol (S2) com 35 cm de amplitude (ambas em Cascais) são as duas principais componentes da maré no estuário. As diferenças entre os períodos destas duas componentes de maré (respectivamente 12h25 e 12h00) são responsáveis pelo ciclo maré-morta, maré-viva e as suas amplitudes incluem o estuário do Tejo no conjunto dos estuários mesotidais. A maré sofre amplificação no interior do estuário como consequência da redução da profundidade. A redução da profundidade associada às velocidades elevadas do escoamento origina a refração da onda de maré, que depois decai para o interior dos canais associados aos rios por efeito do atrito e da elevação do fundo. As velocidades máximas são registadas na região da embocadura onde em vazante de maré viva são registados valores da ordem dos 2 m/s. Na metade de jusante do estuário as velocidades máximas são da ordem de 1 m/s, baixando para o interior do estuário, mas mantendo valores da ordem de 1 m/s nos canais principais. Como consequência das velocidades elevadas a excursão de maré no interior do estuário (distância percorrida por uma partícula numa enchente ou numa vazante) é da ordem dos 15 km. A circulação residual da água do estuário resulta do forçamento persistente do escoamento (e.g. descarga do rio) e dos processos não lineares (inércia) associados ao escoamento oscilatório, de maré. A velocidade permanente devida ao caudal do rio é relevante nos

canais estreitos mais próximos da embocadura dos rios. Globalmente a velocidade residual é gerada essencialmente pelos efeitos não lineares.

1.3.3.2. Dinâmica lagunar

Relativamente à dinâmica lagunar na RH5 cabe referir a lagoa de Albufeira que apresenta uma área de 1,3 km² com geometria alongada e com o eixo maior oblíquo relativamente à linha de costa, orientado Sudoeste-Nordeste. É formada por dois corpos lagunares principais ligados a um canal estreito, sinuoso e pouco profundo: a Lagoa Pequena, mais interior e menos profunda, e a Lagoa Grande, com uma profundidade máxima de cerca de 15 m. A lagoa está separada do oceano por uma barreira contínua ao longo de 1 200 m ancorada em ambas as extremidades a um litoral de arribas talhadas em terrenos Plio-quadernários. A barreira é formada por areias grosseiras, remobilizadas e transportadas em permanência pelas ondas do mar. No extremo Norte deste cordão estabeleceu-se uma duna frontal embrionária, colonizada por vegetação pioneira. Esta lagoa ocupa a região vestibular da ribeira da Apostiça, seu afluente principal. As restantes linhas de água são de menores dimensões e afluem exclusivamente à margem esquerda. A bacia hidrográfica drenante estende-se por 106 km². Com o intuito de melhorar a qualidade da água da Lagoa, uma barra de maré é aberta, periodicamente, por meios mecânicos e que fecha naturalmente algum tempo depois. O forte fluxo de descarga que se gera em baixa-mar, devido ao desnível existente entre as cotas dos planos de água lagunar e oceânico, rasga um canal amplo e profundo no cordão arenoso. Devido ao tipo de agitação marítima local, existe um fluxo de areias ao longo da praia, dirigido preferencialmente para Sul, que é responsável pela reconstrução da barreira quando nela se abre a barra de maré. Esta reconstrução faz-se por acreção na margem Norte e erosão na margem Sul do canal (Cruces *et al.*, 2010).

1.3.3.3. Dinâmica costeira

De acordo com o conteúdo geomorfológico presente, orientação e exposição, a faixa costeira abrangida pela bacia hidrográfica do Tejo pode ser dividida em três troços com características distintas e que condicionam os processos de transporte e distribuição sedimentar: Cabo da Roca ao Cabo Raso, Cabo Raso a São Julião da Barra, Trafaria ao Cabo Espichel.

O troço entre o Cabo da Roca e o Cabo Raso apresenta uma orientação geral Norte-Sul e desenvolve-se ao longo de aproximadamente 9 km, apresentando elevada exposição à agitação marítima proveniente de Oeste e Noroeste. A orientação do troço costeiro e o rumo de agitação predominante induz transporte sedimentar dirigido para Sul. Os valores de deriva residual potencial são dirigidos para Sul (Andrade *et al.*, 2009), sendo no entanto bastante superiores à estimativa da magnitude da deriva litoral calculada por Consulmar (2003) de 104 m³/ano, pelo que o potencial de transporte sólido das ondas é muito superior ao abastecimento sedimentar efectivo (baixa intensidade das fontes sedimentares terrestres), resultando numa situação de escassez de formas costeiras de acumulação, sendo as praias do Abano, Guincho e Cresmina os únicos areais com alguma expressão espacial neste troço.

O troço meridional entre o Cabo Raso e São Julião da Barra apresenta rumo geral de sudeste ao longo de 15 km até São Julião da Barra, sendo apenas perturbado pela baía de Cascais. As praias de enseada e de pequena dimensão, ocupam uma reduzida fracção do comprimento da linha de costa, sendo geralmente de areia, curtas, lateralmente descontínuas e com retenção sedimentar pequena, com excepção da praia de Carcavelos (Andrade *et al.*, 2010). A deriva litoral processa-se de Oeste para Este em consequência da direcção de propagação das ondas junto à costa, sempre de bandas do Sudoeste (independentemente do rumo de agitação ao largo) (Hidrotécnica Portuguesa, 1988). De acordo com Andrade *et al.* (2010), apenas um pequeno troço da praia de Carcavelos, imediatamente contíguo ao forte de São Julião da Barra, poderá ser atingido, embora em situações pouco frequentes, por agitação que provoque

localmente um transporte litoral no sentido Este-Oeste, associado a refração sobre o Cachopo Norte. De acordo com Hidrotécnica Portuguesa (1988), o transporte aluvionar longitudinal potencial é relativamente moderado, sendo o transporte longitudinal real apreciavelmente inferior ao potencial.

O troço costeiro que se estende desde a Trafaria ao Cabo Espichel, tem uma extensão de aproximadamente 30 km, estando localizado imediatamente a Sul da embocadura do estuário do Tejo, exibindo uma configuração planar arqueada de uma baía em situação de equilíbrio dinâmico, aberta a Oeste-Sudoeste no troço Norte, a Oeste no troço central e a Oeste-Noroeste no troço Sul. A região submarina apresenta uma batimetria complexa que denota a influência deposicional do Tejo e da geometria da costa imposta por duas extremidades rochosas fixas: o Cabo Espichel a Sul e os cabos da Roca e Raso a Norte. Entre as duas extremidades rochosas, o estuário do Tejo separa esta região em dois trechos de costa com características aluvionares diferentes: o troço S. Julião – Cascais, com orientação Este-Oeste, muito abrigado, essencialmente rochoso e deficitário em areia, e o troço Trafaria – Espichel, predominantemente arenoso e com praia contínua ao longo de praticamente toda a sua extensão (Pinto *et al.*, 2007).

Na embocadura do estuário existem formas aluvionares submersas como o “Cachopo do Norte” e o “Cachopo do Sul”, sobre o qual se encontra um complexo de barras de rebentação e de espalho que formam o “Banco do Bugio”, apresentando-se como barras lineares marginais do canal de vazante. De acordo com Oliveira (1992), estas estruturas têm importantes variações morfológicas desde o início do século passado, nomeadamente da sua posição, tendo-se verificado entre 1939 e 1985 um avanço de 700 m do Banco do Bugio para Norte e um avanço de 800 m para Sudeste (na direcção do eixo do canal) da extremidade livre do Cachopo Norte (Cabeça do Pato).

As condições de abrigo proporcionadas pelo Cabo Raso e Cabo da Roca e a configuração dos bancos do estuário do Tejo, condicionam a propagação da agitação marítima em águas pouco profundas, conduzindo a um padrão complexo de distribuição da altura, rumo e energia das ondas incidentes no troço Trafaria – Espichel e nos fundos adjacentes. Estas condicionantes induzem intensa difração e refração dos rumos ao largo rodados para Norte do Oeste, verificando-se por isso uma diminuição da densidade e fluxo de energia de Sul para Norte. Neste troço costeiro a agitação do quadrante sudoeste sofre refração sensivelmente uniforme em todo arco, atingindo-o com idêntica densidade de energia (Freitas *et al.*, 1993).

A dinâmica sedimentar é condicionada pelo sistema de correntes associado à propagação da agitação que interacciona com as correntes de maré. A generalidade dos trabalhos sobre o troço norte do arco Trafaria – Espichel aponta para uma deriva residual dirigida para norte (Freitas *et al.*, 1993).

1.4. GEOLOGIA E GEOMORFOLOGIA

1.4.1. Geologia

A RH5, do ponto de vista geológico, desenvolve-se sobre três grandes unidades morfo-estruturais: Maciço Antigo ou Hespérico, Orla Meso-Cenozóica Ocidental e Bacia Terciária Tejo-Sado. As formações mais antigas, ante-paleozoicas, constituídas por rochas metamórficas, têm pequena extensão e afloram especialmente em zonas de acidentes importantes ou no núcleo de estruturas anticlinais como é o caso da Formação de Mares no anticlinal de Estremoz.

No Maciço Antigo, predominam as rochas granitóides e os metassedimentos de uma unidade designada por Grupo das Beiras ou Complexo Xisto-Grauváquico das Beiras (CXG) que integram a Zona Centro-Ibérica. Os granitos, designados por “granitos hercínicos”, ocupam extensão significativa; trata-se de granitos monzoníticos, de grão grosseiro,



Mapa 13 – Carta geológica.

porfiróides, tardi-a pós-tectónicos e granitos e granodioritos porfiróides sin-tectónicos. Por vezes ocorrem granitos de duas micas e granitos gnaissóides. Os principais afloramentos situam-se na região de Castelo Branco, Covilhã e Guarda.

O CXG, apresenta uma fácies *flysch*, constituída essencialmente por xistos e grauvaques mas onde podem ocorrer ainda outras litologias: conglomerados, arenitos, calcários, etc. Sobre este complexo assentam em discordância numerosas dobras, geralmente sinclinais, alongadas Noroeste-Sudeste, constituídas por espessas bancadas de quartzitos da Formação dos Quartzitos Armoricanos a que se sobrepõem sequências, essencialmente, de xistos argilosos e grauvaques do Ordovícico e do Silúrico, podendo atingir o Devónico.

Estas unidades geológicas ocupam praticamente toda a área da RH5, na margem direita, estendendo-se desde a região de Abrantes-Tomar até ao limite Este da bacia, entre Castelo Branco e a Guarda. As rochas desta unidade, foram afectadas por metamorfismo, de grau variado, regional e/ou de contacto, ocorrendo corneanas, xistos mosqueados, xistos porfiroblásticos e outras rochas e minerais típicos do metamorfismo.

Quer as rochas magmáticas, quer as metassedimentares são intersectadas por numerosas falhas e filões. De acordo com Ribeiro *et al.*, (1979), podem ser distinguidos dois episódios de fracturação: no primeiro, a direcção de compressão máxima, aproximadamente Norte-Sul, originou dois sistemas de desligamentos conjugados, um sistema esquerdo, de direcção NNE-SSW a ENE-WSW e um sistema direito, de direcção NNW-SSE a NW-SE; no segundo, a compressão máxima é de direcção E-W, tendo afectado sobretudo o bordo ocidental do maciço. As falhas que afectam o soco hercínico sofreram vários episódios de reactivação, podendo algumas delas permanecer activas até à actualidade.

Na região a Este de Castelo Branco afloram um conjunto de sedimentos terciários, designados por Grupo da Beira Baixa, designação que veio substituir a de "Arcoses das Beiras". Esta unidade é constituída por depósitos de granulometria muito variada, com matriz fortemente argilosa, que podem atingir dimensões conglomeráticas. Têm espessura muito irregular, podendo ir dos 100 aos 250 metros.

Ainda integradas no maciço antigo, mas pertencendo à Zona de Ossa Morena afloram, na margem esquerda do Tejo, sequências de metassedimentos, de rochas metamórficas e de rochas eruptivas, que ocupam o Norte e o Nordeste alentejano. Esta zona distingue-se, da Zona Centro Ibérica, pela presença de maciços carbonatados (Escusa, Monforte e Estremoz) associados aos metassedimentos.

Regista-se igualmente uma maior variedade de tipos petrográficos nas rochas eruptivas; assim, além das rochas granitóides hercínicas, afloram outros granitos mais antigos (granitos de Portalegre) e maciços de rochas eruptivas básicas, (Monforte) praticamente ausentes na Zona Centro Ibérica.

Os terrenos que constituem a Orla Meso-cenozóica Ocidental depositaram-se numa bacia sedimentar, cuja abertura coincide com os primeiros estádios da abertura do Atlântico, a Bacia Lusitaniana. Esta, forma uma depressão alongada, com orientação NNE-SSW, onde os sedimentos acumulados, na zona axial, atingem cerca de 5 km de espessura.

A transição do Maciço Antigo para a Orla Ocidental, faz-se por uma depressão, mais ou menos contínua, desde Penela até às proximidades de Tomar, onde aflora a Formação dos Grés de Silves, depositada em discordância angular sobre o soco antigo. A esta formação, constituída essencialmente por arenitos e conglomerados de cor avermelhada, sobrepõe-se um complexo argilo-margoso, Formação das Margas da Dagorda, que tem incorporadas massas de gesso e sal-gema. As formações que se sucedem, de natureza calco-margosa, são constituídas por dolomias, calcários dolomíticos, calcários compactos, calcários margosos e margas pertencentes ao Jurássico Inferior.

No jurássico médio afloram calcários mais puros, compactos e bastante espessos, que constituem a estrutura principal das serras de Sicó, Alvaiázere, Maciço Calcário Estremenho e Montejunto. No seu conjunto constituem uma sequência muito espessa onde abundam calcários cristalinos, calcários oolíticos, calcários compactos, calcários dolomíticos e margosos. Sequências de margas e calcários margosos, com algumas intercalações de calcários betuminosos, marcam o início do Jurássico superior. Sobrepõe-se uma sequência de natureza detrítica de espessura considerável.

Parte da Orla Ocidental encontra-se coberta por depósitos detríticos, de origem continental, mais ou menos conglomeráticos, com algumas intercalações de argilas e margas que assentam, por vezes, em discordância sobre as formações jurássicas. Estes depósitos, de idade cretácica, afloram sobretudo na região de Ourém. Na região de Lisboa, apresentam diferenças significativas, nas suas características litológicas, com relativo desenvolvimento das litologias margosas e carbonatadas. Ainda nesta região ocorrem, com relativa extensão, escoadas de rochas eruptivas, de natureza basáltica, que cobrem as formações cretácicas, constituindo o Complexo Vulcânico de Lisboa.

A actividade tectónica na orla ocidental caracteriza-se pela presença de um conjunto de fracturas, com orientações várias que, no essencial, correspondem ao rejogo das fracturas tardi-hercínicas ao nível do soco. Deste modo verifica-se uma deformação, na cobertura, em dobras, dobras-falhas e falhas que delimitam blocos, no interior dos quais existem estruturas sub-tabulares ou dobras de grande raio de curvatura. As orientações principais da fracturação dominante são (Ribeiro *et al.*, 1979): NNE-SSW, ENE-SSW e NW-SE. A orientação NNE-SSW corresponde aos principais alinhamentos diapíricos, estilotectónico característico das orlas e também à direcção do contacto, por cavalgamento, do mesozóico, sobre a bacia terciária do Tejo-Sado. Alguns destes acidentes estão preenchidos por filões de rochas eruptivas básicas.

A Bacia Terciária do Tejo-Sado, corresponde a uma depressão, com orientação NE-SW, que se desenvolveu, enquadrada a Oeste e Noroeste pelas formações mesozóicas e a E-SE pelo substrato hercínico. A evolução geológica deu-se por enchimento, com depósitos paleogénicos, miocénicos e pliocénicos recobertos na maior parte da sua área por depósitos de terraços quaternários e aluviões recentes. Segundo alguns autores, (Ribeiro *et al.*, 1979), a espessura total destes depósitos pode atingir os 1400 metros.

O Paleogénico, de extensão reduzida, é constituído por arcoses, depósitos conglomeráticos, arenitos, argilitos e calcários margosos de origem continental.

O Miocénico apresenta uma alternância de depósitos continentais com depósitos marinhos. A norte de Vila Franca de Xira predominam os depósitos de origem continental, enquanto que na região do estuário se observam, “alternâncias de argilas, calcarenitos e areias”.

O Pliocénico, de natureza continental, é constituído, por areias, com intercalações de argilas. Os depósitos pliocénicos podem apresentar espessuras de cerca de três centenas de metros. Na margem direita as espessuras dos depósitos pliocénicos são bastante menores.

Os terraços (Plistocénico) são constituídos, na base, por seixos e calhaus a que se sobrepõe um complexo de areias e argilas. Têm grande expressão, na região da Golegã, Azinhaga e Pombalinho, na margem direita. Na margem esquerda, tem maior extensão, com largura de vários quilómetros, aflorando de forma quase contínua desde a Chamusca até ao estuário.

Os depósitos aluvionares (Holocénicos) são constituídos, na base, por seixos e calhaus a que se sobrepõem areias e argilas interstratificadas. A espessura, que pode atingir os 70 metros, próximo do estuário, vai diminuindo progressivamente para montante.

A Bacia Terciária do Tejo-Sado tem uma estrutura bastante simples, em que o seu enchimento se mantém praticamente sub-horizontal. As exceções encontram-se no contacto da margem direita em que o Maciço Calcário Estremenho, cavalga o enchimento terciário. Na margem esquerda observa-se uma transição muito suave entre a superfície da bacia e as formações do Maciço Antigo.

1.4.2. Geomorfologia

Do ponto de vista geomorfológico, a RH5 ocupa uma relevante posição, não só porque estabelece a ligação entre duas áreas do país com características físicas distintas (a área norte mais alta e acidentada comparativamente com a área sul), mas também porque possui a bacia sedimentar mais extensa do território nacional.

Na zona do Maciço Antigo assinala-se a presença de relevos acentuados, devido às acções tectónicas e às características litológicas. As regiões graníticas apresentam estruturas em “*horst*” e “*graben*” que correspondem aos relevos da Cordilheira Central. Na zona dos blocos levantados formam-se relevos vigorosos de vertentes abruptas, onde se situam as maiores altitudes em toda a bacia hidrográfica (Torre, 1991 m). Nas zonas de blocos abatidos formam-se extensas depressões, muitas vezes preenchidas por rochas detríticas terciárias, de que são exemplo as depressões da Cova da Beira e de Castelo Branco - Idanha. Nas formações xistentas desenvolveram-se intensos dobramentos, por vezes acompanhados de fracturação, o que, aliado às características de impermeabilidade dos materiais geológicos origina uma rede hidrográfica muito densa com os interflúvios dissecados pela erosão o que confere à paisagem um aspecto característico de “montículos de toupeira”. Em consequência as linhas de água tem traçados “dendríticos” e apenas nas regiões de alinhamentos estruturais apresentam traçados rectilíneos. Sobre estas superfícies, devido à sua litologia e às acções tectónicas que sobre elas actuaram, formaram-se um conjunto de relevos de dureza (cristas quartzíticas), com orientação Noroeste-Sudeste (orientação Alpina), que aparecem destacados na paisagem, até com alguma imponência, de que são exemplo as cristas quartzíticas de Penha Garcia, de Envendos, de Vila Velha de Ródão, de Marvão e de Castelo de Vide.

A morfologia da Orla Meso-cenozóica Ocidental está dependente da instabilidade tectónica e da grande variedade litológica. A tectónica diapírica favorece o aparecimento de dobras, em anticlinal, com maior ou menor raio de curvatura, no núcleo das quais afloram os calcários do *Dogger*. Deste modo as zonas de planaltos dos principais relevos são formas estruturais. A natureza carbonatada destas formações propicia, por dissolução dos calcários, o desenvolvimento do modelado cársico com as formas típicas de dolinas, uvalas e no caso em que se alia a tectónica e morfologia desenvolvem-se depressões fechadas, com vertentes majestosas, de que são exemplo os polje de Alvados e Minde no Maciço Calcário Estremenho. Esta morfologia cársica, com maior ou menor desenvolvimento, existe em todos os relevos calcários (Sicó -Alvaiázere, Maciço Calcário Estremenho e Serra de Montejunto).

A geomorfologia da Bacia Terciária do Tejo-Sado reflecte a sua estrutura, por isso, temos interflúvios com relevos quase planos, qualquer que seja a sua génese. Encontram-se ainda grandes extensões de terraços fluviais e planícies de inundação, em especial, no Baixo Tejo.

1.4.3. Hidrogeologia

A RH5 abrange três unidades hidrogeológicas, que coincidem com as três unidades morfo-estruturais indicadas anteriormente – Maciço Antigo, Orla Ocidental e Bacia do Tejo-Sado, tendo sido delimitadas 16 MA subterrânea. O Quadro 2.13 identifica as MA subterrânea, as suas áreas, o meio hidrogeológico e as suas formações aquíferas dominantes.

Quadro 2.13 – MA subterrânea abrangidas pela RH5.

Código da MA	Designação da MA	Formações aquíferas dominantes	Meio hidrogeológico	Área total (km ²)	Área incluída na RH5 (km ²)
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)	Fissurado	14628,13	14628,13
		Penha Garcia: Quartzitos (Ordovícico)	Fissurado		
		Serra de S. Mamede-Marvão-Portalegre: Quartzitos (Ordovícico e Silúrico)	Fissurado		
		Beira Baixa: Unidade Arenó-Conglomerática do Cabeço do Infante (Eocénico superior a Oligocénico); Unidade Arenosa de Silveirinha dos Figos (Miocénico).	Poroso		
		Serra de Ossa: Formação de Ossa (Câmbrico a Ordovícico).	Fissurado		
		Alter do Chão-Cabeço de Vide: Rochas intrusivas básicas e ultrabásicas de Alter do Chão.	Fissurado, Poroso		
		Montemor-o-Novo e Almansor: Tonalitos de Amoreira/Almansor; Complexo Gnaisso-Migmatítico de Montemor-o-Novo.	Fissurado, Poroso		
		Região de Nisa-Castelo de Vide: Granito de St ^o . António das Areias e de Nisa.	Fissurado, Poroso		
Região da S. da Estrela-S. de St ^o . António: Granito monzonítico de grão grosseiro; Granito alcalino de grão grosseiro; Granito de Atalaia	Fissurado, Poroso				
A2	Escusa	Calcários Dolomíticos de Escusa (Devónico médio)	Cársico	7,7	7,7
A3	Monforte – Alter do Chão	Calcários e Dolomitos cristalinos (Câmbrico inferior); Complexo Básico de Alter do Chão-Cabeço de Vide	Cársico, Fissurado	97,87	97,87
A4	Estremoz – Cano	Formação Dolomítica de Estremoz (Câmbrico); Formação Vulcano-Sedimentar de Estremoz (Mármore de Estremoz) (Ordovícico)	Cársico	202,1	149,1
		Calcários do Cano-Casa Branca (Pleistocénico)	Poroso		
A5	Elvas – Vila Boim ^(a)	Formação Carbonatada de Elvas (Câmbrico)	Cársico, Fissurado	113,2	12,6
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 detrítico-carbonatada (Cretácico); Conglomerados, arenitos e margas de Picheleiros; Calcários de Sra. das Necessidades (Paleogénico)	Poroso, Fissurado, Cársico	1371,2	1371,2
		Vale de Lobos: Arenitos de Vale de Lobos (Cretácico inferior)	Poroso		
		Arruda dos Vinhos: Camadas de Abadia; Complexo pterocariano incluindo as Camadas com Lima pseudo-alternicosta; Camadas corálicas de Amaral (Jurássico superior)	Poroso, Fissurado		
		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)	Poroso, Fissurado		
		Montejunto: Calcários do Batonian-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)	Fissurado, Cársico		
O9	Penela – Tomar ^(b)	Dolomitos, calcários e calcários dolomíticos (Liásico)	Cársico, Fissurado	244,79	93,6
O11	Sicó – Alvaiázere ^(b)	Calcários e dolomitos (Batoniano e Bajociano)	Cársico	331,55	191,6

Código da MA	Designação da MA	Formações aquíferas dominantes	Meio hidrogeológico	Área total (km ²)	Área incluída na RH5 (km ²)
O15	Ourém	Arenitos do Carrascal (Cretácico inferior); Complexo Carbonatado (Cenomaniano)	Poroso	315,54	256,0
O20	Maciço Calcário Estremenho ^(b)	Formações carbonatadas do Dogger e do Malm	Cársico	767,55	503,0
O26	Ota – Alenquer	Formação de Ota e Alenquer (Jurássico superior)	Cársico	9,38	9,38
O28	Pisões – Atrozela	Margo-calcários Xistosos, Calcários Nodulares de Farta Pão (Jurássico superior); Calcários e margas com A. lusitanica, M. purbeckensis e Trocholina incluindo os níveis de Calcários amarelo-nanquim (Cretácico inferior)	Cársico	22,09	16,4
T01RH5	Bacia do Tejo – Sado Indiferenciado da Bacia do Tejo	Níveis mais grosseiros, de cascalheiras, areias e arcoses do Cenozóico.	Poroso	926,29	926,29
T1	Bacia do Tejo - Sado / Margem Direita	Arenitos de Ota (Miocénico); Calcários de Almoester (Miocénico)	Poroso	1629,03	1628,70
T3	Bacia do Tejo-Sado / Margem Esquerda	Pliocénico; Arenitos de Ota, Série calco-gresosa marinha (Miocénico)	Poroso	6875,44	5355,85
T7	Aluviões do Tejo	Aluviões (Holocénico); Terraços fluviais (Plistocénico)	Poroso	1113,2	1113,2

^(a) MA subterrânea afectada à região hidrográfica do Guadiana

^(b) MA subterrânea afectada à região hidrográfica do Vouga, Mondego, Lis e Ribeiras do Oeste

Das 16 MA delimitadas, 13 foram identificadas por Almeida *et al.*, (2000) como sistemas aquíferos. As restantes, designadamente “Maciço Antigo Indiferenciado da Bacia do Tejo”, “Orla Ocidental Indiferenciado da Bacia do Tejo”, e “Bacia do Tejo-Sado Indiferenciado da Bacia do Tejo”, agregam todas as formações geológicas que não foram consideradas como sistemas aquíferos.

Na RH5 predominam as MA do tipo fissurado/poroso e poroso, ocupando no total cerca de 89% da área da região. O meio fissurado/poroso predomina nesta região hidrográfica, devido à extensa área ocupada pela MA Maciço Antigo Indiferenciado da Bacia do Tejo. Por outro lado, o meio poroso encontra-se associado principalmente às MA incluídas na Bacia do Tejo-Sado (Figura 2.9).



Mapa 14 – Massas de água subterrâneas .

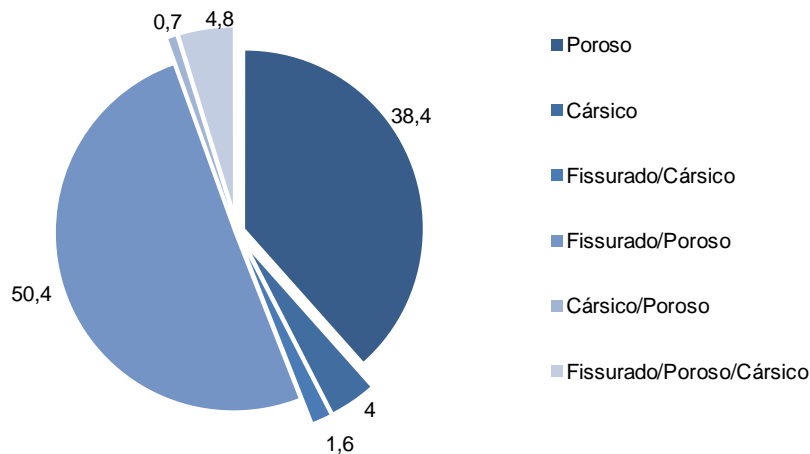


Figura 2.9 – Meios hidrogeológicos na RH5.

1.5. CARACTERIZAÇÃO SOCIOECONÓMICA⁵

A caracterização socioeconómica da RH5 é constituída por duas componentes principais – indicadores demográficos e sociais e características sectoriais e territoriais das actividades económicas – tendo para o efeito sido considerado os seguintes descritores:

- População residente e evolução populacional;
- distribuição da população residente;
- estrutura etária e das famílias;
- estrutura residencial (alojamentos);
- população flutuante;
- quadro social (nível de escolaridade, rendimento e poder de compra).
- PIB, VAB e PIB *per capita*;
- taxa de actividade e emprego por sectores de actividade;
- desemprego;
- estrutura empresarial.

No âmbito da presente caracterização socioeconómica foram ainda analisados em maior detalhe os sectores económicos utilizadores da água, tendo por base o documento metodológico disponibilizado pelo INAG⁶. Neste sentido, visou-se, entre outros indicadores, aferir o número de empresas, pessoal ao serviço, volume de negócios e VAB, exportações e balança comercial para os seguintes sectores:

- Agricultura;
- pecuária;
- indústria transformadora;
- alojamento turístico;
- golfe;
- produção da energia hidroeléctrica;
- pesca;

INDICADORES

Dimensão média família (2001): **2,6 indiv/família**

Alojamentos familiares clássicos (2001):

1 690 929 fogos, dos quais:

- residência habitual: **73,1%**
- vagos: **15,4%**
- uso sazonal: **11,5%**

Consumo de energia eléctrica (2007):

16 milhões GWh

População empregada total (2001):

1 566 554 habitantes, dos quais:

- sector primário: **2,7%**
- sector secundário: **25,9%**
- sector terciário: **71,4%**

N.º de desempregados (2010): **159 739 indiv.**

Superfície agrícola utilizada (1999): **1 140 463 ha**

Superfície irrigável (1999): **228 686 ha e 20,1% de**

Superfície Agrícola Utilizada

Superfície regada (1999): **145 160 ha e 12,7% de**

Superfície Agrícola Utilizada

Regadios Colectivos Tipo II (1999): **52 372 ha de**

área total (incluindo blocos actualmente em

exploração) e **21 605 ha de área regada**

Efectivo pecuário (1999): **2 008 402 efectivos**

(bovinos, suínos, ovinos e caprinos)

Indústria transformadora (2008): **18 359 empresas**

Pescado nos portos de desembarque (2009):

20 052 toneladas e 41,3 milhões €

Unidades de produção aquícola (2008): **24**

Empreendimentos turísticos classificados (2010):

661 empreendimentos e 61 272 camas

N.º de campos de golfe (2007): **20**

VAB (2007): **57 611 milhões €**

PIB *per capita* (2007): **19,3 milhares de €**

⁵ Ano de referência e fontes do quadro de indicadores: 2010 (IEFP – Concelhos, Estatísticas Mensais, Maio): número de desempregados; 2010 (Turismo de Portugal): empreendimentos turísticos classificados; 2009 (INE – Estatísticas da Pesca): produção de pescado nos portos de desembarque; 2008 (INE – Anuários Estatísticos): número de empresas de indústria transformadora; 2007 (INE – Anuários Estatísticos): valor acrescentado bruto (VAB); consumo de energia eléctrica; 2001 (INE – Anuários Estatísticos e Recenseamento Geral da População e Habitação): população residente segundo o nível de escolaridade; dimensão média da família; alojamentos familiares clássicos; população empregada por sector de actividade; 1999 (INE – Recenseamento Geral da Agricultura): superfície agrícola utilizada; superfície regada; efectivo pecuário.

⁶ Instituto da Água, I.P. – Planos de Gestão de Região Hidrográfica, Análise económica das utilizações da água – lista de verificação dos principais indicadores, Julho 2010.

- aquicultura;
- extracção de inertes em domínio hídrico.

A análise foi elaborada principalmente com base na seguinte informação disponibilizada pelo Instituto Nacional de Estatística (INE):

- Recenseamento Geral da População e da Habitação de 2001 tendo por referência a Base Geográfica de Referenciação da Informação (BGRI);
- Anuários Estatísticos Regionais de 2003, 2008 e 2009⁷ (recorrendo aos anos intermédios sempre que dado indicador não se encontrar nos Anuários Estatísticos dos anos indicados);
- outras publicações estatísticas sectoriais, como as Estatísticas da Pesca, Estatísticas Agrícolas, Contas Económicas da Agricultura e o Recenseamento Geral da Agricultura.

Foram ainda utilizadas outras estatísticas sectoriais produzidas pelo Ministério do Trabalho e Solidariedade Social, Turismo de Portugal e Direcção Geral de Energia e Geologia.

Importa referir que no âmbito do PGRH Tejo não foi possível utilizar os dados referentes aos Censos 2011, dado que à data de elaboração do Plano estes ainda não se encontravam disponíveis.

Do mesmo modo, a utilização do Recenseamento Geral da Agricultura de 1999 justifica-se pelo facto de à data da elaboração desta caracterização socio-económica, não se encontrarem ainda disponíveis os resultados do Recenseamento Agrícola de 2009.

A informação de base encontra-se, maioritariamente, desagregada ao nível da sub-secção estatística ou do concelho, tendo sido agregada e trabalhada por MA, sub-bacia ou região hidrográfica, através da aplicação do coeficiente de afectação da população das unidades de referenciação geográfica de base abrangidas pelos limites das MA, das sub-bacias ou da região hidrográfica. Com base na agregação da informação que foi associada às MA, às sub-bacias ou à região hidrográfica, procedeu-se, então ao cálculo dos indicadores.

Nos casos em que a informação de base corresponde a índices ou outros valores não absolutos, como é o caso do ganho médio mensal dos trabalhadores por conta de outrem e poder de compra *per capita*, procedeu-se também à sua ponderação face à população abrangida de cada concelho em 2001 (ano utilizado para a determinação do coeficiente de afectação da população por concelho).

Na análise dos sectores económicos utilizadores de água, foram utilizadas diferentes metodologias de cálculo, tendo em muitos casos sido utilizadas ponderações e/ou valores médios referentes ao comportamento nacional. Procurou-se assim dar resposta às lacunas de informação identificadas na resposta à desagregação de indicadores e sectores económicos solicitada no documento metodológico disponibilizado pelo INAG.

Neste contexto, optou-se por apresentar a análise dos sectores económicos quase exclusivamente ao nível da região hidrográfica, enquanto as análises anteriores são apresentadas sempre que possível para o conjunto da região hidrográfica e por sub-bacia.

A aplicação da metodologia de caracterização socioeconómica anteriormente apresentada permitiu alcançar os resultados apresentados de seguida (Quadro 2.14 a 2.16).

⁷ O Anuário Estatístico Regional de 2009 corresponde ao ano mais recente disponibilizado pelo INE à data da elaboração da caracterização – ano de publicação: 2010.

A população residente na RH5 representa quase 35% da população residente no Continente, situando-se, de acordo com as estimativas do Instituto Nacional de Estatística (INE), nos 3 485 816 habitantes em 2008.

A evolução desde o anterior recenseamento (2001) traduz-se num crescimento populacional modesto para a região (apenas ligeiramente superior à média nacional), que se encontra fortemente marcada pela presença de uma estrutura demográfica envelhecida.

A vulnerabilidade social da população residente na RH5, analisada em termos de desemprego em 2010, encontra-se representada um total de 159 739 desempregados, cerca de 30% do desemprego do Continente.

No que concerne ao nível de vida na RH5, representado pelo poder de compra *per capita* e o ganho médio mensal dos trabalhadores por conta de outrem, verifica-se que é superior à média nacional e do Continente.

Também o Produto Interno Bruto (PIB) *per capita* da região hidrográfica, na ordem dos 19,3 milhares de euros, é superior ao correspondente valor ao nível nacional e do Continente.

O Valor Acrescentado Bruto (VAB) estimado para a região é de 57,6 mil milhões de euros, cerca de 43% do Continente. Esta importância é acompanhada em termos da representatividade do tecido empresarial e emprego, estimando-se que, em 2008, se encontravam sedeadas na região 388 907 empresas, com mais de 1,5 milhões de indivíduos ao serviço. Verifica-se um predomínio do comércio e serviços em toda a região hidrográfica, sendo que o peso da região hidrográfica no Continente é, de um modo geral, muito representativo em todos os ramos de actividade.

Quadro 2.14 – Indicadores demográficos e sociais.

Indicadores demográficos e sociais	2001	2008	Varição
População residente (hab.)	3 372 180	3 485 816	3,4
Densidade populacional (hab./km ²)	135	139	-
População flutuante (hab. equivalentes)	-	87 411	-
Nível de escolaridade (%):			
Nenhum	23,4	-	-
Ensino Básico	52,3	-	-
Ensino Médio e Secundário	15,2	-	-
Ensino Superior	9,0	-	-
População empregada (ind.)	1 566 554	-	-
Taxa de actividade (%)	50,2	-	-
População desempregada (ind.)	124 871	159 739 ¹	27,9
Taxa de desemprego (%)	7,4	-	-
PIB (Milhões €)	-	67 214 ²	-
Alojamentos familiares clássicos (n.º)	1 690 929	-	-
Total de empresas (n.º)	-	388 907	-

Notas:

¹ Maio 2010

² 2007. Calculado com base na atribuição, aos concelhos total ou parcialmente abrangidos pela RH5, do PIB e VAB das NUTS III respectivas, ponderados com base na proporção de cada concelho no tecido empresarial das NUTS III e no coeficiente de afectação da população à RH5. O PIB per capita foi calculado a partir da relação do PIB estimado com a população residente em 2008 na região hidrográfica.

Fonte:

INE – Recenseamento Geral da População e da Habitação - BGRI, 2001

INE – Anuários Estatísticos Regionais - Centro, Lisboa e Alentejo, 2008

IEFP – Concelhos - Estatísticas Mensais, Maio 2010

Na agricultura (produção vegetal), principal sector consumidor de água, a RH5 representa cerca de 27% do emprego e do VAB nacional, enquanto na pecuária o peso da região hidrográfica ultrapassa os 30%. Nos restantes usos

consumptivos – a indústria transformadora, golfe e hotelaria – o peso da região hidrográfica face ao Continente também ultrapassa em todos os casos os 20%.

A importância da produção vegetal em termos de necessidades de água encontra-se intimamente ligada à agricultura de regadio, sendo que a superfície irrigável da RH5 corresponde a 20% da Superfície Agrícola Utilizada (SAU), enquanto a área efectivamente regada corresponde a 12,7% da SAU da região. São identificados sete regadios colectivos grupo II na RH5, que ocupam uma área total de 52 372 ha (incluindo blocos actualmente em construção) e que totalizavam 21 605 ha de área regada (dados de 2008).

Quadro 2.15 – Indicadores por Sector de Actividade principal utilizador de água, 2008.

Região Hidrográfica	Agricultura ¹	Pecuária ¹	Indústria Transformadora ²	Alojamento Turístico ³	Golfe ⁴	Produção de energia hidroeléctrica ⁵	Pescas ⁶	Aquicultura ⁷	Extracção de inertes em domínio hídrico ⁸
N.º de empresas/ estabelecimentos / infra-estruturas	2 101 empresas	757 empresas	18 359 empresas	661 empreendimentos turísticos	20 campos de golfe	20 instalações	836 empresas	24 unidades de produção	140 pontos de extracção licenciados
Pessoal ao serviço	9 028	4 074	168 968	10 250	600	45	1 914	86	-
VAB (€)	352 502 141	348 739 076	4 010 018 330	219 031 259	44 000 000	19 739 604	28 279 105	40 090	-
Produtividade aparente do trabalho (€ VAB/trabalhador)	39 046	85 598	23 732	21 369	73 333	442 208	14 772	469	-
Volume de negócios (€)	932 074 450	922 124 279	31 960 316 990	445 368 290	74 430 420	358 497 846	55 804 129	1 406 584	3 263 719
Produtividade económica da água (VAB €/m ³)	0,4	47,9	46,9	82,3	7,9	-	-	-	-

Fonte:

INE – Recenseamento Geral da População e da Habitação - BGRI, 2001

INE – Anuários Estatísticos Regionais - Centro, Lisboa e Alentejo, 2008

INE – Contas Económicas da Agricultura 1980-2009

MTSS – Quadros de Pessoal, 2008

Turismo de Portugal - Informação georeferenciada relativa aos empreendimentos turísticos classificados e previstos, 2010

Turismo de Portugal - Matriz de campos de golfe

INE - Base de dados *online* do sítio do INE

INE - Estatísticas Agrícolas, 2009

INE - Estatísticas da Pesca, 2009

DGEG - Estatísticas-Pedreiras-Produção Anual, 1994-2007

DGEG - Produção/ Consumos, 1994-2009

DGEG - Renováveis - Estatísticas Rápidas, Agosto/Setembro 2010

DGEG - Potência instalada nas Centrais Produtoras de Energia Eléctrica, 1995-2009

Notas:

¹ A disponibilização do emprego e das empresas pelo MTSS inclui uma classe referente à Agricultura e Produção Animal Combinadas, tendo sido distribuída pelas classes Agricultura (Produção Vegetal) e Produção Animal na mesma proporção que a apresentada à partida por aquelas duas classes. Os valores referentes à RH5 foram obtidos através da ponderação com base no coeficiente de afectação da área dos concelhos. O VAB é disponibilizado nas Contas Económicas da Agricultura apenas para o total nacional do Ramo Agrícola, tendo sido distribuído pelas outras classes a nível nacional na mesma proporção que a Produção. A Produção e o VAB da RH5 foram calculados através da atribuição da mesma proporção do emprego da região a nível nacional.

² O tecido empresarial, emprego e volume de negócios da indústria transformadora encontra-se disponível por concelho para 2008 na CAE Rev3, tendo sido adoptado o mesmo ano de referência e a mesma classificação das actividades económicas na aquisição dos referidos indicadores e do VAB para o Continente e nível nacional. Todavia, ressalva-se que os valores relativos ao pessoal ao serviço e volume de negócios encontram-se subestimados, na medida em que vários concelhos apresentam valores confidenciais. O VAB foi obtido através da aplicação, para cada tipo de indústria, do valor médio do VAB por pessoal ao serviço de Portugal (os valores respeitantes ao Continente são confidenciais para a maioria das CAE da indústria transformadora).

³ O pessoal ao serviço, volume de negócios e VAB do Alojamento para a RH5 foi estimado a partir dos valores médios por cama turística calculados para o Continente.

⁴ O emprego, volume de negócios e VAB do golfe foi calculado com base no número de campos de golfe considerando a avaliação do impacto económico da indústria do Golfe a nível nacional, apresentada pelo Turismo de Portugal (Caracterização geral da oferta de Golfe em Portugal, http://www.turismodeportugal.pt/Portugu%C3%AAs/ AreasActividade/ProdutoseDestinos/Documents/ Doc2_CaracterizacaoGolfePortugal.pdf, acedido em 03.11.2010.) e num estudo da Universidade do Algarve (Correia, A.; Martins, V., Competitividade Eficiência na Indústria do Golfe: O Caso do Algarve, http://www.apdr.pt/siteRPER/numeros/RPER07/art_5.pdf, acedido em 03.12.2010).

⁵ O emprego, VAB e volume de negócios na região hidrográfica foi estimado a partir dos valores nacionais, considerando o mesmo contributo da região em termos da potência instalada para a produção de electricidade de energia hídrica a nível nacional.

⁶ O número de empresas, o emprego e o volume de negócios encontra-se disponível para o conjunto da Pesca e Aquicultura por concelho para 2008, tendo, dada a especificidade desta actividade económica, sido utilizados os valores totais dos concelhos, sem ponderação pelo coeficiente de afectação da população. Foi utilizado o mesmo ano de referência na aquisição dos referidos indicadores e do VAB para o Continente e Portugal. Nestas escalas encontram-se já disponíveis os mesmos indicadores para a Pesca e Aquicultura individualmente. Para a obtenção do número de empresas e emprego desagregado para a Pesca (sem Aquicultura), recorreu-se à aplicação da mesma proporção que a Pesca apresenta nos Quadros de Pessoal do Ministério do Trabalho e Solidariedade Social face ao total de Pesca e Aquicultura. O VAB e o volume de negócios para a Pesca Total da RH5 foram determinados através aplicação da média do Continente do volume de negócios e do VAB pelo pessoal ao serviço. No caso do volume de negócios para o conjunto da Pesca e Aquicultura, este é também disponibilizado por concelho. Ressalva-se que os totais de pessoal ao serviço e volume de negócios da Pesca e Aquicultura da RH5 encontram-se subestimados, na medida em que os valores de vários concelhos são confidenciais.

⁷ O emprego na RH5 foi determinado com base no valor médio de empregados por empresa de aquicultura, aquicultura em águas salgadas e salobras e aquicultura em águas doces, determinado a partir dos Quadros de Pessoal do Ministério do Trabalho e Solidariedade Social. O volume de negócios e o VAB da Aquicultura da RH5 foram determinados através aplicação da média do Continente do volume de negócios e do VAB pelo número de empresas, ao número de unidades de produção na RH5 (valor base disponível para a caracterização do sector).

⁸ O valor produzido foi estimado com base num preço médio de venda de 5€/m³ obtido no Plano Específico de Gestão de Extracção de Inertes no Domínio Hídrico do Rio Tejo do Laboratório Nacional de Engenharia Civil (LNEC).

A análise por sub-bacias salienta diferenças na área da região hidrográfica, revelando uma certa diferenciação litoral-interior ao nível do comportamento demográfico, social e económico.

As sub-bacias abrangidas pela área metropolitana de Lisboa, com as maiores concentrações populacionais, de empresas e rendimentos, e, também, com um comportamento mais favorável nos indicadores sociais, contrastam com as sub-bacias mais a montante, com densidades populacionais reduzidas, que apresentam as maiores perdas demográficas e índices de envelhecimento superiores a 300, bem como as mais reduzidas taxas de actividade, níveis de rendimento e poder de compra.

Quadro 2.16 – Características gerais socioeconómicas das sub-bacias.

Sub-bacias	Pop. residente (hab.)	Densidade populacional (hab./km ²)	Varição populacional (%)	Índice de Envelhecimento *	População flutuante (habitantes equivalentes)	Ganho médio mensal dos trabalhadores (€)	Poder de compra per capita (€)	Taxa de actividade (%)	População empregada no sector terciário (%)	N.º de empresas
Rio Erges	1 864	3	-13,3	414	145	677	58,0	30,9	55,1	122
Ribeira do Aravil	1 309	3	-9,6	578	105	715	71,9	22,8	31,0	101
Rio Pônsul	24 834	19	-8,0	318	1 025	710	71,8	36,8	51,4	1 988
Rio Ocreza	46 772	33	-4,7	230	1 274	759	86,4	42,3	58,7	4 388
Rio Zêzere	259 902	52	-2,5	183	8 648	731	72,1	41,6	53,2	23 619
Rio Almonda	38 611	181	2,0	143	371	846	91,9	47,0	67,1	3 412
Rio Alviela	45 169	93	2,6	157	854	823	79,8	47,0	48,3	4 708
Rio Maior	105 612	114	3,4	133	1 116	909	95,9	48,3	62,5	9 507
Rio Alenquer	31 564	110	18,3	149	356	947	93,4	47,8	55,3	2 613
Rio Grande da Pipa	20 031	169	18,4	131	204	883	91,4	49,7	61,4	2 010
Rio Trancão	320 559	1 148	6,3	74	2 851	988	117,6	54,7	74,5	34 482
Grande Lisboa	802 174	4 665	5,7	100	17 522	1 248	149,6	53,8	77,8	97 081
Rio Sever	7 009	23	-9,1	290	355	685	64,1	39,6	66,7	525
Ribeira de Nisa	4 956	19	-10,4	248	144	761	83,3	40,3	68,7	442
Vala de Alpiarça e Ribeira de Ulme	33 291	73	2,6	169	157	777	78,2	48,6	54,7	2 735
Ribeira de Muge	13 448	19	1,9	192	94	793	77,9	47,6	35,6	1 078
Ribeira de Magos	18 279	91	2,4	149	195	795	78,0	48,2	54,0	1 464
Rio Sorraia	153 099	20	-2,7	194	2 505	804	84,7	45,3	58,8	13 335
Tejo Superior	66 158	32	-7,2	217	1 461	828	81,6	43,2	61,4	5 143
Tejo Inferior	53 348	98	6,1	160	574	860	93,2	45,6	71,7	4 632
Estuário	1 206 889	886	2,6	130	32 510	1 123	147,2	50,7	74,4	144 948
Ribeiras Costeiras do Sul	14 594	137	39,1	86	1 668	839	100,8	50,9	63,8	1 426
Água Costeira do Tejo	216 345	1 414	10,5	110	13 275	1 065	149,0	53,1	78,6	29 145
Total	3 485 816	139	3,4	129	87 411	1 046	127,1	50,2	71,4	388 907

Ano de referência e fontes: 2008 (INE – Anuários Estatísticos): população residente; densidade populacional; número de empresas, população flutuante. 2007 (INE – Anuários Estatísticos): ganho médio mensal dos trabalhadores por conta de outrem; poder de compra *per capita*. 2001 (INE – Recenseamento Geral da População e Habitação): índice de envelhecimento; taxa de actividade; população empregada no sector terciário. 2001- 2008 (INE – Recenseamento Geral da População e Habitação e Anuários Estatísticos): variação populacional.)

1.6. SOLOS E ORDENAMENTO DO TERRITÓRIO

1.6.1. Solos

A abordagem desenvolvida neste âmbito teve como objectivos, caracterizar os solos e identificar e cartografar as unidades pedológicas presentes na RH5, de acordo com a classificação dos solos do ex-Serviço de Reconhecimento e Ordenamento Agrário (SROA) (1970, 1973) cuja cartografia foi fornecida pela Direcção Geral de Agricultura e Desenvolvimento Rural (DGADR) incluindo a descrição de cada uma das unidades pedológicas aflorantes e a análise espacial da sua distribuição por sub-bacia. Nos casos em que a DGADR não dispunha a cartografia dos solos, optou-se por determinar a associação do tipo de solo da classificação dos solos do SROA (1970, 1973) com a interpretação da geologia, com base nos elementos disponíveis na respectiva Carta Geológica, à escala 1:500 000. Ou seja, a cada tipo de solo ou a cada formação geológica foi feita a correspondência com a classificação do tipo de solos do SROA (1970, 1973).

A caracterização dos solos compreendeu também, a elaboração da Carta de Condutividade Hidráulica dos solos que foi feita a partir da correspondência com as classes de solos e a análise gráfica da distribuição espacial dos valores obtidos por sub-bacia. Por fim, foi também analisada a Carta de Erodibilidade dos Solos.

Com a aplicação desta metodologia verificou-se que, os solos mais representativos na região de acordo com a ordem da classificação de SROA (1970, 1973), são os Solos Litólicos, os Solos Incipientes, os Solos Argiluvitados Pouco Insaturados, os Afloramentos Rochosos e os Solos Podzolizados (Quadro 2.17).

Existe também uma associação evidente entre as formações geológicas associadas a cada unidade morfo-estrutural em que se divide a RH5: Maciço Antigo, Orla Meso-Cenozóica Ocidental e Bacia Terciária do Tejo-Sado, os tipos de solos e os valores de condutividade hidráulica que foram aferidos a partir de cada tipo de solo.

Quadro 2.17 – Solos na RH5, por ordem e subordem da classificação do SROA (1973) e respectivas percentagens de distribuição pela área de estudo.

Ordem	Subordem e respectivas percentagens	Descrição
Solos litólicos	Litólicos húmidos (1%) Litólicos não húmicos (31%)	Solos pouco evoluídos, de rochas não calcárias (também designados por Combissolos)
Solos Incipientes	Litossolos (14%) Regossolos (5%) Aluviosolos (5%)	Solos em formação constituídos pela rocha desagregada. - Derivam de rochas consolidadas. Sujeitos a erosão forte. - Formam-se de rochas não consolidadas. - Formam-se nas aluviões.
Solos Podzolizados	Podzóis (9%) Podzóis hidromórficos (<1%)	Solos evoluídos com horizonte eluvial A2 ^{oo} nítido.
Solos Argiluvitados/ Argilosos Pouco Insaturados	Mediterrâneos Pardos (9%) Mediterrâneos vermelhos ou amarelos (8%)	Solos evoluídos em que o horizonte B apresenta um grau de saturação superior a 35%.
Solos Calcários	Calcários pardos (<1%) Calcários vermelhos (3%)	Solos pouco evoluídos, formados em terrenos calcários
Barros	Barros pretos (1%) Barros castanho-avermelhados (1%)	Solos evoluídos de natureza argilosa, com abundante montmorilonite (também designados de Vertissolos)

1.6.2. Ocupação do solo

No que concerne à ocupação do solo, foi analisada a carta CORINE Land Cover (CLC) 2006 que permitiu identificar e caracterizar os usos e ocupações do solo de cada sub-bacia naquele ano. No entanto, para aferir as principais tendências e evolução da ocupação do solo nas sub-bacias foi analisada a carta a CLC 2000, que permitiu realizar uma análise comparativa entre 2000 e 2006.

A cartografia de ocupação do solo da carta CLC considera três níveis diferentes de agregação de classes de ocupação do solo tendo sido desenvolvida com o objectivo de representação à escala 1:100 000. A área mínima cartográfica para o ano 2000 é de 25 ha, e para o ano de 2006, é entre 5 a 25 ha. Apesar destes pressupostos, esta base constitui a aproximação à realidade que melhor se enquadra na escala no âmbito do presente Plano.

Concluiu-se que, a ocupação do solo ao nível da RH5, realizada com base na CLC 2000 e 2006, revela um predomínio actual das áreas de florestas e meios naturais e seminaturais, e de áreas agrícolas e agro-florestais, que representam, respectivamente aproximadamente 50% e 40% da área total desta região hidrográfica. As sub-bacias onde os territórios artificializados têm maior preponderância estão geograficamente mais próximas da área metropolitana de Lisboa. Contrariamente, as sub-bacias onde as zonas artificializadas apresentam valores mais baixos, localizam-se na zona centro interior do país, onde se verifica que esta classe representa, em termos médios, cerca de 1%. No Quadro 2.18 apresenta-se, para cada sub-bacia, a variação percentual da área ocupada por cada classe de ocupação do solo entre 2000 e 2006 em ha ([A]), a ocupação em 2006 em ha ([B]) e a representatividade da classe de ocupação face à área da sub-bacia em percentagem ([C]).

Quadro 2.18 – Resumo da ocupação do solo por sub-bacia da RH5.

Sub-bacia	Classes de ocupação do solo														
	Territórios artificializados			Áreas agrícolas e agro-florestais			Florestas, meios naturais e seminaturais			Zonas húmidas			Corpos de água		
	[A]	[B]	[C]	[A]	[B]	[C]	[A]	[B]	[C]	[A]	[B]	[C]	[A]	[B]	[C]
Rio Erges	0	31,38	0,05	141,96	17 676,73	29,84	-141,96	41 521,84	70,09	0	0	0	0	0	0
Ribeira do Aravil	0	8,88	0,02	-307,26	24 084,94	56,43	307,26	18 539,30	43,43	0	0	0	0	50,5	0,12
Rio Pônsul	67,25	751,25	0,58	-271,29	73371	56,62	204,04	54951,94	42,41	0	0	0	0	499,38	0,39
Rio Ocreza	139,65	1 325,80	0,93	-258,01	45 778,36	32,03	118,36	94 954,82	66,43	0	0	0	0	882,96	0,62
Rio Zêzere	483,13	7 423,50	1,48	-765,97	127 137,55	25,28	242,62	363 218,79	72,23	0	0	0	40,22	5 092,60	1,01
Rio Almonda	21,75	1 448,12	6,8	-39,69	17 275,05	81,18	17,94	2 353,64	11,06	0	200,95	0,94	0	3,43	0,02
Rio Alviela	8,85	2 572,69	5,33	-57,8	29 157,84	60,36	48,95	16 560,10	34,28	0	0	0	0	17,5	0,04
Rio Maior	183,17	5 498,26	5,96	-289,06	53 588,60	58,07	105,89	33 190,95	35,97	0	0	0	0	7,5	0,01
Rio Alenquer	109,64	1 691,50	5,89	-114,67	18 272,23	63,58	5,03	8 769,77	30,51	0	0	0	0	7,69	0,03
Rio Grande da Pipa	73,55	531,33	4,49	-73,55	11 026,13	93,14	0	280,4	2,37	0	0	0	0	0	0
Rio Trancão	634,52	6 582,81	23,59	-367,2	14 944,88	53,56	-267,32	6 372,93	22,84	0	0	0	0	0	0
Grande Lisboa	566,31	11 838,59	68,85	-284,27	3165,71	18,41	-282,04	2191,40	12,74	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
Rio Sever	8,32	197,04	0,64	64,06	11 364,26	36,66	-72,38	19 373,63	62,50	0,00	0,00	0,00	0,00	54,50	0,18
Ribeira de Nisa	0	69,55	0,26	-123,02	12 328,67	46,67	123,02	13 793,33	52,22	0	0	0	0	223,07	0,84
Vala de Alpiarça e Rib. Ulme	78,65	1 156,60	2,53	-186,69	20 689,63	45,24	88,59	23 732,21	51,9	19,44	117,85	0,26	0	31,95	0,07
Ribeira de Muge	38,65	307,4	0,44	-280,2	20 333,38	28,92	241,56	49 596,01	70,54	0	0	0	0	74,6	0,11
Ribeira de Magos	87,14	371,7	1,85	101,48	9 354,31	46,66	-188,62	10 110,21	50,43	0	0	0	0	211,03	1,05
Rio Sorraia	1 236,20	6 940,06	0,91	-8 807,35	452 872,86	59,5	7238,98	296 825,76	39	0	0	0	332,17	4 474,89	0,59
Tejo Superior	57,19	2 875,19	1,38	-1 039,90	70 437,30	33,7	982,71	133 309,10	63,78	0	0	0	0	2 398,42	1,15
Tejo Inferior	157,57	2 065,07	3,78	-61,6	31 391,19	57,46	-95,97	17 917,81	32,8	0	31,35	0,06	0	3 221,48	5,9
Estuário	1 803,91	28 587,68	23,53	-1 072,48	61 322,46	50,48	-731,43	29 155,92	24	6,01	1 891,17	1,56	-6,01	527,06	0,43
Água Costeira do Tejo	413,56	6 334,29	41,50	-335,94	4253,22	27,86	-77,62	4 571,86	29,95	0,00	0,00	0,00	0,00	105,67	0,69
Ribeiras Costeiras do Sul	477,54	1 550,28	14,57	-446,38	1578,61	14,84	-31,16	7 323,03	68,85	0,00	51,87	0,49	0,00	133,15	1,25
TOTAL	3 606,44	21 991,69	215,36	-5 027,58	82 368,53	1076,49	7836,45	6 9318,63	990,33	25,45	402,02	3,31	366,38	2 829,98	14,50

1.6.3. Ordenamento do território

No que refere ao ordenamento do território, foram identificados os diferentes níveis hierárquicos dos instrumentos de gestão territorial (IGT) com incidência na região hidrográfica, englobando os principais planos de âmbito nacional, regional e municipal. Pretendeu-se, assim, identificar o conjunto de planos que estabelece o quadro normativo e estratégico do modelo de desenvolvimento e ordenamento do território da área da região hidrográfica, procedendo-se à caracterização dos principais instrumentos de âmbito nacional e regional.

Foi, também, efectuada uma análise da distribuição espacial dos usos previstos em sede de planos municipais de ordenamento do território, baseada na informação constante nos Anuários Estatísticos Regionais de 2008, do INE, onde se apresentam dados referentes aos usos do solo identificados nos PMOT, aos quais se aplicou um coeficiente de afectação de área face à área do concelho abrangida por cada sub-bacia pertencente à RH5, face à ausência de informação relevante, tal como a Carta do Regime de Uso do Solo (CRUS) do Continente, em formato vectorial.

Desta forma, verificou-se que, o modelo de desenvolvimento e ordenamento do território da área da RH5 é estabelecido por um conjunto de IGT, de âmbito nacional (Programa Nacional da Política de Ordenamento do Território, planos sectoriais com incidência territorial e planos especiais de ordenamento do território – PEOT), regional (planos regionais de ordenamento do território – PROT) e municipal (planos municipais de ordenamento do território – PMOT), os quais se identificam no Quadro 2.19.

Para além dos IGT em vigor na área de abrangência da RH5 considera-se de destacar que se encontra em curso o prevista: a elaboração do Plano Nacional da Água 2010, a elaboração do Plano de Ordenamento do Estuário do Tejo, a revisão dos Planos de Ordenamento da Orla Costeira e a alteração ao Plano Regional de Ordenamento do Território da Área Metropolitana de Lisboa. Importa ainda referir que foi efectuada uma análise ao Plano Estratégico Nacional do Turismo dada a relevância para a região, nomeadamente como documento estratégico orientador.

Quadro 2.19 – Instrumentos de gestão territorial, de âmbito nacional e regional com incidência na RH5.

Instrumento de Gestão Territorial
ÂMBITO NACIONAL
Programa Nacional de Política de Ordenamento do Território
Planos Sectoriais de Ordenamento do Território
Plano Nacional da Água; Plano de Bacia Hidrográfica do Tejo, Plano Sectorial da Rede Natura 2000, Plano Regional de Ordenamento Florestal da Beira Interior Norte, Plano Regional de Ordenamento Florestal da Beira Interior Sul, Plano Regional de Ordenamento Florestal do Pinhal Interior Norte, Plano Regional de Ordenamento Florestal do Centro Litoral, Plano Regional de Ordenamento Florestal do Oeste, Plano Regional de Ordenamento Florestal da Área Metropolitana de Lisboa, Plano Regional de Ordenamento Florestal do Ribatejo, Plano Regional de Ordenamento Florestal do Alto Alentejo, Plano Regional de Ordenamento Florestal do Alentejo Central; Plano Rodoviário Nacional.
Planos Especiais de Ordenamento do Território
Plano de Ordenamento da Orla Costeira Cidadela – Forte de São Julião da Barra, Plano de Ordenamento da Orla Costeira Sintra – Sado, Plano de Ordenamento das Albufeiras de Cabril, Bouçã e Santa Luzia, Plano de Ordenamento da Albufeira de Castelo do Bode, Plano de Ordenamento da Albufeira de Idanha, Plano de Ordenamento das Albufeiras de Santa Águeda e Pisco, Plano de Ordenamento da Albufeira de Póvoa e Meadas, Plano de Ordenamento da Albufeira de Maranhão, Plano de Ordenamento da Albufeira do Divor, Plano de Ordenamento da Albufeira de Montargil, Plano de Ordenamento da Albufeira da Apartadura, Plano de Ordenamento da Albufeira do Gameiro, Plano de Ordenamento da Albufeira de Magos, Plano de Ordenamento do Albufeira da Cova do Viriato, Plano de Ordenamento do Parque Natural da Serra da Estrela (Revisão), Plano de Ordenamento do Parque Natural de Sintra – Cascais, Plano de Ordenamento da Paisagem Protegida da Arriba Fóssil da Costa da Caparica; Plano de Ordenamento do Parque Natural das Serras de Aire e Candeeiros, Plano de Ordenamento do Parque Natural da Serra de S. Mamede, Plano de Ordenamento do Parque Natural do Tejo Internacional, Plano de Ordenamento do Parque Natural da Arrábida, Plano de Ordenamento da Reserva Natural do Estuário do Tejo, Plano de Ordenamento da Reserva Natural da Serra da Malcata; Plano de Ordenamento da Reserva Natural do Paul do Boquilobo.

Instrumento de Gestão Territorial
ÂMBITO REGIONAL
Planos Regionais de Ordenamento do Território
Plano Regional de Ordenamento do Território da Área Metropolitana de Lisboa, Plano Regional de Ordenamento do Território do Oeste e Vale do Tejo, Plano Regional de Ordenamento do Território do Alentejo, Plano Regional de Ordenamento do Território do Centro.

Os IGT estabelecem o quadro estratégico e normativo de desenvolvimento e ordenamento do território na sua área de abrangência, através da definição de princípios, directrizes, objectivos e regimes de salvaguarda de recursos e valores naturais, designadamente a orla costeira e zonas ribeirinhas, as albufeiras de águas públicas, as áreas protegidas, a rede hidrográfica, entre outros relevantes, e o regime de utilização compatível com a sua protecção e valorização numa óptica de utilização sustentável do território.

O actual quadro legal associado à gestão e à ocupação e utilização do território, no que diz respeito à protecção dos recursos considerados essenciais ao uso sustentável do território e às servidões e restrições de utilidade pública, sofreu um reforço da sua importância estratégica, através da publicação do Decreto-Lei n.º 166/2008, de 22 de Agosto, que cria a “Rede Fundamental de Conservação da Natureza” onde se encontram inseridas as áreas classificadas (áreas protegidas, Rede Natura 2000 e outras) bem como a Reserva Agrícola Nacional, a Reserva Ecológica Nacional e o Domínio Público Hídrico. Neste âmbito, assumem particular relevância, as áreas de protecção do litoral, as áreas relevantes para a sustentabilidade do ciclo hidrológico terrestre e de áreas de prevenção de riscos naturais, que deverão ser integradas na REN.

De destacar, no que diz respeito aos usos previstos nos planos municipais de ordenamento do território, a forte representatividade das áreas artificializadas nas sub-bacias da Grande Lisboa, do Rio Trancão, das Ribeiras Costeiras do Sul e do Estuário, que representam cerca de 53%, 29%, 27% e 21%, respectivamente, face ao total da sub-bacia. Ainda neste âmbito, decorrente de uma análise comparativa entre a ocupação actual do solo e a prevista nos PMOT, cumpre referir o previsível aumento das áreas artificializadas face às actualmente existentes, em particular nas sub-bacias do Estuário e da Grande Lisboa, onde se verificam valores superiores aos previstos nos PMOT.

1.7. USOS E NECESSIDADES DE ÁGUA

A avaliação dos usos e necessidades de água na RH5, para a situação actual, considerou as várias tipologias de uso e a informação disponível para a caracterização dos descritores. As várias tipologias de uso agruparam-se em usos consumptivos e não consumptivos de água, nomeadamente:

Usos consumptivos:

- Usos urbanos – considerando os consumos da população residente e flutuante e das actividades económicas e públicas inseridas na malha urbana;
- agricultura – considerando as necessidades de rega das culturas, em ano médio, seco e muito seco;
- pecuária – atendendo aos efectivos das espécies animais: bovinos, suínos, ovinos e caprinos;
- indústria – considerando o número e escalão de dimensão dos estabelecimentos industriais dos sectores da indústria transformadora mais relevantes em termos de consumo de água;
- golfe – considerando os consumos de água de rega dos campos de golfe e respectivas áreas adjacentes.

Usos não consumptivos:

- Produção de energia;
- usos recreativos;
- aquicultura e pesca.

1.7.1. Usos consumptivos

1.7.1.1. Usos urbanos

A caracterização actual dos usos e necessidades de água assegurados pelos sistemas públicos de abastecimento de água foi efectuada com base em dados obtidos através das seguintes fontes de informação:



Mapa 15 – Distribuição das necessidades hídricas nas sub-bacias pelos diferentes usos, em ano médio.

- Inventário Nacional dos Sistemas de Abastecimento de Água e de Águas Residuais (INSAAR): foram consultados os dados de 2008 relativos às captações e às redes de distribuição (estes dados são doravante designados, no seu conjunto, por dados INSAAR 2009);
- Entidade Reguladora dos Serviços de Águas e Resíduos (ERSAR): foram consultados os dados de caracterização das origens de água dos sistemas de alta e de baixa e os dados respeitantes à água distribuída pelos sistemas de baixa (volumes e população servida), de 2009 (designados doravante por dados ERSAR 2009), e ainda os indicadores e variáveis dos relatórios de desempenho das entidades concessionárias, relativos ao ano de 2008;
- ARH Tejo: Licenças Ambientais e Títulos de Utilização dos Recursos Hídricos (TURH), de captação de águas superficiais, relativos aos anos compreendidos entre 2005 e Junho de 2010;
- Planos Directores para a Criação dos Sistemas Multimunicipais de Baixa de Abastecimento de Água e Saneamento do Norte, Centro e Sul: foram consultados os dados do Volume I “Abastecimento de Água” do Relatório 2 “Concepção das Soluções e Investimentos” (AdP, 2007), respeitantes a diversos concelhos da RH5 e ao ano de 2006, e documentação diversa relacionada com estes planos.

Procurou-se através da análise desta informação determinar os seguintes indicadores:

- Consumos actuais da população servida por sistemas públicos de abastecimento de água (consumos domésticos);
- consumos das actividades económicas e outras (por exemplo, municipais) integradas na malha urbana (consumos não domésticos);
- perdas de água nos sistemas, incluindo as perdas reais (ou seja, perdas físicas de água nas várias componentes do sistema devido à sua não estanquidade) e as perdas aparentes (ou seja, consumos não autorizados e parcelas de água não recuperadas nos processos de tratamento).

Complementarmente, efectuou-se uma análise histórica das utilizações da água satisfeitas pelos sistemas de abastecimento público, por comparação dos dados obtidos neste estudo com os dados apresentados no PBH do Tejo (INAG, I.P., 1999).

Após caracterização da situação actual do consumo de água nos sistemas públicos de abastecimento, efectuou-se a determinação das necessidades de água na região hidrográfica, totais e por sub-bacia.

a) Consumos actuais de água e captações

Relativamente aos consumos actuais de água e às captações foi possível determinar três tipos de captação para cada um dos concelhos da região hidrográfica, com excepção de Odivelas, uma vez que os dados do INSAAR 2009 não apresentam os volumes de água consumida na rede de distribuição. Assim, com base nos dados ERSAR 2009, determinaram-se as captações dos volumes totais distribuídos (à entrada da rede de distribuição) para cada concelho – captação de distribuição – e, com base nos dados INSAAR 2009, as captações dos volumes captados e dos consumidos, ou seja, não considerando a parcela correspondente às perdas da rede – captação total e captação “útil”, respectivamente.

Os resultados obtidos permitiram verificar que as captações de utilização da água das redes públicas apresentam uma grande variabilidade entre os diversos concelhos da região hidrográfica que se deverá justificar não só por hábitos de consumo diferentes, mas também, em alguns casos, por imprecisões dos dados constantes das fontes de informação utilizadas. Com efeito, alguns dos valores obtidos são bastante distintos dos valores de referência. Por outro lado, as captações de distribuição determinadas com base nos dados ERSAR 2009 são em muitos casos superiores aos valores de captação total (água bruta) determinados com base nos dados INSAAR 2009.

Por esta razão, os valores das captações de distribuição, apesar de terem sido determinados, não são apresentados no Quadro 2.20, o qual apresenta os valores de captação “útil” e total obtidos a partir dos dados INSAAR 2009, para cada um dos concelhos inseridos total ou parcialmente na RH5, e também os valores das captações totais e “úteis” constantes do PBH do Tejo, respeitantes a 1997 (ou, nos casos em que este valor não está disponível, a 1996, 1995 ou 1994). São também apresentados os seguintes parâmetros estatísticos para cada um dos indicadores: máximo, mínimo e média. Refira-se que, para determinação dos parâmetros estatísticos, não foram considerados valores anormalmente reduzidos ou elevados (tal como explicitado nas notas que acompanham o quadro).

Saliente-se que os valores das captações apresentados no Quadro 2.20 englobam os consumos da população residente e da população flutuante, assim como do sector público e das actividades económicas inseridas na malha urbana. A captação “útil” não considera as perdas no sistema, enquanto que a captação total considera todas as perdas desde a captação até aos contadores.

Quadro 2.20 – Evolução das captações por concelho.

Concelho	Captações estimadas no âmbito do PBH do Tejo ¹		Captações actuais ²	
	Captação útil (l/hab.dia)	Captação total (l/hab.dia)	Captação útil (l/hab.dia)	Captação total (l/hab.dia)
Abrantes	135	180	158	180
Alcanena	177	244	225	294
Alcobaça	(a)	(a)	128	138
Alcochete	161 ^(b)	211 ^(b)	342 ^(c)	278
Alenquer	162 ^(b)	229 ^(b)	121	285
Almada	199	266	198	204
Almeirim	156 ^(b)	188 ^(b)	346 ^(c)	150
Alpiarça	177 ^(b)	239 ^(b)	155	200

Concelho	Capitacões estimadas no âmbito do PBH do Tejo ¹		Capitacões actuais ²	
	Capitacão útil (l/hab.dia)	Capitacão total (l/hab.dia)	Capitacão útil (l/hab.dia)	Capitacão total (l/hab.dia)
Alter do Chão	161	237	124	126
Alvaiázere	113	153	123	156
Amadora	142 ^(d)	186 ^(d)	161	284
Ansião	147	197	176	263
Arraiolos	145	194	87 ^(c)	150
Arronches	(a)	(a)	125	125
Arruda dos Vinhos	115 ^(b)	185 ^(b)	160	284
Avis	189	253	120	168
Azambuja	274 ^(b)	370 ^{(b)(c)}	162	282
Barreiro	115	155	192	159
Batalha	(a)	(a)	145	338 ^(c)
Belmonte	129 ^(e)	174 ^(e)	110	211
Benavente	190 ^(b)	257 ^(b)	223	214
Borba	210	281	255	190
Cadaval	(a)	(a)	101	271
Caldas da Rainha	(a)	(a)	127	293
Cartaxo	135	206	190	226
Cascais	(a)	(a)	159	290
Castanheira de Pêra	127	170	122	234
Castelo Branco	153	212	183	243
Castelo de Vide	133 ^(e)	180 ^(e)	145	356 ^(c)
Chamusca	126	181	206	128
Constância	137	183	266	312 ^(c)
Coruche	126 ^(e)	170 ^(e)	229	228
Covilhã	138	185	132	207
Crato	117	156	121	177
Elvas	89 ^(c)	119	120	272
Entroncamento	143 ^(b)	200 ^(b)	155	264
Estremoz	144	193	226	302 ^(c)
Évora	178	226	215	241
Ferreira do Zêzere	91	122	242	257
Figueiró dos Vinhos	(f)	(f)	190	257
Fronteira	123 ^(e)	166 ^(e)	124	299
Fundão	159	213	112	133
Gavião	128	172	136	210
Góis	81 ^(c)	109	155	142
Golegã	155	195	161	259

Concelho	Capitacões estimadas no âmbito do PBH do Tejo ¹		Capitacões actuais ²	
	Capitacão útil (l/hab.dia)	Capitacão total (l/hab.dia)	Capitacão útil (l/hab.dia)	Capitacão total (l/hab.dia)
Guarda	81 ^(c)	108	205	148
Idanha-a-Nova	136	183	229	236
Leiria	(a)	(a)	195	226
Lisboa	291 ^(b)	421 ^{(b)(c)}	327 ^(c)	284
Loures	160	200	198	284
Mação	107	143	165	205
Mafra	222	268	273	292
Manteigas	172	230	249	151
Marvão	161	215	177	197
Moita	125	186	222	233
Monforte	134	179	170	178
Montemor-o-Novo	149	199	209	184
Montijo	154	207	310 ^(c)	310 ^(c)
Mora	153	188	162	422 ^(c)
Nisa	116	155	117	306 ^(c)
Odivelas	(a)	(a)	(g)	284
Oeiras	190 ^(d)	245 ^(d)	201	284
Oleiros	138	185	127	194
Ourém	145 ^(b)	178 ^(b)	157	202
Palmela	199	246	266	270
Pampilhosa da Serra	108 ^(d)	146 ^(d)	147	205
Pedrógão Grande	175	238	121	257
Penamacor	123	164	141	104
Penela	(a)	(a)	113	178
Pombal	(a)	(a)	161	150
Ponte de Sôr	123 ^(e)	166 ^(e)	247	268
Portalegre	219	294	229	336 ^(c)
Porto de Mós	129 ^(b)	183 ^(b)	154	268
Proença-a-Nova	71 ^{(c)(d)}	96 ^(d)	111	257
Redondo	(a)	(a)	150	211
Rio Maior	153 ^(b)	179 ^(b)	154	215
Sabugal	95	127	115	152
Salvaterra de Magos	114	153	180	290
Santarém	189	226	162	355 ^(c)
Sardoal	169	227	176	228
Seixal	141	189	153	224
Sertã	100	134	122	179

Concelho	Capitações estimadas no âmbito do PBH do Tejo ¹		Capitações actuais ²	
	Capitação útil (l/hab.dia)	Capitação total (l/hab.dia)	Capitação útil (l/hab.dia)	Capitação total (l/hab.dia)
Sesimbra	153 ^(b)	207 ^(b)	196	302 ^(c)
Setúbal	^(a)	^(a)	226	232
Sintra	152	209	196	281
Sobral de Monte Agraço	124 ^(b)	195 ^(b)	98 ^(c)	288
Sousel	100	159	94 ^(c)	170
Tomar	145 ^(b)	195 ^(b)	168	269
Torres Novas	149 ^(b)	212 ^(b)	194	284
Vendas Novas	202	249	240	281
Vila de Rei	112 ^(d)	151 ^(d)	209	381 ^(c)
Vila Franca de Xira	191	248	214	284
Vila Nova da Barquinha	117 ^(b)	151 ^(b)	235	312 ^(c)
Vila Velha de Ródão	114	153	139	231
Máximo	291	294	273	299
Mínimo	91	96	101	104
Média	150	192	173	224

Notas:

¹ Sempre que possível apresentou-se a capitação respeitante a 1997.

² Calculada com base nos dados INSAAR 2009.

^(a) Concelho não incluído no âmbito territorial do PBH Tejo.

^(b) Valor referente a 1996.

^(c) Valor anormalmente reduzido (< 90 l/hab.dia, no caso de valores do PBH Tejo, ou 100 l/hab.dia, no caso das capitações actuais) ou anormalmente elevado (> 300 l/hab.dia) não considerado no cálculo dos parâmetros estatísticos.

^(d) Valor referente a 1995.

^(e) Valor referente a 1994.

^(f) Sem dados.

^(g) Não foi possível avaliar por ausência de dados respeitantes ao volume consumido.

b) Necessidades de água actuais

As necessidades de água a suprir pelos sistemas de abastecimento público podem ser avaliadas através de duas metodologias:

- Directamente, a partir dos consumos medidos pelas entidades gestoras dos sistemas;
- por estimativas baseada em capitações de utilização de água.

Optou-se por avaliar as necessidades através de estimativas baseada em capitações de utilização de água por diversas razões, nomeadamente pelo facto de os sistemas de abastecimento ainda não cobrirem na totalidade as necessidades da área de estudo, apresentando ainda concelhos com níveis de atendimento inferiores a 95% (nomeadamente, Odivelas, Benavente, Palmela, Montemor-o-Novo, Entroncamento, Alenquer, Vila Franca de Xira, Sobral de Monte Agraço, Cartaxo, Montijo, Ourém, Arruda dos Vinhos, Sintra, Pombal, Évora, Vila Nova da Barquinha, Oeiras, Moita, Porto de Mós).

Assim, para três categorias - concelhos predominantemente urbanos (CPU), concelhos medianamente urbanos (CMU) e concelhos predominantemente rurais (CPR) – definiram-se três valores diferentes de capitação, os quais, por aplicação aos valores estimados de população residente numa determinada área, traduzem as seguintes necessidades de água dessa área:

- Necessidades domésticas da população residente;
- necessidades de água das actividades públicas e económicas utilizadoras dos sistemas públicos de abastecimento.

A estes valores foi adicionada uma parcela correspondente aos consumos da população flutuante (baseada também em capitações e estimativas populacionais) e uma parcela correspondente a perdas totais no sistema (estimada em termos de percentagem das necessidades totais de água).

Para classificação dos concelhos predominantemente urbanos, medianamente urbanos e predominantemente rurais, teve-se em consideração a classificação do INE de 2009 da tipologia das áreas urbanas, efectuada ao nível das freguesias, e os seguintes critérios:

- Consideraram-se CPR aqueles em que o número de freguesias classificadas como predominantemente rurais é superior a 60%;
- consideraram-se CPU aqueles em que o número de freguesias classificadas como predominantemente ou medianamente urbanas é igual ou superior a 40% e a densidade populacional é igual ou superior a 400 hab/km²;
- consideraram-se CMU aqueles em que o número de freguesias classificadas como predominantemente ou medianamente urbanas é igual ou superior a 40% e a densidade populacional é inferior a 400 hab/km².

A estimativa da população flutuante foi efectuada através da metodologia desenvolvida por Gaspar, J. *et al.*, (1997), que considera as seguintes variáveis:

- Para os residentes temporários:
 - número de alojamentos de uso sazonal e dimensão média das famílias em cada concelho (indicadores calculados a partir dos dados do INE de 2009);
 - número médio anual de dias de ocupação dos alojamentos sazonais o qual, de acordo com a obra citada, é igual a 20 nos concelhos do interior e 45 nos concelhos do litoral.
- para os turistas:
 - número de dormidas anuais em cada concelho (indicadores calculados a partir dos dados do INE de 2009).

A população flutuante em habitantes equivalentes por ano é obtida, no primeiro caso, pelo número anual de ocupantes sazonais (número de alojamentos x dimensão média das famílias) a multiplicar por 20/365 ou 45/365, consoante se trate de um concelho do interior ou do litoral, e, no segundo caso, pelo número de dormidas a dividir por 365.

A definição dos valores de capitação atribuídos a cada categoria de concelho foi efectuada com base na análise dos valores de capitações determinadas a partir dos dados INSAAR, 2009 e em valores constantes da bibliografia da especialidade, em particular, de Serra *et al.*, 2010. As capitações atribuídas à população flutuante (Quadro 2.21) basearam-se também nos valores constantes desta referência bibliográfica.

Quadro 2.21 – Capitações consideradas para o cálculo das necessidades de água de abastecimento público.

Texto de exemplo	CPR	CMU	CPU
Capitação da população residente (l/hab.dia)	150	170	190
Capitação da população flutuante (l/hab.dia)			
- Ocupantes temporários	150	170	190
- Turistas			300

No Quadro 2.22 apresenta-se a classificação dos concelhos considerando as três categorias entre o meio urbano e o meio rural – CPU, CMU e CPR.

Quadro 2.22 – Classificação dos concelhos em CPU, CMU e CPR.

Concelho	Categoria	Concelho	Categoria	Concelho	Categoria
Abrantes	CPR	Rio Maior	CPR	Manteigas	CMU
Alter do Chão	CPR	Sabugal	CPR	Montijo	CMU
Alvaiázere	CPR	Sertã	CPR	Ourém	CMU
Ansião	CPR	Sousel	CPR	Palmela	CMU
Arraiolos	CPR	Vila de Rei	CPR	Penamacor	CMU
Arronches	CPR	Vila Velha de Ródão	CPR	Portalegre	CMU
Avis	CPR	Alcanena	CMU	Porto de Mós	CMU
Castelo Branco	CPR	Alcobaça	CMU	Redondo	CMU
Chamusca	CPR	Alcochete	CMU	Salvaterra de Magos	CMU
Coruche	CPR	Alenquer	CMU	Santarém	CMU
Crato	CPR	Almeirim	CMU	Sardoal	CMU
Estremoz	CPR	Alpiarça	CMU	Sesimbra	CMU
Ferreira do Zêzere	CPR	Arruda dos Vinhos	CMU	Sobral de Monte Agraço	CMU
Figueiró dos Vinhos	CPR	Azambuja	CMU	Tomar	CMU
Fronteira	CPR	Batalha	CMU	Torres Novas	CMU
Gavião	CPR	Belmonte	CMU	Vendas Novas	CMU
Góis	CPR	Benavente	CMU	Vila Nova da Barquinha	CMU
Guarda	CPR	Borba	CMU	Almada	CPU
Idanha-a-Nova	CPR	Cadaval	CMU	Amadora	CPU
Mação	CPR	Caldas da Rainha	CMU	Barreiro	CPU
Marvão	CPR	Cartaxo	CMU	Cascais	CPU
Monforte	CPR	Castanheira de Pêra	CMU	Entroncamento	CPU
Montemor-o-Novo	CPR	Castelo de Vide	CMU	Lisboa	CPU
Mora	CPR	Constância	CMU	Loures	CPU
Nisa	CPR	Covilhã	CMU	Moita	CPU
Oleiros	CPR	Elvas	CMU	Odivelas	CPU
Pampilhosa da Serra	CPR	Évora	CMU	Oeiras	CPU
Pedrógão Grande	CPR	Fundão	CMU	Seixal	CPU

Concelho	Categoria	Concelho	Categoria	Concelho	Categoria
Penela	CPR	Golegã	CMU	Setúbal	CPU
Pombal	CPR	Leiria	CMU	Sintra	CPU
Ponte de Sôr	CPR	Mafra	CMU	Vila Franca de Xira	CPU
Proença-a-Nova	CPR				

Os resultados obtidos referentes às necessidades actuais de água para o sector urbano na RH5, por sub-bacia, são apresentados no Quadro 2.23.

Quadro 2.23 – Necessidades actuais de água para os usos urbanos, na RH5, por sub-bacia.

Sub-bacia	Uso Urbano		
	Necessidades de água actuais (dam ³ /ano)	% das necessidades de água	Necessidades de água actuais por unidade de área (dam ³ /ano.km ²)
Rio Erges	172	0,05%	0,29
Ribeira do Aravil	117	0,03%	0,27
Rio Pônsul	2 297	0,63%	1,77
Rio Ocreza	4 055	1,11%	2,84
Rio Zêzere	24 785	6,76%	4,93
Rio Almonda	3 784	1,03%	17,78
Rio Alviela	4 402	1,20%	9,11
Rio Maior	9 954	2,71%	10,78
Rio Alenquer	3 044	0,83%	10,61
Rio Grande da Pipa	1 957	0,53%	16,55
Rio Trancão	34 511	9,41%	123,63
Grande Lisboa	87 956	23,99%	511,50
Rio Sever	675	0,18%	2,18
Ribeira de Nisa	457	0,12%	1,73
Vala de Alpiarça e Ribeira de Ulme	3 133	0,85%	6,85
Ribeira de Muge	1 249	0,34%	1,78
Ribeira de Magos	1 709	0,47%	8,53
Rio Sorraia	13 772	3,76%	1,81
Tejo superior	5 783	1,58%	2,77
Tejo inferior	5 294	1,44%	9,69
Estuário	131 733	35,93%	96,70
Ribeiras Costeiras do Sul	1 526	0,42%	14,35
Água Costeira do Tejo	24 303	6,63%	158,80
Total	366 671		

As necessidades totais de água para o sector urbano ascendem a 367 hm³/ano, cerca de 27% das necessidades totais da região (1 346 hm³/ano). Destacam-se as sub-bacias Estuário e Grande Lisboa com as necessidades de água mais elevadas, 36% e 24%, respectivamente. Por outro lado, as sub-bacias que apresentam os valores mais elevados de necessidades de água por unidade de área são a Grande Lisboa, Água Costeira do Tejo e Rio Trancão, o que se justifica por serem as sub-bacias com maiores densidades populacionais.

1.7.1.2. Indústria

A definição do universo industrial a considerar para a avaliação das necessidades de água da indústria teve por base os seguintes documentos legais:

- Decreto-Lei n.º 381/2007, de 14 de Novembro, estabelece a Classificação Portuguesa de Actividades Económicas, Revisão 3 (CAE – Rev. 3), que constitui o quadro comum de classificação de actividades económicas a adoptar a nível nacional. Revoga o Decreto-Lei n.º 197/2003, de 27 de Agosto.
- Decreto-Lei n.º 209/2008, de 29 de Outubro, estabelece o Regime de Exercício da Actividade Industrial (REAI), onde são incluídas as subclasses da CAE – Rev.3. Revoga o Decreto-Lei n.º 69/2003, de 10 de Abril.

Numa primeira análise, a informação de base utilizada para a avaliação das necessidades de água da indústria foram as Licenças Ambientais emitidas para instalações industriais localizadas na RH5 e os TURH para captação de água superficial emitidos pela ARH Tejo.

Verificou-se, contudo, que o levantamento realizado apenas abrangia uma parcela reduzida do universo de indústrias existente na região hidrográfica, pelo que, complementarmente à análise destes dados, é efectuada uma estimativa das necessidades de água reais do sector, através de métodos indirectos, designadamente, recorrendo a coeficientes de consumo de água por trabalhador, característicos dos vários sectores industriais, aplicados a informação estatística da indústria.

Para o efeito, o Gabinete de Estratégia e Planeamento (GEP) do Ministério do Trabalho e da Solidariedade Social (MTSS) disponibilizou a listagem de caracterização do sector industrial de cada concelho abrangido total ou parcialmente pela RH5, relativa ao ano 2008, com a seguinte informação estatística:

- Número de instalações industriais, por CAE e por concelho;
- intervalo do número de trabalhadores de cada grupo de instalações industriais.

As instalações industriais assim inventariadas totalizam 14 007 unidades. Salienta-se, contudo, que estes valores respeitam ao número total de estabelecimentos industriais inventariados pelo MTSS nos concelhos abrangidos pela RH5, dos quais se admite que menos de 10 000 integram a região hidrográfica (tendo em conta os coeficientes de afectação da população estabelecidos para os concelhos parcialmente abrangidos). A estimativa do número de instalações industriais existentes na RH5 e a sua distribuição por sub-bacia é apresentada no Quadro 2.24.

Quadro 2.24 – Estimativa do número de instalações da indústria transformadora na RH5, por sub-bacia.

Sub-bacia	N.º de instalações industriais
Rio Erges	4
Ribeira do Aravil	4
Rio Pônsul	80
Rio Ocreza	172
Rio Zêzere	1 074
Rio Almonda	113
Rio Alviela	353
Rio Maior	408
Rio Alenquer	133
Rio Grande da Pipa	92
Rio Trancão	895

Sub-bacia	N.º de instalações industriais
Grande Lisboa	2 082
Rio Sever	24
Ribeira de Nisa	16
Vala de Alpiarça e Ribeira de Ulme	83
Ribeira de Muge	39
Ribeira de Magos	56
Rio Sorraia	553
Tejo Superior	199
Tejo Inferior	146
Estuário	2 899
Ribeiras Costeiras do Sul	28
Água Costeira do Tejo	501
Total	9 954

Fonte: Gabinete de Estratégia e Planeamento, 2010 (Dados relativos a 2008).

Nos cálculos efectuados foi considerado o número médio de trabalhadores do intervalo fornecido pelo GEP. As capitações consideradas tiveram por base as seguintes origens, por ordem decrescente de prioridades:

- Coeficientes estimados no âmbito do PBH Tejo de 2001;
- coeficientes estimados no âmbito do Plano de Bacia Hidrográfica das ribeiras do Oeste de 2001 (no caso de não terem sido estimados no âmbito do PBH Tejo);
- coeficientes publicados em bibliografia técnica específica.

Refira-se que, na ausência de capitações específicas para uma determinada actividade, foi adoptado o coeficiente de actividades similares. Nos casos em que não se dispunha de qualquer indicação, à excepção de ser uma indústria pouco consumidora de água, admitiu-se que, a cada trabalhador, estaria associado a um consumo diário de 100 litros, o que conduz a um consumo anual de cerca de 25 m³ por trabalhador.

As necessidades de água foram estimadas pelo produto entre o número de instalações industriais com um dado CAE localizadas na região hidrográfica, o respectivo número médio de trabalhadores e a correspondente captação de água. Os valores obtidos, por concelho, foram transpostos em valores por sub-bacia, recorrendo aos coeficientes que relacionam a população residente nas áreas de cada sub-bacia com a população residente nos concelhos abrangidos pelas mesmas. Os resultados são apresentados no Quadro 2.25.

Quadro 2.25 - Necessidades de água totais do sector industrial na RH5, por sub-bacia.

Sub-bacia	Necessidades de água actuais (dam ³ /ano)	% das necessidades de água	Necessidades de água actuais por unidade de área (dam ³ /ano.km ²)
Rio Erges	13	0,01%	0,02
Ribeira do Aravil	11	0,01%	0,03
Rio Pônsul	249	0,29%	0,19
Rio Ocreza	848	0,99%	0,59
Rio Zêzere	7 885	9,20%	1,57
Rio Almonda	5 937	6,93%	27,9
Rio Alviela	3 855	4,50%	7,98
Rio Maior	4 216	4,92%	4,56

Sub-bacia	Necessidades de água actuais (dam ³ /ano)	% das necessidades de água	Necessidades de água actuais por unidade de área (dam ³ /ano.km ²)
Rio Alenquer	3 053	3,56%	10,64
Rio Grande da Pipa	849	0,99%	7,18
Rio Trancão	4 928	5,75%	17,65
Grande Lisboa	9 757	11,39%	56,74
Rio Sever	413	0,48%	1,33
Ribeira de Nisa	86	0,10%	0,32
Vala de Alpiarça e Ribeira de Ulme	3 733	4,36%	8,16
Ribeira de Muge	622	0,73%	0,88
Ribeira de Magos	554	0,65%	2,76
Rio Sorraia	9 743	11,37%	1,28
Tejo Superior	4 319	5,04%	2,07
Tejo Inferior	2 080	2,43%	3,81
Estuário	21 490	25,08%	15,78
Ribeiras Costeiras do Sul	33	0,04%	0,31
Água Costeira do Tejo	1 019	1,19%	6,66
Total	85 692		

As necessidades totais para o sector da indústria totalizam cerca de 86 hm³/ano, correspondendo a 6% das necessidades totais da região (1 346 hm³/ano).

A sub-bacia onde as necessidades de água para indústria são mais elevadas é a sub-bacia Estuário, com 25% das necessidades de água, correspondendo também à sub-bacia com maior número (29%) de instalações industriais na região. Seguem-se as sub-bacias Grande Lisboa e Rio Sorraia, ambas com 11% das necessidades totais.

A sub-bacia Grande Lisboa é a também a sub-bacia que apresenta maiores necessidades de água por unidade de área, o que se prende com o facto de ser nesta sub-bacia onde se verifica uma maior densidade de instalações industriais na região hidrográfica.

Considerando os diversos sectores da indústria transformadora, destacam-se os sectores das indústrias alimentares (CAE 10), da fabricação de pasta de papel, cartão e seus artigos (CAE 17) e da fabricação de produtos químicos e de fibras sintéticas ou artificiais (CAE 20), com maiores necessidades de água, 43%, 23% e 6% do total, respectivamente. O Quadro 2.26 apresenta a distribuição das necessidades de água anuais pelos diversos sectores da indústria transformadora, de acordo com a CAE (Rev. 3).

Quadro 2.26 – Distribuição das necessidades anuais de água dos estabelecimentos industriais por divisão da CAE (Rev. 3).

CAE – Sector de actividade	Necessidades de água anuais (dam ³ /ano)	% das necessidades totais
CAE 10 – Indústrias alimentares	36 567	43%
CAE 11 – Indústrias das bebidas	3 254	4%
CAE 12 – Indústrias do tabaco	16	0%
CAE 13 – Fabricação de têxteis	1 812	2%
CAE 14 – Indústria do vestuário	195	0%

CAE – Sector de actividade	Necessidades de água anuais (dam ³ /ano)	% das necessidades totais
CAE 15 – Indústria do couro e seus produtos	2 612	3%
CAE 16 – Indústria da madeira e da cortiça	977	1%
CAE 17 – Fabricação de pasta, de papel, cartão e seus artigos	19 540	23%
CAE 18 – Impressão e reprodução de suportes gravados	390	0%
CAE 19 – Fabricação de coque, produtos petrolíferos refinados e de aglomerados de combustíveis	3 157	4%
CAE 20 – Fabricação de produtos químicos e de fibras sintéticas ou artificiais	4 950	6%
CAE 21 – Fabricação de produtos farmacêuticos de base e preparações farmacêuticas	2 448	3%
CAE 22 – Fabricação de artigos de borracha e de matérias plásticas	1 159	1%
CAE 23 – Fabricação de outros produtos minerais não metálicos	2 118	2%
CAE 24 – Indústrias metalúrgicas de base	654	1%
CAE 25 – Fabricação de produtos metálicos	1 460	2%
CAE 26 – Fabricação de equipamentos informáticos, para comunicações e produtos electrónicos	66	0%
CAE 27 – Fabricação de equipamento eléctrico	115	0%
CAE 28 – Fabricação de máquinas e equipamentos n.e.	521	1%
CAE 29 – Fabricação de veículos automóveis, reboques, semi-reboques	886	1%
CAE 30 – Fabricação de outro equipamento de transporte	1 489	2%
CAE 31 – Fabricação de mobiliário e de colchões	221	0%
CAE 32 – Outras indústrias transformadoras	91	0%
CAE 33 – Reparação, manutenção e instalação de máquinas e equipamentos	994	1%
Total	85 692	100%

1.7.1.3. Pecuária

As necessidades de água para a pecuária calculadas com base nos efectivos animais e nos consumos unitários de cada espécie. As necessidades de água foram avaliadas 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.

As definições relativas a regimes intensivos ou explorações com carácter industrial e extensivos foram as consideradas no Decreto-Lei n.º 214/2008, de 10 de Novembro que aprova o Regime de Exercício da Actividade Pecuária (REAP).

Dado que os dados do Recenseamento Geral Agrícola de 2009 (RGA09) não se encontravam disponíveis à data de elaboração do presente Plano, recorreu-se ao RGA99 no que respeita ao tipo e ao número de efectivos animais existentes na região hidrográfica.

A separação dos efectivos por sistema de exploração, extensivo ou intensivo, foi efectuada para cada espécie de acordo com as Tabelas 1 e 2 do Anexo II do Decreto-Lei n.º 214/2008, de 10 de Novembro e aditamentos do Decreto-Lei n.º 78/2010, de 25 de Junho. Estas tabelas baseiam-se no conceito cabeça normal (CN) que é a unidade padrão de equivalência para comparar e agregar números de animais de diferentes espécies ou categorias, tendo em consideração a espécie animal, a idade, o peso vivo (pv) e a vocação produtiva.

Na Tabela 1 do Anexo II do referido diploma legal faz-se a classificação das actividades pecuárias, podendo concluir-se, da sua análise, que os sistemas de exploração extensivos têm até 10 CN e os sistemas de produção intensivo mais de 10 CN. A Tabela 2 apresenta as equivalências em cabeças normais para as diferentes espécies.

Uma vez que os dados do RGA99 não estão estruturados para as mesmas características que foram consideradas na Tabela 2 do Decreto-Lei n.º 214/2008, de 10 de Novembro, foi necessário calcular um valor de CN ponderado. Ou seja, quando as faixas de idade, sexo ou peso utilizadas no RGA99 não têm correspondência directa com as consideradas naquela tabela, calculou-se um valor de CN ponderado que resulta dos valores de CN para os n grupos característicos existentes e respectivos pesos (percentagem) no total de efectivos animais de determinada espécie na região da seguinte forma:

$$\text{CN ponderado} = \left[\left(\frac{\text{Efectivosgrupo.1}}{\text{Efectivos.totais}} \times \text{CNgrupo.1} \right) \right] + \left[\left(\frac{\text{Efectivosgrupo.n}}{\text{Efectivostotais}} \right) \times \text{CNgrupo.n} \right]$$

Em seguida, dividiu-se o valor de 10 CN (proveniente da Tabela 2) pelo valor do CN ponderado, obtendo-se assim o número de efectivos que permite separar os dados do RGA99 por sistemas de produção intensivos e extensivos, para cada espécie animal. Com base neste número, trabalharam-se depois os dados do RGA99 para se obterem os efectivos de cada espécie animal associados aos diferentes sistemas de produção, em cada concelho, inserido total ou parcialmente na RH5.

O número de efectivos animais de cada espécie existentes na área da RH5, por regime de exploração e por concelho, assim estimados, são apresentados no Quadro 2.27.

Quadro 2.27 – Efectivos animais por concelho, espécie animal e sistema de produção.

Concelho	% Área concelho	Bovinos		Suínos		Ovinos		Caprinos	
		Extensivo	Intensivo	Extensivo	Intensivo	Extensivo	Intensivo	Extensivo	Intensivo
Abrantes	1,00	1 138	3 329	542	0	3 445	13 424	1 628	361
Alcanena	1,00	65	9 023	312	308	2 515	726	751	1 370
Alcobaça	0,01	3	32	90	2 411	77	17	12	10
Alcochete	1,00	0	0	205	17 447	235	849	0	0
Alenquer	0,95	242	765	694	6 576	2 372	4 215	401	219
Almada	1,00	32	234	130	0	334	440	36	0
Almeirim	1,00	17	0	276	1 247	606	764	53	0
Alpiarça	1,00	0	0	57	0	415	364	14	0
Alter do Chão	1,00	25	9 016	10	0	1 333	18 525	145	0
Alvaiázere	1,00	153	0	1 871	0	3 143	1 160	2 947	214
Amadora	1,00	0	0	0	0	91	328	33	0
Ansião	0,80	308	28	2 335	2 567	5 692	175	2 461	0
Arraiolos	0,95	40	15 335	721	23 389	1 945	32 726	129	1460
Arronches	0,03	2	278	12	32	42	499	13	18
Arruda dos Vinhos	1,00	88	382	181	8 260	1 288	1 796	136	0
Avis	1,00	0	5 888	286	0	946	38 315	84	0
Azambuja	1,00	281	1 831	339	37 066	1 077	1 126	335	1 034
Barreiro	1,00	6	0	10	0	458	0	7	0
Batalha	0,24	83	50	345	3 793	325	0	271	49
Belmonte	1,00	271	309	650	0	1 181	7 690	91	0
Benavente	1,00	46	1 100	290	16 190	1 182	4 525	114	445
Borba	0,38	50	370	171	3 082	752	5 801	115	77

Concelho	% Área concelho	Bovinos		Suínos		Ovinos		Caprinos	
		Extensivo	Intensivo	Extensivo	Intensivo	Extensivo	Intensivo	Extensivo	Intensivo
Cadaval	0,15	69	525	165	2 897	126	78	87	126
Caldas da Rainha	0,02	0	55	97	1 110	38	10	13	4
Cartaxo	1,00	88	687	137	32 297	792	642	45	0
Cascais	0,81	29	0	0	189	556	730	120	0
Castanheira de Pera	1,00	6	0	19	0	115	0	213	0
Castelo Branco	1,00	265	1 857	1 998	5 065	8 947	71 500	9 864	4 214
Castelo de Vide	1,00	53	3 648	113	0	2 102	4 841	667	632
Chamusca	1,00	28	5 394	43	0	604	3 920	154	0
Constância	1,00	0	0	5	0	137	0	33	0
Coruche	1,00	161	16 441	1 100	19 200	2 189	18 253	642	283
Covilhã	1,00	1 080	2 788	2 064	4 759	2 287	13 141	279	0
Crato	1,00	80	9 372	150	0	1 860	17 913	266	866
Elvas	0,11	6	1 863	50	133	273	2 791	2	0
Entroncamento	1,00	0	0	28	0	84	0	406	2 699
Estremoz	0,90	103	6 493	796	11 884	3 801	42 359	267	664
Évora	0,07	6	2 004	67	508	355	3 897	136	0
Ferreira do Zêzere	1,00	97	0	686	28 681	2 251	568	1 175	0
Figueiró dos Vinhos	0,99	59	0	450	0	939	0	158	0
Fronteira	1,00	48	2 359	229	0	857	25 478	1 437	1 217
Fundão	1,00	1 553	2 324	1 683	0	6 359	32 104	1 619	0
Gavião	1,00	108	0	316	0	785	3 089	0	0
Góis	0,37	26	0	40	0	229	0	1 871	1 003
Golegã	1,00	0	415	3	0	104	0	1 346	0
Guarda	0,21	550	799	410	47	1 335	2 899	0	0
Idanha-a-Nova	1,00	386	7 441	1 387	203	5 546	82 408	551	0
Leiria	0,02	59	84	217	3 594	148	26	90	6
Lisboa	1,00	0	0	0	0	0	0	383	0
Loures	1,00	184	2 204	146	0	2 516	4 783	714	333
Mação	1,00	96	0	1 070	3 015	1 080	706	1 501	1 730
Mafra	0,16	152	1 517	186	5 272	590	1 216	3	0
Manteigas	0,84	3	0	64	0	190	491	141	0
Marvão	1,00	305	1 427	447	0	2 673	3 217	242	0
Moita	1,00	40	7 965	319	6 990	774	350	120	0
Monforte	0,90	0	12 657	165	0	579	23 050	42	761
Montemor-o-Novo	0,54	58	17 299	381	44 085	2 687	39 457	1 006	1 026
Montijo	0,98	85	4 937	873	73 863	1 975	11 294	91	0
Mora	1,00	0	6 449	423	6 723	729	35 249	0	0
Nisa	1,00	151	4 062	544	0	4 851	20 434	4 251	372

Concelho	% Área concelho	Bovinos		Suínos		Ovinos		Caprinos	
		Extensivo	Intensivo	Extensivo	Intensivo	Extensivo	Intensivo	Extensivo	Intensivo
Odivelas	1,00	33	0	9	0	376	889	426	192
Oeiras	1,00	8	0	0	0	79	261	1 837	0
Oleiros	1,00	82	0	875	0	442	0	767	0
Ourém	0,89	625	447	1 799	749	6 698	685	1 051	0
Palmela	0,62	96	6 199	1 361	58 463	2 173	8 718	1 544	464
Pampilhosa da Serra	0,83	5	0	123	0	405	0	1 606	1 043
Pedrógão Grande	1,00	30	0	102	0	1 899	12 477	3 521	7 152
Penamacor	1,00	226	50	755	0	1 997	0	3 131	948
Penela	0,10	16	0	95	22	1 182	52	50	126
Pombal	0,07	187	131	1 129	1 706	246	3 566	127	107
Ponte de Sôr	1,00	144	3 395	1 298	738	5 093	16 028	4 499	3 354
Portalegre	0,58	241	5 361	705	370	2 617	797	99	0
Porto de Mós	0,43	372	2 476	1 454	10 825	500	0	769	1 170
Proença-a-Nova	1,00	139	0	1 341	0	2 709	30 798	685	0
Redondo	0,01	0	64	6	41	43	16	0	0
Rio Maior	1,00	183	756	3 709	106 560	5 255	13 505	322	522
Sabugal	0,21	439	1 161	371	61	216	40	55	0
Salvaterra de Magos	1,00	104	2 161	241	11 894	9 086	11 933	963	263
Santarém	1,00	604	10 264	3 357	93 546	624	0	86	0
Sardoal	1,00	13	0	171	0	497	599	44	0
Seixal	1,00	54	0	68	0	1979	783	1 633	374
Sertã	1,00	570	51	2 262	204	866	2 714	1 921	347
Sesimbra	0,90	56	103	97	0	1 147	5 095	26	0
Setúbal	0,23	25	221	46	0	746	1 265	133	0
Sintra	0,36	112	610	316	2 774	490	1 282	10	0
Sobral de Monte Agraço	0,51	80	544	37	5 273	562	17 200	1 399	1 169
Sousel	1,00	11	1 907	166	467	4 448	4 347	6 369	2 785
Tomar	1,00	243	1 444	777	323	5 078	2 438	3 551	4 128
Torres Novas	1,00	266	312	540	0	3 140	7 930	5 036	201
Vendas Novas	0,36	0	1 335	86	0	374	3 729	1 002	1 035
Vila de Rei	1,00	9	0	296	0	217	0	8 434	1 026
Vila Franca de Xira	1,00	71	3 761	56	0	1 602	3 133	6 827	175
Vila Nova da Barquinha	1,00	0	0	0	0	286	0	1 102	0
Vila Velha de Ródão	1,00	51	0	385	0	1 618	6 157	2 955	1 270
Sub-total		13 877	214 060	50 431	666 898	155 608	756 796	101 690	49 042
Total			227 937		717 329		912 404		150 732

Fonte: RGA99

Para determinar as respectivas necessidades de água, multiplicaram-se os valores obtidos pelas captações associadas a cada espécie animal, tendo-se adoptado os valores utilizados no PBH Tejo: 4 l/dia para ovinos e caprinos; 6 l/dia para suínos e 50 l/dia para bovinos.

Uma vez que alguns concelhos não estão incluídos na sua totalidade na RH5, os respectivos efectivos foram afectados por um coeficiente que traduz a área do concelho incluída dentro da região hidrográfica. Este coeficiente foi obtido com base no Recenseamento Geral da População e da Habitação de 2001 tendo por referência a BGRI.

Os resultados obtidos para a totalidade da RH5 e a sua distribuição por sub-bacia hidrográfica e ainda por unidade de área de sub-bacia são apresentados no Quadro 2.28.

Quadro 2.28 – Necessidades de água para o sector pecuário, na RH5, por sub-bacia.

Sub-bacia	Necessidades de água actuais (dam ³ /ano)	% das necessidades de água	Necessidades de água actuais por unidade de área (dam ³ /ano.km ²)
Rio Erges	83	1,14%	0,14
Ribeira do Aravil	79	1,08%	0,18
Rio Pônsul	197	2,70%	0,15
Rio Ocreza	168	2,31%	0,12
Rio Zêzere	651	8,94%	0,13
Rio Almonda	31	0,42%	0,14
Rio Alviela	387	5,31%	0,80
Rio Maior	693	9,51%	0,75
Rio Alenquer	59	0,81%	0,20
Rio Grande da Pipa	70	0,96%	0,59
Rio Trancão	123	1,69%	0,44
Grande Lisboa	19	0,25%	0,11
Rio Sever	88	1,21%	0,28
Ribeira de Nisa	81	1,11%	0,31
Vala de Alpiarça e Ribeira de Ulme	44	0,61%	0,10
Ribeira de Muge	136	1,87%	0,19
Ribeira de Magos	75	1,04%	0,38
Rio Sorraia	3 143	43,15%	0,41
Tejo Superior	262	3,60%	0,13
Tejo Inferior	173	2,38%	0,32
Estuário	703	9,65%	0,52
Ribeiras Costeiras do Sul	7	0,10%	0,07
Água Costeira do Tejo	12	0,16%	0,08
Total	7 283		

As necessidades totais de água para o sector da pecuária ascendem a 7 hm³/ano, menos de 1% das necessidades totais da região (1 346 hm³/ano). Do sector da pecuária, destaca-se o gado bovino, com as necessidades de água mais elevadas (57% do total), considerando 227 937 efectivos animais na região, correspondentes apenas a 11% do total de efectivos da região hidrográfica.

A sub-bacia para a qual se estimam as maiores necessidades de água do sector é a Rio Sorraia, com 43% das necessidades totais, seguindo-se as sub-bacias Estuário, Rio Maior e Rio Zêzere, mas com pesos muito inferiores (9,6%, 9,5% e 8,9%). No entanto, as sub-bacias com valores mais elevados de necessidades de água por unidade de área são as sub-bacias Rio Maior, Rio Alviela e Rio Grande da Pipa, as quais apresentam igualmente uma maior concentração de instalações pecuárias.

A estimativa das necessidades de água no sector da pecuária foi elaborada com base nos dados do Recenseamento Geral Agrícola de 1999 (RGA99). A comparação entre os efectivos pecuários do RGA09 e do RGA99, permite concluir que, com excepção dos bovinos onde se verifica um aumento de 15%, a tendência foi para a redução de efectivos, sendo que em 2009 existiam 87% dos suínos presentes em 1999, 71% de ovinos e 75% de caprinos.

Considera-se assim, que as necessidades de água para a pecuária, calculadas com os valores do RGA99, tendo em conta a data recente de publicação dos dados do RGA09, são aceitáveis, uma vez que estão determinados numa perspectiva conservadora.

1.7.1.4. Agricultura

As necessidades de água para a agricultura correspondem, essencialmente, aos volumes de água utilizados na rega, pelo que não têm uma distribuição uniforme no tempo, uma vez que esta se destina a complementar as necessidades de água das culturas, garantindo o desenvolvimento vegetativo normal ao longo do ano. Desta forma, os volumes utilizados têm uma distribuição temporal condicionada por todos os factores meteorológicos e hidrológicos que determinam o teor de humidade no solo.

A informação disponível sobre consumos de água para rega é, na RH5, tal como para outras regiões do país, muito deficiente. Deste modo, os consumos actuais de água para rega foram estimados a partir das necessidades de água úteis das culturas, obtidas pela realização do balanço hídrico, sendo estas afectadas pelas perdas verificadas na adução, na distribuição e na aplicação.

Estas perdas são bastante diferentes nos regadios individuais e nos regadios colectivos de iniciativa pública de grandes dimensões, pelo que se optou pela determinação dos volumes utilizados nestes dois sistemas de regadio de forma diferenciada. Note-se, contudo, a presença de vários regadios colectivos tradicionais, cuja abordagem para o cálculo das necessidades de rega se assemelha à dos regadios individuais.

Para os regadios individuais, as necessidades hídricas foram estimadas indirectamente, com base em dados estatísticos sobre áreas regadas e na simulação de balanços de água no solo, para calcular as necessidades úteis de rega de uma cultura, com vista à satisfação única das necessidades de transpiração para que esta não apresente quebras de produção.

No caso dos regadios colectivos de iniciativa pública (aproveitamentos hidroagrícolas geridos por associações de beneficiários), embora exista informação detalhada e rigorosa dos volumes de água utilizados anualmente, estes não se encontram muitas vezes individualizados por cultura, pelo que se adoptou por uma metodologia de cálculo semelhante à dos regadios individuais, acrescentando apenas da eficiência de transporte, observada nos canais e grandes adutores dos regadios colectivos. No presente estudo foram individualizados os regadios colectivos do Grupo II, que se apresentam no Quadro 2.29, no qual se indicam também as respectivas áreas beneficiadas, de acordo com os elementos fornecidos pela Direcção-Geral de Agricultura e Desenvolvimento Rural (DGADR).

Quadro 2.29 – Principais aproveitamentos hidroagrícolas.

Perímetro	Área beneficiada (ha)
Alvega	334
Cova da Beira	12 500 ¹
Divor	488
Idanha-a-Nova	8 198
Minutos	1 532
Vale do Sorraia e Magos	15 900 ²
Lezíria Grande de Vila Franca de Xira	13 420
Total	52 372

Fonte: DGADR

¹ Área total incluindo os blocos actualmente em construção, e o alargamento à Freguesia do Colmeal da Torre

² A área total do aproveitamento hidroagrícola é de 16 351 ha, que inclui uma área de enxugo que apenas está associada ao aproveitamento hidroagrícola para efeitos de exploração e conservação

a) Estações meteorológicas e dados climáticos

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 em estações meteorológicas distribuídas por toda a região hidrográfica. Foram utilizadas as séries climatológicas das estações meteorológicas já consideradas no PBH Tejo (INAG, I.P., 2001), com dados de Outubro de 1959 a Setembro de 1988, devido à dificuldade de actualização das mesmas séries, em termo útil, para a realização do PGRH Tejo. No Quadro 2.30 apresentam-se as principais características destas estações.

Quadro 2.30 – Estações meteorológicas consideradas.

Estação meteorológica	Latitude	Longitude	Altitude (m)	Altura do anemómetro (m)
Alcobaça (Est. frut.)	39°31' N	8°58' W	38	6
Alvega	39°28' N	8°03' W	51	4
Coimbra	40°12'25" N	8°25'30" W	141	10,5
Dois Portos	39°02' N	9°11' W	110	4
Évora (Torre Sert.)	38°34' N	7°54' W	309	22,9
Fundão	40°08' N	7°30' W	495	4
Lisboa/Tapada da Ajuda	38°42' N	9°11' W	37	6
Portalegre	39°17' N	7°25' W	597	11,7
Salvaterra de Magos	39°02' N	8°44' W	5	4
Santarém (Esc. Agríc.)	39°15'10" N	8°41' 59" W	54	6
Sintra (Granja)	38°50' N	9°20' W	134	19,4

O presente estudo incidiu sobre uma área total de 25 666 km², englobando um total de 23 sub-bacias hidrográficas, com numerosas bacias de MA em condições edafo-climáticas muito diversas. A análise conduziu, por isso, ao estabelecimento de áreas de influência para as várias estações meteorológicas cujos dados foram considerados na estimativa das necessidades de água para a rega. Estas áreas foram definidas tendo em conta factores geográficos, topográficos e agronómicos, e estabelecidas de forma a não intersectarem os limites das MA, para facilidade de cálculo.

b) Evapotranspiração de referência

A evapotranspiração de referência (ET_0) necessária ao cálculo das necessidades hídricas úteis das culturas foi determinada pelo método de *Penman-Monteith* para as estações meteorológicas anteriormente indicadas. No Quadro 2.31 apresentam-se os valores anuais da evapotranspiração de referência (ET_0) obtidos para as diferentes estações meteorológicas, e para os anos médio, seco e muito seco, ou seja, que representam uma probabilidade de não ser excedida em 50%, 80% e 95% dos anos respectivamente.

Quadro 2.31 – Evapotranspiração de referência (ET_0 , mm/ano).

Estação meteorológica	Ano Médio (50%)	Ano Seco (80%)	Ano Muito Seco (95%)
Alcobaça (Est. frut.)	827	853	879
Alvega	918	951	983
Coimbra	1 496	1 538	1 579
Dois Portos	903	940	976
Évora (Torre Sert.)	1 092	1 144	1 193
Fundão	1 061	1 098	1 134
Lisboa/Tapada da Ajuda	966	1 015	1061
Portalegre	1 070	1 114	1 156
Salvaterra de Magos	924	964	1 003
Santarém (Esc. Agrícola)	926	958	989
Sintra (Granja)	902	938	972

c) Áreas regadas

O apuramento das áreas regadas baseou-se nos dados do RGA99, fornecidos pelo INE e em cartografia digital referente ao uso do solo – CLC 2006 – disponibilizada pelo Instituto Geográfico Português (IGP). Foram ainda consultadas as associações de beneficiários dos aproveitamentos hidroagrícolas incluídos na RH5, para o levantamento das áreas regadas nestes regadios colectivos, assim como para se saber a distribuição das culturas praticadas nessas áreas.

Numa primeira abordagem, foram analisadas as áreas de regadio representadas na carta CLC 2006 para a área da região hidrográfica. Embora estas áreas não fossem directamente comparáveis com os dados do RGA99, constituíam fonte de informação mais recente e de natureza geográfica, pelo que, aparentemente, permitiriam localizar com precisão o regadio na área total da região hidrográfica. No entanto, a carta CLC 2006 apresenta algumas indefinições, não desagregando, dentro das classes de culturas permanentes, ou seja, olival, vinha, pomar e prado, as áreas de culturas regadas.

A comparação das áreas de regadio CLC 2006 com os dados do RGA99 mostrou, porém, que, não considerando as culturas permanentes, a área medida na CLC 2006 era muito inferior à indicada na estatística do INE (cerca de 82%). Uma vez que não há indicação da proporção das áreas das culturas de vinha, olival, pomar e prado que é regada, optou-se por não utilizar essa informação.

Foi, ainda, analisada a informação proveniente do Instituto de Financiamento da Agricultura e Pescas, I.P. (IFAP) em 2009. No entanto, a área regada diz apenas respeito às áreas beneficiadas pelo regime de pagamento único, pelo que não abrange a totalidade da área regada.

A determinação das áreas regadas foi, assim, efectuada com base nos dados do RGA99 para as várias freguesias da região hidrográfica, tendo-se considerado a carta CLC 2006 como meramente indicadora da concentração dessas áreas na RH5, não sendo utilizada nos cálculos. No Quadro 2.32 apresentam-se as áreas regadas na RH5, por sub-bacia.

Quadro 2.32 - Áreas regadas na RH5, por sub-bacia (ha).

Sub-bacia	Área regada (ha)
Rio Erges	353
Ribeira do Aravil	2 244
Rio Pônsul	9 213
Rio Ocreza	3 482
Rio Zêzere	17 071
Rio Almonda	4 450
Rio Alviela	2 700
Rio Maior	7 902
Rio Alenquer	1 135
Rio Grande da Pipa	207
Rio Trancão	1 719
Grande Lisboa	197
Rio Sever	299
Ribeira de Nisa	539
Vala de Alpiarça e Ribeira de Ulme	7 531
Ribeira de Muge	4 363
Ribeira de Magos	4 539
Rio Sorraia	44 566
Tejo superior	5 710
Tejo inferior	8 663
Estuário	17 797
Ribeiras Costeiras do Sul	129
Água Costeira do Tejo	351
Total	145 160

Fonte: RGA99

d) Ocupação cultural

Com base no RGA99 apuraram-se as principais culturas regadas nas diversas freguesias abrangidas pela RH5. Considerou-se que os dados destas culturas se mantiveram constantes desde 1999, dada a ausência de dados mais recentes, nomeadamente resultantes do RGA09.

As culturas praticadas foram agrupadas de acordo com as suas características agronómicas, tendo-se seleccionado uma cultura tipo por cada agrupamento cultural, representativa do conjunto, como se apresenta no Quadro 2.33.

Quadro 2.33 – Culturas representativas.

Culturas	Cultura representativa	Outras culturas
Cereais de Inverno	Trigo duro	Trigo mole, triticales, cevada, etc.
Milho-grão	Milho-grão	Milho-híbrido e milho regional
Forrageiras	Milho-forragem	Milharada, outras culturas forrageiras, prados temporários
Hortícolas e hortícolas para indústria	Tomate	Batata, beterraba, melão, pimento, etc.
Oleaginosas	Girassol	Colza e soja
Arroz	Arroz	-
Vinhas	Vinha	Vinha para uva de mesa e vinha para vinho
Pomares	Pomar	-
Olivais	Olival	-
Prados	Prado	Pastagens permanentes

As necessidades de água para agricultura foram estimadas considerando uma área total regada de 145 160 ha, na região hidrográfica, sendo as culturas que apresentam uma maior representatividade no regadio a cultura do milho-grão e o grupo das hortícolas e das hortícolas para a indústria (neste caso, tomate, como cultura representativa), que representam cerca de 32% e 26% da área total das culturas regadas, respectivamente, como se verifica no Quadro 2.34.

Quadro 2.34 – Culturas¹ regadas na bacia hidrográfica (ha).

Cultura ¹	Área (ha)	%
Trigo	5 029	3,5
Milho-grão	46 101	31,8
Forragem	24 765	17,1
Tomate	37 919	26,1
Girassol	3 761	2,6
Arroz	8 995	6,2
Vinha	1 701	1,2
Pomar	9 241	6,4
Olival	3 432	2,4
Prado	4 214	2,9
Total	145 160	100

Fonte: RGA99

¹ Cultura representativa do agrupamento cultural

Foram ainda tidos em conta os elementos disponibilizados para os Aproveitamentos Hidroagrícolas do Estado, classificados no Grupo II, cuja informação se sistematiza no Quadro 2.35.

Quadro 2.35 – Áreas/ culturas¹ regadas (ha) nos regadios colectivos em 2009.

Perímetro	Trigo	Milho	Forragem	Tomate	Girassol	Arroz	Vinha	Pomar	Olival	Prado	Total
Alvega	0	59	7	19	0	0	2	10	4	0	101
Cova da Beira	0	56	1 475	332	0	0	7	415	115	0	2 400
Divor	0	0	123	124	0	50	216	0	0	0	513
Idanha-a-Nova	0	378	2 385	320	0	0	8	42	13	105	3 251

Perímetro	Trigo	Milho	Forragem	Tomate	Girassol	Arroz	Vinha	Pomar	Olival	Prado	Total
Minutos	0	429	105	188	0	0	106	0	110	0	938
Vale do Sorraia e Magos	289	3 761	1672	3 200	22	5 325	101	12	0	0	14 382 ⁽²⁾
Lezíria Grande de Vila Franca de Xira	0	1 756	0	2 229	259	2 558	0	0	0	0	6 802
Total	289	6 439	5 766	6 412	281	7 933	441	479	242	105	28 386

Fonte: Histórico da exploração dos AH do Estado (AHE – regadios colectivos de iniciativa pública) fornecido pela DGADR e Associações de Beneficiários, no âmbito da execução dos contratos de concessão para utilização dos recursos hídricos nos AHE; (2) Relatório e Contas da Associação de Regantes e Beneficiários do Vale do Sorraia. Exercício de 2009.

¹ Cultura representativa do agrupamento cultural

e) Parâmetros culturais

Para a realização do balanço hídrico do solo foi necessário definir alguns parâmetros culturais para as diversas culturas consideradas. Seguidamente, apresenta-se uma breve descrição dos diversos parâmetros culturais considerados.

A variabilidade temporal dos parâmetros culturais está relacionada com as fases do ciclo vegetativo de cada cultura. No caso das culturas anuais, considerou-se um ciclo vegetativo composto por cinco fases: inicial (desde a instalação da cultura até ao início do crescimento vegetativo); crescimento vegetativo rápido; floração; formação do fruto; e maturação (que termina na colheita).

Os ciclos culturais de cada cultura, que traduzem a variação das suas necessidades de água ao longo do ano, foram definidos a partir de informação recolhida junto de agricultores e associações de regantes presentes na região hidrográfica.

Os coeficientes culturais (K_c) relacionam a evapotranspiração da cultura em estudo (E_{Tc}) com a evapotranspiração de referência (E_{To}). O parâmetro K_c é variável ao longo do ciclo cultural e é diferente para cada cultura. Nas culturas anuais, o valor de K_c é baixo e constante na fase de estabelecimento da cultura, seguindo-se um aumento gradual durante a fase de desenvolvimento vegetativo rápido, até se estabelecer um valor máximo no início da fase da floração. Este valor máximo de K_c mantém-se até ao fim da fase de frutificação da cultura. Finalmente, observa-se uma diminuição do valor de K_c na fase de maturação. Nas forragens de vários cortes, o K_c é máximo no momento do corte, ao que se sucede uma diminuição radical, observando-se posteriormente um aumento gradual até ao novo corte.

A profundidade radicular é um parâmetro de que depende a reserva útil do solo, sendo maior a sua influência sobre as dotações de rega e intervalos entre regas do que propriamente sobre as necessidades globais de rega. As culturas que apresentam um sistema radicular mais profundo poderão beneficiar das reservas iniciais de água existentes nas camadas mais profundas do solo, o que se traduz numa ligeira economia nas necessidades globais de rega.

A reserva facilmente utilizável (RFU) é a fracção da reserva utilizável (RU) do solo em que a cultura não manifesta quebra de produção. É caracterizada pelo parâmetro de gestão da rega (p), que traduz inversamente a sensibilidade da cultura a entrar em quebra de produção, devido à diminuição do armazenamento de água no solo (Teixeira, 1994).

f) Características pedológicas

Para a realização do balanço hídrico do solo é necessário caracterizar os solos sob o ponto de vista hidrológico. A reserva utilizável (RU) do solo é caracterizada pela quantidade de água que uma planta pode disponibilizar, e obtém-se subtraindo-se ao volume de água armazenado pelo solo a capacidade de campo, até determinada profundidade, o volume armazenado ao coeficiente de emurchecimento permanente em idêntica profundidade. A RU do solo tem influência ao nível das dotações de rega e dos intervalos entre regas. No entanto, em termos de necessidades globais de rega, a RU do solo tem uma interferência menos significativa nos valores obtidos.

As características pedológicas foram estimadas com base na carta digital *Harmonized World Soil Database v. 1.1* (HWSD) da *Food and Agriculture Organization of the United Nations* (FAO) (FAO, 2009). Esta carta foi analisada para as áreas de influência das várias estações meteorológicas, tendo-se escolhido como representativo de cada área o solo com maior incidência (Quadro 2.36).

Quadro 2.36 – Características pedológicas na área de influência da estação meteorológica.

Estação meteorológica	Capacidade de campo (% vol)	Coefficiente de emurchecimento (% vol)
Alcobaça (Est. frut.)	36	21
Alvega	14	6
Coimbra	36	21
Dois Portos	23	10
Évora (Torre Sert.)	14	6
Fundão	26	12
Lisboa/Tapada da Ajuda	15	5
Portalegre	23	10
Salvaterra de Magos	14	6
Santarém (Esc. Agrícola)	14	6
Sintra (Granja)	26	12

g) Tecnologia e eficiência de rega

As necessidades de rega são, também, função das práticas agrícolas, das perdas por evaporação nos reservatórios de água e dos sistemas de adução, distribuição e aplicação de água, pois estes factores condicionam e determinam a eficiência de utilização da água.

Este nível de eficiência é indicativo da quantidade de água que retorna ao meio hídrico, uma vez que reflecte a quantidade de água que é efectivamente utilizada pelas plantas e, complementarmente, a proporção que não é devolvida ao meio.

Devido à falta de informação estatística relativa à utilização dos diferentes métodos e equipamentos de rega, bem como de distribuição e transporte de água até à parcela, houve necessidade de considerar uma distribuição percentual dos métodos de rega, apresentada no Quadro 2.37 relativamente aos grupos de culturas representativos adoptados.

Quadro 2.37 – Distribuição dos métodos de rega por cultura (% da área).

Cultura ¹	Aspersão	Superfície	Gota-a-gota
Trigo	90	10	0
Milho-grão	90	10	0
Forragem	90	10	0
Tomate	90	10	0
Girassol	90	10	0
Vinha	0	0	100
Pomar	0	5	95
Olival	0	0	100
Prado	90	10	0

¹Cultura representativa do agrupamento cultural

Aos diferentes métodos de rega foram ainda associados diferentes valores de eficiência de aplicação e distribuição (Quadro 2.38). Para os regadios colectivos de iniciativa pública, considerou-se ainda uma eficiência de transporte. Com base na informação cedida pelas associações de regantes, considerou-se uma eficiência de 65%, para o perímetro de Idanha-a-Nova, enquanto que para os restantes perímetros adoptou-se uma eficiência de 85%. Refira-se que relativamente ao Aproveitamento Hidroagrícola de Lezíria Grande de Vila Franca de Xira existem cerca de 3 200 ha regados através de condutas de transporte enterradas, sistema ao qual se atribui valor de 85-90% de eficiência e nos restantes 10 200 ha regados por canais de terra a eficiência não ultrapassa os 65%.

No caso do Aproveitamento Hidroagrícola dos Minutos, uma vez que se trata de um perímetro de rega novo, que entrou em funcionamento em 2005, constituído por condutas enterradas em pressão, não se foi aplicada essa eficiência de transporte adicional.

Quadro 2.38 – Eficiência de aplicação e distribuição (%).

Método de rega	Eficiência
Aspersão	75
Superfície	65
Gota-a-gota	90

h) Necessidades hídricas totais para rega

A estimativa das necessidades úteis de água para rega das culturas (vulgarmente, dotação anual de rega) foi efectuada através do balanço hídrico do solo em situação de regadio, tendo-se utilizado o modelo ISAREG (Teixeira, 1994). Este balanço foi realizado para cada uma das principais culturas regadas na região, sendo as necessidades globais resultantes da ponderação das necessidades por cultura com a respectiva proporção de área. Nos Quadros 2.39 e 2.40 apresentam-se as necessidades de água úteis das culturas representativas para as sub-bacias hidrográficas (valores ponderados a partir dos valores para cada região dominada pelas estações meteorológicas) para os anos médio e seco (cujas necessidades de água não serão ultrapassadas em 50% e 80% dos anos).

Quadro 2.39 – Dotações úteis por cultura¹, em ano médio (m³/ha).

Sub-bacia	Trigo	Milho	Fornagem	Tomate	Girassol	Vinha	Pomar	Olival	Prado
Rio Erges	-	4 958	3 940	4 613	-	1 542	3 336	1 628	-
Ribeira do Aravil	974	4 958	3 940	4 613	3 967	1 542	3 336	1 628	4 951
Rio Pônsul	974	4 958	3 940	4 613	3 967	1 542	3 336	1 628	4 951
Rio Ocreza	-	4 922	3 937	4 601	3 967	1 565	3 336	1 635	4 951
Rio Zêzere	1 168	4 657	3 867	4 499	3 851	1 539	3 311	1 620	4 679
Rio Almonda	1 291	4 642	3 723	4 291	3 778	1 728	3 177	1 848	4 788
Rio Alviela	1 291	4 646	3 742	4 287	3 778	1 728	3 118	1 832	4 763
Rio Maior	1 291	4 660	3 763	4 292	3 778	1 728	3 381	1 915	4 854
Rio Alenquer	848	3 767	2 912	2 430	2 980	-	2 671	-	4 023
Rio Grande da Pipa	848	3 767	2 912	2 430	2 980	1 257	2 671	-	-
Rio Trancão	847	3 872	2 991	4 292	-	-	2 709	-	4 039
Grande Lisboa	-	3 872	2 991	4 292	-	-	2 709	-	4 039
Rio Sever	-	4 899	3 914	4 559	-	1 519	3 288	1 645	4 919
Ribeira de Nisa	-	4 748	3 906	4 558	-	1 568	3 289	1 679	4 919
Vala de Alpiarça e Ribeira de Ulme	1 291	4 660	3 763	4 292	-	1 728	3 381	1 915	4 854

Sub-bacia	Trigo	Milho	Fornagem	Tomate	Girassol	Vinha	Pomar	Olival	Prado
Ribeira de Muge	1 291	4 629	3 717	4 276	3 747	1 732	3 409	1 919	4 861
Ribeira de Magos	1 614	4 566	3 669	4 235	3 736	1 793	3 443	1 975	4 920
Rio Sorraia	1 413	4 752	4 197	4 444	4 069	1 711	3 521	1 733	5 360
Tejo superior	1 313	4 742	3 858	4 446	3 864	1 665	3 344	1 844	4 901
Tejo inferior	1 327	4 654	3 751	4 290	3 756	1 728	3 376	1 910	4 865
Estuário	1 315	4 410	3 529	4 093	3 498	1 739	3 418	1 788	4 974
Ribeiras Costeiras do Sul	1 339	4 534	3 537	4 197	-	1 734	3 446	-	-
Água Costeira do Tejo	847	3 872	2 991	4 292	-	1 273	2 709	-	4 039

¹Cultura representativa do agrupamento cultural

Quadro 2.40 – Dotações úteis por cultura¹, em ano seco (m³/ha).

Sub-bacia	Trigo	Milho	Fornagem	Tomate	Girassol	Vinha	Pomar	Olival	Prado
Rio Erges	-	5 498	4 514	5 220	-	2 097	4 004	2 120	-
Ribeira do Aravil	1 645	5 498	4 514	5 220	4 544	2 097	4 004	2 120	5 721
Rio Pônsul	1 645	5 498	4 514	5 220	4 544	2 097	4 004	2 120	5 721
Rio Ocreza	-	5 436	4 508	5 202	4 544	2 106	4 003	2 123	5 721
Rio Zêzere	1 898	5 166	4 434	5 096	4 311	2 092	3 967	2 106	5 384
Rio Almonda	1 872	5 041	4 175	4 764	4 204	2 203	3 687	2 193	5 355
Rio Alviela	1 872	5 045	4 194	4 761	4 204	2 203	3 626	2 177	5 328
Rio Maior	1 872	5 059	4 215	4 765	4 204	2 203	3 894	2 261	5 424
Rio Alenquer	1 301	4 152	3 345	2 867	3 401	-	3 133	-	4 527
Rio Grande da Pipa	1 301	4 152	3 345	2 867	3 401	1 677	3 133	-	-
Rio Trancão	1 468	4 229	3 403	4 765	-	-	3 188	-	4 545
Grande Lisboa	-	4 229	3 403	4 765	-	-	3 188	-	4 545
Rio Sever	-	5 382	4 477	5 142	-	2 023	3 907	2 023	5 541
Ribeira de Nisa	-	5 133	4 460	5 141	-	2 060	3 907	2 057	5 541
Vala de Alpiarça e Ribeira de Ulme	1 872	5 059	4 215	4 765	-	2 203	3 894	2 261	5 424
Ribeira de Muge	1 872	5 028	4 179	4 758	4 201	2 208	3 936	2 268	5 436
Ribeira de Magos	2 184	4 962	4 142	4 740	4 200	2 275	3 986	2 352	5 540
Rio Sorraia	2 086	5 167	4 686	4 973	4 566	2 217	4 077	2 117	5 997
Tejo superior	1 899	5 123	4 360	4 980	4 337	2 145	3 904	2 228	5 597
Tejo inferior	1 907	5 052	4 208	4 766	4 202	2 203	3 893	2 259	5 443
Estuário	1 844	4 828	3 980	4 574	3 944	2 187	3 921	2 152	5 566
Ribeiras Costeiras do Sul	1 875	4 975	3 982	4 673	-	2 179	3 936	-	-
Água Costeira do Tejo	1 468	4 229	3 403	4 765	-	1 714	3 188	-	4 545

¹Cultura representativa do agrupamento cultural

Para cada MA e sub-bacia hidrográfica, foram calculados os volumes totais de água necessários para rega, a partir das necessidades totais de água e das respectivas áreas regadas em regadios individuais, em regadios colectivos de iniciativa pública, assim como os totais para todos os tipos de regadios, com base nas áreas fornecidas pelo RGA99.

No que se refere à cultura do arroz, visto que esta cultura tem outras necessidades de água para além das já referidas, (nomeadamente para manejo da cultura e inundação dos canteiros), tendo em conta informações recolhidas junto de

agricultores e de associações de beneficiários, considerou-se uma dotação média de 12 500 m³/ha, independentemente do tipo de ano em análise.

De forma a validar a metodologia utilizada, para os regadios colectivos, foram analisados os volumes de água declarados pelas associações de beneficiários nos anos de 1999 e 2008 e constantes do Regime Económico e Financeiro (REF) relativo aos anos de 2009 e 2010, tendo-se comparado estes valores com os valores dos volumes de água obtidos para o ano médio, de acordo com a metodologia utilizada. Verificou-se que ambos os valores apresentam a mesma ordem de grandeza, o que traduz a adequabilidade da metodologia apresentada.

Por fim, somaram-se as necessidades de água estimadas para os regadios individuais e colectivos, obtendo-se o valor de necessidades de água totais para rega na RH5 (Quadro 2.41).

Quadro 2.41 – Necessidades de água totais anuais para rega (dam³), por sub-bacia.

Sub-bacia	Ano Médio (50%)	Ano Seco (80%)	Ano Muito Seco (95%)
Rio Erges	2 150	31 319	2 672
Ribeira do Aravil	16 396	34 098	20 632
Rio Pônsul	59 506	323 217	75 394
Rio Ocreza	18 773	33 242	23 819
Rio Zêzere	91 466	55 908	116 808
Rio Almonda	26 543	111 044	31 418
Rio Alviela	15 183	755	18 241
Rio Maior	44 903	2 008	53 963
Rio Alenquer	4 601	971 862	5 722
Rio Grande da Pipa	824	31 319	1 032
Rio Trancão	8 863	34 098	10 851
Grande Lisboa	984	323 217	1 215
Rio Sever	1 610	33 242	2 045
Ribeira de Nisa	2 823	55 908	3 605
Vala de Alpiarça e Ribeira de Ulme	44 150	111 044	52 456
Ribeira de Muge	29 177	755	33 362
Ribeira de Magos	31 771	2 008	36 319
Rio Sorraia	297 489	971 862	347 772
Tejo Superior	29 770	31 319	36 557
Tejo Inferior	50 928	34 098	60 661
Estuário	100 332	323 217	121 266
Ribeiras Costeiras do Sul	675	33 242	832
Água Costeira do Tejo	1 801	55 908	2 204
Total	880 721	111 044	1 058 846

O valor das necessidades de água totais para agricultura, na RH5, ascende a 881 hm³, em ano médio, cerca de 65% das necessidades totais da região hidrográfica. Estas podem atingir cerca de 972 hm³ em ano seco e 1 059 hm³ em ano muito seco. Destaca-se a sub-bacia Rio Sorraia com as necessidades de água mais elevadas, para agricultura, na região hidrográfica, cerca de 34% das necessidades totais.

No entanto, as sub-bacias que apresentam maiores necessidades de água em média por unidade de área são a Ribeira de Magos, Rio Almonda, Vala de Alpiarça e Ribeira de Ulme e Tejo Inferior, o que se justifica por serem as sub-bacias com valores mais elevados de áreas regadas face à respectiva área total, com valores acima dos 15%.

Efectuou-se ainda, a comparação entre as áreas regadas do RGA09 (cerca de 133 mil hectares), disponibilizadas após a conclusão deste estudo, e as áreas regadas apuradas a partir do RGA99 (cerca de 145 mil hectares), o que permitiu concluir que se verificou, na área da RH5, uma redução da ordem dos 8% das áreas regadas. Considera-se assim, que as necessidades de água para a agricultura, calculadas com base nos valores do RGA99, tendo em conta a recente publicação do RGA09, são aceitáveis, uma vez que estão determinadas numa perspectiva conservadora.

1.7.1.5. Golfe

No que refere ao sector do golfe, foram estimadas as necessidades de água totais dos diversos campos de golfe localizados na RH5, considerando os consumos de água inerentes aos campos de golfe e espaços verdes, equiparados aos consumos da rega e com tratamento semelhante a nível da quantificação, mas, também, os consumos inerentes à lavagem de pavimentos, piscinas, entre outros, que actualmente apresentam a tendência de serem cobertos por água não potável. Não foram consideradas as necessidades de água associadas às actividades hoteleiras, uma vez que estas foram englobadas na análise das necessidades associadas aos usos urbanos, tendo sido reflectidas através da estimativa da população flutuante, a qual engloba os ocupantes sazonais e os turistas.

Para avaliação das necessidades de água associadas ao golfe, em primeiro lugar, foram identificados os campos de golfe existentes e em exploração na RH5. Posteriormente, foram contactados os responsáveis dos mesmos, de modo a definir as áreas que actualmente são regadas.

A estimativa das necessidades úteis de água para rega foi calculada através do balanço de água no solo em situação de regadio, tendo-se utilizado o modelo ISAREG (Teixeira, 1994). Este balanço foi realizado para as estações meteorológicas onde a área de influência incluía campos de golfe, tendo sido efectuado com uma base mensal, para três anos característicos: ano médio (50%), ano seco (80%) e ano muito seco (95%). A evapotranspiração de referência (ET_o) foi determinada pelo método de *Penman Monteith*. A evapotranspiração da relva dos campos de golfe foi determinada considerando um coeficiente cultural igual a 0,95 durante todos os meses do ano.

Para se obter as necessidades totais de água para rega, e visto que é geralmente utilizada a rega por aspersão, adoptou-se uma eficiência de aplicação igual a 80%. De forma a ter-se em consideração os volumes de água utilizados em lavagens e na rega dos espaços verdes adjacentes aos campos de golfe, majoraram-se os valores obtidos em mais 30% (Quadro 2.42).

Quadro 2.42 – Necessidades de água para rega dos campos de golfe por sub-bacia (dam³).

Sub-bacia	Área (ha)	Ano Médio (50%) (dam ³)	Ano Seco (80%) (dam ³)	Ano Muito Seco (95%) (dam ³)
Rio Maior	40	351	392	430
Rio Trancão	20	156	174	191
Grande Lisboa	50	389	435	478
Rio Sorraia	105	943	1 050	1 153
Estuário	200	1 835	2 035	2 225
Água Costeira do Tejo	240	1 899	2 117	2 328
Totais	655	5 573	6 203	6 805

As necessidades de água estimadas para o sector do golfe ascendem a 6 hm³, menos de 1% das necessidades totais da região, considerando 20 empreendimentos de golfe existentes na RH5.

Destacam-se as sub-bacias Água Costeira do Tejo e Estuário, onde se concentram cerca de 34% e 33% das necessidades de água para rega dos campos de golfe, respectivamente. As restantes necessidades concentram-se, fundamentalmente, nas regiões envolventes àquelas duas sub-bacias.

1.7.1.6. Necessidades totais para usos consumptivos

De acordo com as estimativas efectuadas, as necessidades de água para usos consumptivos na RH5 ascendem a cerca de 1 346 hm³/ano, podendo atingir um valor máximo, em anos muito secos, de 1 525 hm³/ano. Na Figura 2.10 apresentam-se as distribuições das necessidades de água estimadas para a RH5 pelos vários usos consumptivos.

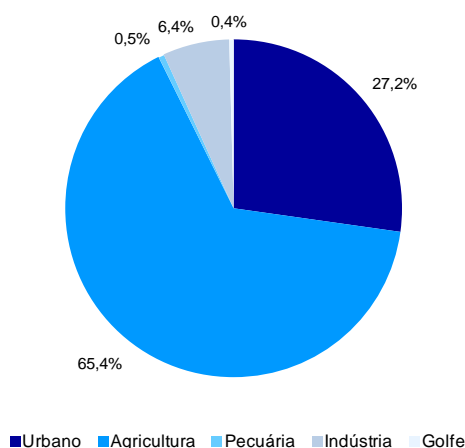


Figura 2.10 – Distribuição das necessidades de água pelos vários usos consumptivos, em ano médio.

Verifica-se, tal como expectável, que a agricultura é o maior consumidor de água, com cerca de 65% das necessidades totais na região. Segue-se o sector urbano com um peso de 27% das necessidades de água totais e a indústria com um peso de 6%. Os restantes usos consumptivos (pecuária e golfe) não têm expressão na área na região hidrográfica.

Os valores totais das necessidades de água para usos consumptivos, por sub-bacia e a respectiva distribuição pelos diferentes uso, são apresentadas no Quadro 2.43 e nas Figuras 2.11 e 2.12.

Quadro 2.43 – Necessidades de água para usos consumptivos, em ano médio, por sub-bacia.

Sub-bacia	Necessidades de água para usos consumptivos (dam ³ /ano)						Necessidades de água por unidade de área (dam ³ /ano.km ²)
	Urbano	Industria	Agricultura	Pecuária	Golfe	Total	
Rio Erges	172	13	2 150	83	0	2 418	4,08
Ribeira do Aravil	117	11	16 396	79	0	16 603	38,91
Rio Pônsul	2 297	249	59 506	197	0	62 249	48,04
Rio Ocreza	4 055	848	18 773	168	0	23 844	16,68
Rio Zézere	24 785	7 885	91 466	651	0	124 787	24,84
Rio Almonda	3 784	5 937	26 543	31	0	36 295	170,53
Rio Alviela	4 402	3 855	15 183	387	0	23 827	49,33
Rio Maior	9 954	4 216	44 903	693	351	60 117	65,08

Sub-bacia	Necessidades de água para usos consumptivos (dam ³ /ano)						Necessidades de água por unidade de área (dam ³ /ano.km ²)
	Urbano	Industria	Agricultura	Pecuária	Golfe	Total	
Rio Alenquer	3 044	3 053	4 601	59	0	10 757	37,46
Rio Grande da Pipa	1 957	849	824	70	0	3 700	31,28
Rio Trancão	34 511	4 928	8 863	123	156	48 581	174,03
Grande Lisboa	87 956	9 757	984	19	389	99 105	576,37
Rio Sever	675	413	1 610	88	0	2 786	8,97
Ribeira de Nisa	457	86	2 823	81	0	3 447	13,06
Vala de Alpiarça e Ribeira de Ulme	3 133	3 733	44 150	44	0	51 060	4,08
Ribeira de Muge	1 249	622	29 177	136	0	31 184	38,90
Ribeira de Magos	1 709	554	31 771	75	0	34 109	48,04
Rio Sorraia	13 772	9 743	297 489	3 143	943	325 090	16,68
Tejo Superior	5 783	4 319	29 770	262	0	40 134	24,84
Tejo Inferior	5 294	2 080	50 928	173	0	58 475	170,55
Estuário	131 733	21 490	100 332	703	1 835	256 093	49,32
Ribeiras Costeiras do Sul	1 526	33	675	7	0	2 241	65,09
Água Costeira do Tejo	24 303	1 019	1 801	12	1 899	29 034	37,49

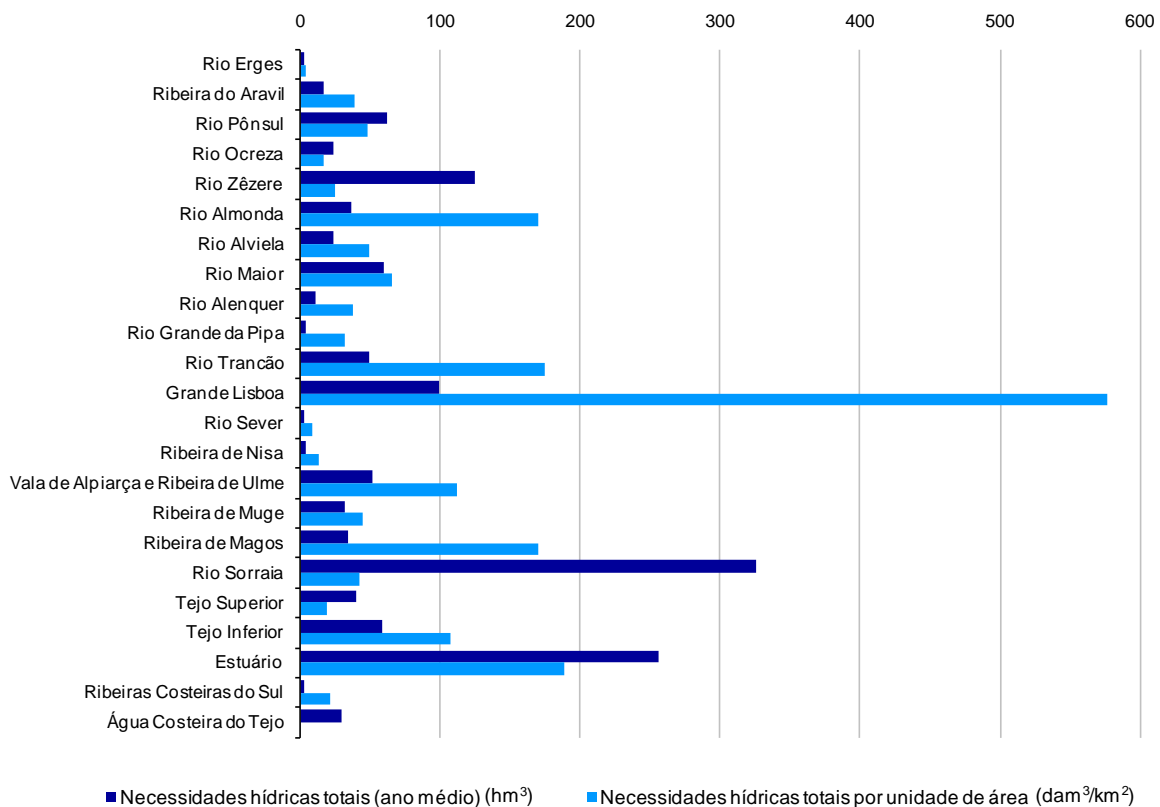


Figura 2.11 – Necessidades de água anuais totais, por sub-bacia.

Destacam-se as sub-bacias Rio Sorraia e Estuário, no cômputo geral das necessidades de água na RH5. Na sub-bacia Rio Sorraia, esta importância deve-se, em grande medida, às necessidades de água da agricultura, que apresentam o

maior valor da região (34% do total). Na sub-bacia Estuário, as necessidades de água dos usos urbano e da agricultura apresentam os maiores valores da região, respectivamente, 36% e 11%, das necessidades totais para estes usos.

No entanto, no caso da sub-bacia Rio Sorraia, uma vez que apresenta a maior área dentro da região, quando relativizados os valores pela área de cada sub-bacia as necessidades de água passam a assumir um valor com menor representatividade.

Destaca-se ainda a sub-bacia Grande Lisboa, nomeadamente quando se avaliam as necessidades de água por unidade de área, sendo a que apresenta os valores mais elevados, o que se justifica pela grande densidade populacional e pela elevada concentração de actividades económicas. As sub-bacias Ribeira de Magos e Rio Almonda apresentam também necessidades de água por unidade de área significativas, apesar de em termos de necessidades de água totais apresentarem valores comparativamente baixos às de outras sub-bacias de maiores dimensões. Esta situação está intimamente relacionada com o facto de estas duas sub-bacias serem as que apresentam uma maior razão entre as áreas regadas para agricultura e as suas áreas totais.

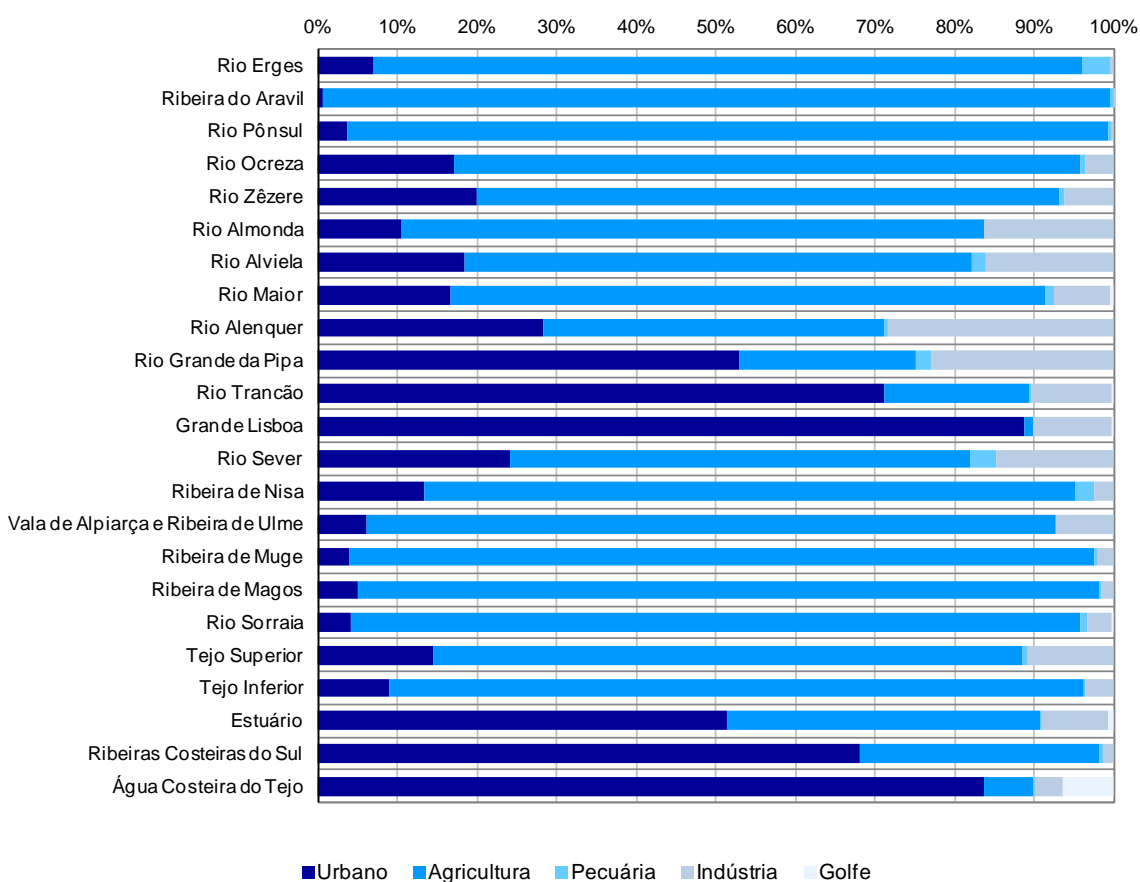


Figura 2.12 – Distribuição percentual das necessidades de água totais nas sub-bacias pelos diferentes usos consumptivos.

Verifica-se que o peso das necessidades da agricultura é preponderante na grande maioria das sub-bacias da região. Exceptuam-se as sub-bacias Grande Lisboa, Rio Trancão, Ribeiras Costeiras do Sul e Água Costeira do Tejo, onde os usos urbanos são claramente dominantes.

1.7.2. Usos não consumptivos

1.7.2.1. Usos recreativos

As potencialidades da região em termos de usos recreativos localizam-se, fundamentalmente, na zona litoral, na área do vale do Tejo e nas áreas envolventes às albufeiras existentes, designadamente, em Castelo do Bode, Maranhão e Montargil. Nestas zonas tem-se assistido a um desenvolvimento crescente de actividades turísticas e de lazer, embora nem sempre adoptando as melhores práticas, criando dificuldades acrescidas à gestão dos recursos hídricos.



Mapa 16 – Turismo e usos recreativos na região hidrográfica do Tejo.

Em termos de gestão dos recursos hídricos, sobressai a relevância dos planos de ordenamento das albufeiras, em particular, de Castelo do Bode, do Maranhão e de Montargil, já existentes, e também o POE Tejo que se encontra em elaboração.

Quanto à utilização balnear, verifica-se que toda a área da região hidrográfica é rica em locais ribeirinhos ou situados junto a albufeiras, utilizados como praias fluviais, bem como praias localizadas na linha da costa. A Portaria n.º 267/2010, de 16 de Abril de 2010, classifica 30 praias como águas balneares costeiras e de transição e 27 como águas balneares interiores (Quadro 2.44). Das 30 águas balneares costeiras e de transição, 29 encontram-se localizadas na sub-bacia Água Costeira do Tejo e uma na sub-bacia Estuário, sendo que 21 destas apresentam apoios de praia, identificados no âmbito do Regime Económico e Financeiro (REF). Relativamente às águas balneares interiores, para além das 27 classificadas através da Portaria, foram identificados outros 31 locais de utilização como praias fluviais de acordo com informação recolhida em diversos sítos turísticos e de câmaras municipais, estando concentradas, sobretudo, na sub-bacia Rio Zêzere.

Quadro 2.44 - Águas balneares segundo a Portaria n.º 267/2010, de 16 de Abril.

Sub-bacia	Zona	Identificação
Rio Ocreza	Interior	Taberna Seca
Rio Ocreza	Interior	Fróia
Rio Zêzere	Interior	Janeiro de Baixo
Rio Zêzere	Interior	Penedo Furado
Rio Zêzere	Interior	Alverangel
Rio Zêzere	Interior	Agroal
Rio Zêzere	Interior	Aldeia do Mato
Rio Zêzere	Interior	Vila Nova Serra
Rio Zêzere	Interior	Montes
Rio Zêzere	Interior	Fernandaires
Rio Zêzere	Interior	Ribeira Grande
Rio Zêzere	Interior	Castanheira ou Lago Azul
Rio Zêzere	Interior	Zaboeira
Rio Zêzere	Interior	Pego das Cancelas
Rio Zêzere	Interior	Santa Luzia
Rio Zêzere	Interior	Pessegueiro
Rio Zêzere	Interior	Mosteiro
Rio Zêzere	Interior	Ana de Aviz

Sub-bacia	Zona	Identificação
Rio Zêzere	Interior	Valhelhas
Rio Zêzere	Interior	Poço Corga
Rio Zêzere	Interior	Malhadal
Rio Zêzere	Interior	Cambas
Rio Zêzere	Interior	Açude do Pinto
Rio Zêzere	Interior	Aldeia Ruiva
Rio Zêzere	Interior	Fragas de S. Simão
Tejo Superior	Interior	Quinta do Alamal
Tejo Superior	Interior	Carvoeiro (Mação)
Estuário	Costeira	Torre
Água Costeira do Tejo	Costeira	Moitas
Água Costeira do Tejo	Costeira	Avencas
Água Costeira do Tejo	Costeira	Azarujinha
Água Costeira do Tejo	Costeira	Bafureira
Água Costeira do Tejo	Costeira	Parede
Água Costeira do Tejo	Costeira	Poça
Água Costeira do Tejo	Costeira	S. Pedro do Estoril
Água Costeira do Tejo	Costeira	Tamariz
Água Costeira do Tejo	Costeira	Carcavelos
Água Costeira do Tejo	Costeira	Bela Vista
Água Costeira do Tejo	Costeira	Cabana do Pescador
Água Costeira do Tejo	Costeira	Castelo (Almada)
Água Costeira do Tejo	Costeira	Cova do Vapor
Água Costeira do Tejo	Costeira	Fonte da Telha
Água Costeira do Tejo	Costeira	Infante
Água Costeira do Tejo	Costeira	Mata
Água Costeira do Tejo	Costeira	Morena
Água Costeira do Tejo	Costeira	Praia do Cds
Água Costeira do Tejo	Costeira	Praia Nova (Almada)
Água Costeira do Tejo	Costeira	Rainha (Almada)
Água Costeira do Tejo	Costeira	Rei
Água Costeira do Tejo	Costeira	Riviera
Água Costeira do Tejo	Costeira	S. João da Caparica
Água Costeira do Tejo	Costeira	Saúde
Água Costeira do Tejo	Costeira	Sereia
Água Costeira do Tejo	Costeira	Tarquínio Paraíso
Água Costeira do Tejo	Costeira	Bicas
Água Costeira do Tejo	Costeira	Lagoa de Albufeira-Mar
Água Costeira do Tejo	Costeira	Moinho de Baixo-Meco

No que diz respeito à actividade termal, verifica-se que esta actividade tem vindo a assumir cada vez mais um papel económico relevante, que tem levado à recuperação de antigas zonas termais e à criação de uma forte componente turística associada a esta actividade. Cada vez mais, não são apenas vistas pelo seu fim medicinal, mas têm captado, com maior frequência, uma clientela mais jovem que procura apenas a componente de bem-estar.

Na área da RH5, de acordo com os dados fornecidos pela Associação das Termas de Portugal, foram identificadas nove zonas termais concessionadas, identificadas no Quadro 2.45.

Quadro 2.45– Termas concessionadas por sub-bacia.

Sub-bacia	Identificação	Concelho	Natureza das águas
Rio Erges	Termas de Monfortinho	Idanha-a-Nova	Bicarbonatada cálcica e/ou magnesiana
Rio Pônsul	Termas de Águas	Penamacor	Sulfúrea
Rio Ocreza	Termas de Ladeira de Envendos	Mação	Cloretada sódica
Rio Zêzere	Termas de Manteigas	Manteigas	Sulfúrea
Rio Zêzere	Termas de Unhais da Serra	Covilhã	Sulfúrea
Rio Sorraia	Termas de Nisa	Nisa	Sulfúrea sódica
Rio Sorraia	Termas do Monte da Pedra	Crato	Sulfúrea sódica
Rio Sorraia	Termas de Cabeço de Vide	Fronteira	Sulfúrea mista
Água Costeira do Tejo	Termas Estoril	Cascais	Cloretada sódica

Fonte: Associação das Termas de Portugal, 2010

1.7.2.2. Produção de energia

No que se refere à produção de energia foi consultada informação disponibilizada por diversas fontes que permitiram identificar, localizar e sistematizar as principais características dos aproveitamentos hidroeléctricos e das centrais térmicas existentes e em estudo na região hidrográfica.

As fontes de informação consultadas foram:

- Direcção-Geral de Agricultura e Desenvolvimento Rural (2010). Aproveitamentos Hidroagrícolas em exploração. Acedido em 23 de Dezembro de 2010, em: <http://www.dgadr.pt/>;
- EDP (2011). Centros Produtores. Acedido em 17 de Janeiro de 2011, em: <http://www.a-nossa-energia.edp.pt/>;
- EDP Produção (2006). EDP. Centros Produtores. EDP Produção, Gestão da Produção de Energia, Gabinete de Comunicação – GCM, Lisboa;
- ARH Tejo – informação sobre pedidos aproveitamentos hidroeléctricos existentes e para a instalação de novos aproveitamentos;
- Aqualogus (2009). Avaliação do Potencial Hidroeléctrico da Região Hidrográfica do Tejo e das Bacias Hidrográficas das Ribeiras do Oeste. ARH Tejo, I.P., Lisboa.

A produção hidroeléctrica, como utilização não consumptiva de água na RH5, assume grande significado mesmo a nível nacional, existindo actualmente em exploração, sete aproveitamentos hidroeléctricos de grande dimensão (potência instalada superior a 10 MW). Destes aproveitamentos hidroeléctricos quatro localizam-se na sub-bacia Rio Zêzere (Santa Luzia, Cabril, Bouçã e Castelo de Bode), um na sub-bacia Rio Ocreza (Pracana) e dois no troço principal do rio Tejo, na sub-bacia Tejo Superior (Belver e Fratel)



Mapa 17 – Aproveitamentos hidroeléctricos e centrais térmicas na região hidrográfica do Tejo.

(Quadro 2.46). Ainda no âmbito dos grandes aproveitamentos está prevista a construção da barragem do Alvito na sub-bacia Rio Ocreza (Quadro 2.47).

Quadro 2.46 – Características principais dos grandes aproveitamentos (P>10 MW).

Características principais	S. Luzia	Cabril	Bouçã	C. Bode	Pracana	Fratel	Belver
Curso de água	Unhais	Zêzere	Zêzere	Zêzere	Ocreza	Tejo	Tejo
Sub-bacia	Rio Zêzere	Rio Zêzere	Rio Zêzere	Rio Zêzere	Rio Ocreza	Tejo Superior	Tejo Superior
Ano de entrada em serviço	1943	1954	1955	1951	1993	1974	1951
Tipo de aproveitamento	Albufeira	Albufeira	Albufeira	Albufeira	Albufeira	Fio de água	Fio de água
Potência total instalada (MW)	25,8	108,0	44,0	159,0	41,0	132,0	80,7
Área da bacia (km ²)	50,0	2 340,0	2 525,0	3 950,0	1 410,0	59 562,0	62 802,0
Queda bruta máxima (m)	326,0	122,0	56,0	96,0	57,0	29,0	15,0
Altura máxima da barragem (m)	76,0	132,0	63,0	115,0	60,0	48,0	36,0
Capacidade útil da albufeira (hm ³)	50,5	615,0	7,9	902,5	95,6	21,0	7,5
Caudal máximo turbinável (m ³ /s)	10,0	54,0	50,0	80,0	88,0	250,0	798,0
Produtividade média anual (GWh)	54,0	304,8	153,2	396,5	63,8	357,9	220,0

Fonte: EDP, 2010

Quadro 2.47 – Características dos grandes aproveitamentos em construção (P>10 MW).

Aproveitamento	Sub-bacia	Curso de água	Queda bruta máxima (m)	Potência total instalada (MW)	Caudal turbinável (m ³ /s)	Produtividade média anual (GWh/ano)
Alvito	Rio Ocreza	Ocreza	-	225	-	370

Fonte: ARH Tejo I.P., 2010

Identificaram-se ainda, na RH5, um total de 16 aproveitamentos hidroeléctricos com potência total instalada entre 1 MW e 10 MW, a maioria localizados na sub-bacia Rio Zêzere. Os principais pequenos aproveitamentos actualmente em exploração correspondem, na sua quase totalidade, a centrais existentes há já alguns anos.

Os pequenos aproveitamentos hidroeléctricos existentes na RH5, definidos como sendo todos os que têm uma potência instalada inferior a 10 MW, podem agrupar-se da seguinte forma:

- Aproveitamentos explorados pelas empresas de produção do Grupo EDP. Neste grupo, integra-se o sistema produtor da Ribeira de Nisa, construído há mais de 60 anos e recentemente objecto de remodelação, o qual compreende três centrais: Pova, Bruceira e Velada;
- outros aproveitamentos pertencentes a pequenos produtores, onde se incluem:
 - as três centrais associadas às infra-estruturas dos aproveitamentos hidroagrícolas do Vale do Sorraia, açude do Gameiro e barragens de Montargil e do Maranhão, exploradas pela Direcção-Geral de Agricultura e Desenvolvimento Rural (DGADR), que turbinam os caudais de rega e parte dos volumes afluentes sobrantes;
 - a central do aproveitamento hidroagrícola de Idanha-a-Nova também explorada pela DGADR, que turbinam os caudais de rega que são aduzidos para o canal condutor geral;

- a central do aproveitamento hidroagrícola da Cova da Beira explorada também pela DGADR, designada por central do Meimão e que turbinou os caudais de rega transferidos da albufeira do Sabugal para a da Meimoa;
- os quatro aproveitamentos da cascata da Ribeira de Alforfa (Covão da Nave, Pedra da Figueira, Alforfa e Estrela/Coucinhos), em que os três primeiros foram recentemente objecto de remodelação;
- o aproveitamento de Janeiro de Cima, no curso principal do rio Zêzere.

No Quadro 2.48 resumem-se as características consideradas relevantes para as centrais com potência superior a 1 MW, há mais tempo em exploração e ligadas à rede eléctrica.

Quadro 2.48 – Características dos principais pequenos aproveitamentos (1 MW < P < 10 MW).

Aproveitamento	Sub-bacia	Curso de água	Queda bruta máxima (m)	Potência total instalada (MW)	Produtividade média anual (GWh/ano)
Bruceira	Ribeira de Nisa	Rib. de Nisa	65	1,7	4,7
Poio ¹	Ribeira de Nisa	Rib. de Nisa	-	1,5	4,8
Velada	Ribeira de Nisa	Rib. de Nisa	115	2,1	8,9
Idanha	Rio Pônsul	Pônsul	44	2,6	4,5
Gameiro	Rio Sorraia	Rib. Raia/Sorraia	8	1,4	2,9
Maranhão	Rio Sorraia	Rib. Raia/ Sorraia	39	7,5	13,1
Alforfa	Rio Zêzere	Rib. de Alforfa	214	2,6	5,4
Barroca	Rio Zêzere	Zêzere	7	2,4	5,9
Caldas de Manteigas	Rio Zêzere	Nabão	287	7,0	17,0
Estrela/Coucinhos	Rio Zêzere	Rib. Alforfa	-	3,0	-
Cova da Beira (Sabugal)	Rio Zêzere	Sabugal/Meimoa	200	5,6	27,0
Covão da Nave	Rio Zêzere	Rib. De Alforfa	233	1,5	2,1
Covão do Ferro	Rio Zêzere	Rib. Unhais/Rib. Alforfa	-	1,2	2,4
Janeiro de Cima	Rio Zêzere	Zêzere	16	8,7	22,0
Montargil	Rio Zêzere	Rib. Raia/ Sorraia	28	4,0	5,9
Pedra da Figueira	Rio Zêzere	Rib. de Alforfa	299	2,6	5,0

Fonte: Avaliação do Potencial Hidroeléctrico da Região Hidrográfica do Tejo e das Bacias Hidrográficas das Ribeiras do Oeste, ARH do Tejo, I.P., 2010

¹Aproveitamento não se encontra em exploração

Para além dos aproveitamentos identificados no quadro anterior, existem dois previstos, já com licença atribuída – Aproveitamentos Hidroeléctricos de Janeiro de Baixo e de Palhais, com potências de 3,3 MW e 5,2 MW, respectivamente, ambos localizados na sub-bacia Rio Zêzere.

De referir que a central hidroeléctrica existente no aproveitamento da Cova da Beira, instalada junto à barragem da Meimoa, permite o aproveitamento hidroenergético do desnível entre as albufeiras do Sabugal e da Meimoa, sendo aí turbinados os caudais transferidos para rega a partir das cabeceiras do rio Côa, gerados numa bacia total de 130 km². Está-se, portanto, na presença de um aproveitamento dos recursos hídricos originários da bacia hidrográfica do rio Douro (RH3), pelo que, apesar de a central se situar junto da ribeira de Meimoa, afluente do rio Zêzere, considera-se mais adequada contabilizar as suas potencialidades na primeira bacia.

No que respeita às potencialidades de realização de novos aproveitamentos com potência inferior a 10 MW, foram contabilizados cerca de 80 pedidos para utilização da água ou para aproveitamento de infra-estruturas já existentes.

Estes pequenos aproveitamentos requerem portanto um escrutínio mais profundo para avaliação do seu potencial hidroeléctrico exequível, contemplando estudos hidrológicos com regimes de escoamento mais precisos, análise de custos específicas e levantamentos topográficos locais para aferição das características identificadas. Atente-se ainda que as novas exigências de definição de caudais ecológicos elevados retira rentabilidade a grande parte destes aproveitamentos, sobretudo se têm circuitos hidráulicos extensos, podendo torná-los inexecutáveis.

Desta forma, o potencial hidroeléctrico de média e baixa potência ainda por realizar e concessionar, na RH5, está concentrado num conjunto de locais que apresentam condições para a realização de aproveitamentos hidroeléctricos com potência sempre inferior a 5 MW. Este conjunto foi ainda dividido em dois lotes: um com potências compreendidas entre 1,2 e 5 MW e um outro referente aos micro aproveitamentos de potência inferior a 1,2 MW. Considerando que estes aproveitamentos podem apresentar interesse económico, são identificados nos Quadros 2.49 e 2.50.

Quadro 2.49 – Locais com pequeno potencial hidroeléctrico (1,2 a 5 MW).

Nome do aproveitamento	Linha de água	Freguesia	Concelho	Área total (Km ²)	Potência total instalada (MW)	Produtividade média anual (GWh)
Cabeço Redondo	Rio Pãosul	Ladoeiro	Idanha-a-Nova	1 039	3,7	10,5
Cabeiro	Rib. ^a de Alpeade	Idanha-a-Nova	Idanha-a-Nova	433	2,1	5,4
Verdelhos e Beijames	Rib. ^a Beijames	Verdelhos	Covilhã	12,3	3,4	9
	Rib. ^a Beijames	Verdelhos	Covilhã	12	4,2	11,7
Senhora dos Verdes	Rio Zêzere	S. Pedro	Manteigas	35	2,4	6,3
Palvarinho	Rio Ocreza	Palvarinho	Castelo Branco	172	1,2	4,9
Bouça	Rib. ^a Unhais da Serra	Cortes do Meio	Covilhã	15	2,9	7,2
Pedrógão Grande	Rib. ^a de Frades	Pedrógão Grande	Pedrógão Grande	100	1,2	3,4
Total	-	-	-	1 818	21,1	58,4

Quadro 2.50 – Locais com micro potencial hidroeléctrico (potência inferior a 1,2 MW).

Nome do aproveitamento	Linha de água	Freguesia	Concelho	Área total (Km ²)	Potência total instalada (MW)	Produtividade média anual (GWh)
Preanes	Rio Zêzere	Constância	Constância	5 010	3,8	10,2
Carregais	Rib. ^a do Alvito	Sobreira Formosa	Proença-a-Nova	175	0,6	3,1
Rib. ^a das Tasliscas	Rio Torto	Idanha-a-Nova	Idanha-a-Nova	169	0,8	2,6
Casa de Meio	Rib. ^a do Oledo	Idanha-a-Nova	Idanha-a-Nova	48	0,5	1,3
Unhais da Serra	Rib. ^a Unhais da Serra	Unhais da Serra	Covilhã	25	0,7	1,8
Mega Cimeira	Rib. ^a de Mega	Mega Cimeira	Castanheira de Pera	26	0,4	0,9
Fragas de S. Simão	Rib. ^a de Alge	Pena	Figueiró dos Vinhos	90	0,8	2,2
Ourondo	Rib. ^a de Porsim	Ourondo	Covilhã	56	0,6	1,4
Santana	Rib. ^a de Nisa	Santana	Nisa	260	0,5	2,6

Nome do aproveitamento	Linha de água	Freguesia	Concelho	Área total (Km ²)	Potência total instalada (MW)	Produtividade média anual (GWh)
Serrasqueira	Rio Tripeiro	Sarzedas	Castelo Branco	335	0,6	2,4
Vila do Carvalho	Rib. ^a da Vila do Carvalho	Vila do Carvalho	Covilhã	5	0,4	0,8
Isna	Rib. ^a de Isna	Fundada	Vila de Rei	254	1,0	3,8
Total	-	-	-	6 453	9,6	29,3

Dependendo as potências do caudal equipado e este do regime de escoamento, que não está disponível, mas apenas o caudal médio anual previsional, aquele é definido como uma relação de 1,5, 2, ou 2,5 do caudal modular. Em pequenos aproveitamentos a fio de água, como são a maior parte dos referidos, a relação mais comum é a intermédia, que foi a aqui adoptada, resultando na potência mais provável e deixando ao eventual promotor a investigação da relação que apresentar o melhor custo/benefício e consequentemente a potência efectiva do aproveitamento.

O aproveitamento de Preates, no concelho de Constância, no rio Zêzere, com uma potência de 3,8 MW foi colocado no quadro dos micro aproveitamentos, já que a sua realização está fortemente condicionada pelas características do aproveitamento já concessionado de Martinchel a montante e pelos níveis de cheia excepcional do rio Tejo naquela zona, que periodicamente poderá submergir a central.

Ainda no âmbito da valorização do potencial de produção mini-hídrica na RH5, foram recentemente colocados a concurso e adjudicados troços que apresentam potencial hidroeléctrico com interesse, designadamente, na sub-bacia do Zêzere e o equipamento do Açude de Abrantes já existente (Quadro 2.51).

Quadro 2.51 – Troços com potencial hidroeléctrico colocados a concurso pela ARH Tejo.

Lote	Sub-bacia	Linha de água	Potência Instalada (MW)	Adjudicado
1T	Zêzere	Zêzere	6	Sim
2T	Zêzere	Alge	7	Não
		Bóleo		
3T	Zêzere	Paúl	7	Não
4T	Zêzere	Zêzere	10	Sim
		Souto		
5T	Zêzere	Frades	16	Não
		Mega		
6T	Zêzere	Bostelim/Isna	3	Não
		Isna		
7T	Zêzere	Rib. ^a Bezelga	1	Não
8T	Tejo	Açude de Abrantes	10	Sim
9T	Ocreza	Alvito/Ocreza	7	Não
		Ocreza		

Fonte: ARH do Tejo, I.P., 2010

Ainda em relação às infra-estruturas hidráulicas, salienta-se a importância da microgeração através da utilização de infra-estruturas existentes, tais como azenhas e pequenos açudes. No entanto, esta análise não foi elaborada devido ao nível de detalhe subjacente à elaboração do PGRH Tejo, à escala da massa de água, não ser compatível com uma caracterização do potencial para a microgeração.

Para além dos aproveitamentos hidroeléctricos, destaca-se a relevância da energia produzida nas centrais térmicas localizadas na RH5, tanto pela dimensão dos volumes de água necessários para o funcionamento dos sistemas de refrigeração dos grupos, como pela importância que a produção termoeléctrica desempenha a nível nacional. Na região hidrográfica existem oito centrais térmicas importantes (potência instalada superior a 10 MW), sendo a capacidade total instalada de cerca de 3 410 MW (Quadro 2.52).

Quadro 2.52– Características principais das centrais térmicas (P > 10 MW).

Instalação	Sub-bacia	Potência Instalada (MW)	Combustível	Ano de entrada em serviço
Central termoeléctrica do Carregado	Estuário	710,0	Fuelóleo/Gás natural	1968
Central termoeléctrica do Ribatejo	Estuário	1 176,0	Gás natural	2004
Central de cogeração FISIGEN	Estuário	24,0	Gás natural	2010
Central termoeléctrica do Pego	Tejo Superior	628,0	Carvão	1989
Central de ciclo combinado do Pego	Tejo Superior	800,0	Gás natural	2010
Central de cogeração ENERGIN	Estuário	43,7	Gás natural	2002
Central de biomassa de Ródão	Tejo Superior	13,0	Resíduos florestais / Gás natural	2007
Central termoeléctrica de Constância	Tejo Superior	13,7	Resíduos florestais / Gás natural	2009

Fonte: EDP; Galp Energia; ElecGas, 2010

No Quadro 2.53 apresentam-se os volumes utilizados, de captações superficiais, pelas várias centrais, de acordo com os elementos declarados à ARH Tejo, relativos ao ano de 2009.

Quadro 2.53 – Volumes utilizados nas principais centrais termoeléctricas (hm³).

Instalação	Jan	Fev	Mar	Abr	Mai	Jun	Jul	Ago	Set	Out	Nov	Dez	Anual
Central termoeléctrica do Carregado	5,3	0,5	0,5	1,1	0,5	0,6	0,6	0,6	0,5	0,4	0,4	5,4	16,4
Central termoeléctrica do Ribatejo	0,7	0,7	0,8	1,1	1,2	0,9	0,9	0,9	0,9	0,7	0,4	0,4	9,7
Central de cogeração FISIGEN	3,5	3,2	3,7	3,6	3,8	3,6	3,7	3,8	3,7	4,1	4,1	4,2	45,0
Central termoeléctrica do Pego	1,1	1,1	1,2	0,9	0,8	1,1	1,1	1,5	1,0	1,0	0,9	0,9	12,5

Fonte: ARH do Tejo, I.P., 2010 (Dados relativos a 2009)

1.7.2.3. Aquicultura e pesca

No que se refere à aquicultura e pescas foram identificadas as explorações aquícolas e as concessões de pesca desportiva e profissional existentes na região hidrográfica, através da consulta da informação disponibilizada pela Autoridade Florestal Nacional (AFN) e de contactos directos às explorações e associações de aquicultores, bem como informação recolhida na ARH Tejo relativa ao licenciamento de aquiculturas.



Mapa 18 – Aquicultura e pesca.

Refira-se que não foram disponibilizados dados sobre a produção, as características e o tratamento de efluentes das explorações aquícolas.

No que respeita à aquicultura e pescas, verifica-se que a primeira ainda se encontra bastante aquém do seu potencial, pese embora a segunda apresentar um grande número de adeptos e constituir uma actividade importante na região, do ponto de vista económico.

Na RH5 foram identificadas as seguintes unidades de aquicultura:

- 21 explorações aquícolas em águas estuarinas e marinhas, a maioria dedicadas à ostreicultura e a outros tipos de cultura de moluscos, localizadas na sub-bacia Ribeiras Costeiras do Sul. Na sub-bacia Estuário três unidades identificadas são pisciculturas e quatro dedicam-se à produção de camarão de rio. Foi ainda identificada uma unidade de aquicultura em águas marinhas, que funciona como depósito temporário de marisco vivo.
- 6 unidades de produção em águas interiores, sendo que apenas três se encontram activas. Destas, duas são truticulturas, localizadas na sub-bacia Rio Zêzere, e a terceira é uma unidade de produção de várias espécies em regime semi-intensivo, localizada na sub-bacia Rio Sorraia.

No que diz respeito à pesca desportiva, esta é uma actividade com um grande número de adeptos e, que do ponto de vista económico, constitui uma actividade importante da utilização dos recursos biológicos naturais. Existem na área da região hidrográfica 61 concessões de pesca desportiva e três pesqueiros de pesca profissional em águas interiores. A sub-bacia Rio Sorraia concentra 50% das concessões de pesca desportiva da região.

Em termos de pesca profissional em águas estuarinas e marinhas, de acordo com as Estatísticas da Pesca (2010, edição de 2011)⁸, verifica-se a existência de nove portos na área de influência da RH5, nomeadamente: Cascais, Vila Franca de Xira, Costa da Caparica, Trafaria, Fonte da Telha, Barreiro, Montijo, Seixal e Alcochete. Ainda relativamente à pesca, é de referir a importância da pesca tradicional na bacia hidrográfica do Tejo, nomeadamente da Cultura Avieira e da pesca tradicional no rio Tejo na Ortiga.

1.7.3. Avaliação do balanço entre necessidades e disponibilidades

O balanço entre as necessidades e as disponibilidades de água tem por objectivo identificar, ao nível das sub-bacias, o grau de satisfação das necessidades instaladas, onde poderão ocorrer situações de escassez e perceber quais as condições prováveis de gestão da água, perante a incerteza associada à evolução futura. Esta análise permite identificar potenciais problemas ou conflitos, em termos da utilização dos recursos



Mapa 19 – Balanço de recursos hídricos superficiais, em ano médio.



Mapa 20 – Balanço de recursos hídricos superficiais, em ano seco.

⁸ Disponível em: www.ine.pt

hídricos superficiais.

Numa primeira fase, foi efectuado um balanço necessidades/disponibilidades médio anual para os três anos característicos: ano húmido, médio e seco. O objectivo de cálculo deste balanço é avaliar, a médio e longo prazo, se existem disponibilidades hídricas suficientes para fazer face às exigências da população e dos vários sectores de actividade.

Após esta primeira avaliação, foi efectuado um balanço sequencial mensal, tendo por base a série disponível de escoamentos, ou seja, desde o ano hidrológico de 1940/41 a 2007/08, e permite detectar falhas, já com base nos volumes de armazenamento existentes, e estabelecer a garantia global de satisfação das necessidades.

1.7.3.1. Discretização espacial

A discretização espacial para efeitos do balanço considerou as 23 sub-bacias estabelecidas na RH5. Destas, 17 sub-bacias drenam directamente para o rio Tejo, uma para o estuário do Tejo (Grande Lisboa) e duas para o Oceano Atlântico (Ribeiras Costeiras do Sul e Água Costeira do Tejo). O troço principal do rio Tejo encontra-se subdividido em três sub-bacias: Tejo Superior, Tejo Inferior e Estuário.

A sub-bacia Tejo Superior abrange toda a área desde a fronteira com Espanha até à confluência do rio Zêzere, recebendo parte dos escoamentos próprios da sub-bacia do Tejo Superior (das ribeiras que drenam para o rio Tejo a jusante de Cedilho), os volumes provenientes de Espanha (Cedilho) e das sub-bacias intermédias que entram nesse troço, ou seja, a Ribeira de Nisa e o Rio Ocreza. Considerou-se que os excedentes originários da sub-bacia Rio Zêzere apenas estavam disponíveis na sub-bacia Tejo Inferior.

A sub-bacia Tejo Inferior foi definida entre a confluência do rio Zêzere até perto da confluência com o rio Alenquer, recebendo os volumes excedentes das sub-bacias Tejo Superior e Rio Zêzere e de todas as sub-bacias intermédias consideradas nesse troço: Rio Almonda, Rio Alviela e Rio Maior, na margem direita, e Vala de Alpiarça e Ribeira de Ulme, Ribeira de Muge e Ribeira de Magos, na margem esquerda. Apesar da sub-bacia Rio Alenquer ainda drenar para esta sub-bacia, por a sua confluência se localizar praticamente junto ao limite inferior desta, considerou-se que os volumes excedentários desta sub-bacia apenas estavam disponíveis na sub-bacia Estuário.

A sub-bacia Estuário, definida como sendo a área restante até à foz, receberá os volumes excedentes da sub-bacia Tejo Inferior e das seguintes sub-bacias intermédias: Rio Alenquer, Rio Grande da Pipa e Rio Trancão, na margem direita, e Rio Sorraia, na margem esquerda.

A Água Costeira do Tejo receberá os volumes excedentes das sub-bacias: Estuário, Grande Lisboa e Ribeiras Costeiras do Sul.

1.7.3.2. Necessidades de água

As necessidades de água foram determinadas para diversos usos, nomeadamente: urbano; indústria; agricultura; pecuária e golfe. Tal como já foi referido, o uso associado à produção de energia hidroeléctrica, apesar de ser considerado um uso não consumptivo, foi associado à evaporação das albufeiras.

Para a realização do balanço hídrico, e de acordo com o anteriormente referido, as necessidades de água foram afectas às origens das captações, ou seja, considerou-se que a necessidade existe não no local de consumo, mas antes nos locais onde se encontra a origem da captação. Este procedimento foi adoptado uma vez que, para algumas sub-bacias, as necessidades são supridas a partir de origens exteriores à própria sub-bacia, destacando-se, como exemplo, as

transferências a coberto do sistema do EPAL, a partir da sub-bacia Rio Zêzere, albufeira de Castelo do Bode, para várias sub-bacias do baixo Tejo e para as bacias hidrográficas das ribeiras do Oeste.

Para além da afectação das necessidades às origens de água, foi, igualmente, efectuada a sua distribuição mensal e consideradas as necessidades supridas através de origens superficiais e subterrâneas.

Uma vez que as necessidades de água para agricultura e para o golfe (relativas aos campos de golfe) variam em função dos anos característicos, foi necessário efectuar uma distribuição dos 68 anos para os quais se efectuou o balanço, em anos médio, seco e húmido. Esta classificação foi feita com base nos valores de precipitação.

No caso das necessidades de água para uso urbano, na sua discretização mensal foi tida em consideração a população flutuante. Para além desse aspecto, teve-se, também, em consideração as origens de água, nomeadamente o sistema de distribuição da EPAL, cujas captações na albufeira de Castelo de Bode, no rio Alviela e em Valada do Tejo, permitem o abastecimento de grande parte da região de Lisboa e da região Oeste.

Foi efectuada uma análise das necessidades supridas através de origens superficiais, com base nos elementos relativos às captações, para cada uma das sub-bacias.

Considerou-se que o abastecimento à indústria se mantinha constante ao longo do ano, ou seja, com a mesma distribuição mensal. Efectuou-se uma estimativa das necessidades satisfeitas a partir de origens superficiais e a partir de origens subterrâneas.

As necessidades de água para agricultura foram analisadas considerando três anos característicos: ano húmido, ano médio e ano seco. Com base nas culturas praticadas nas várias sub-bacias, procedeu-se à distribuição mensal dessas necessidades, tendo-se em consideração, no caso dos regadios colectivos, a sub-bacia da origem de água.

Para determinar as necessidades de água para agricultura supridas através de origens subterrâneas e superficiais, teve-se em consideração os dados do RGA99, onde essa distribuição é apresentada por concelho. Assim, tendo por base essa distribuição, foram calculados os volumes de água supridos por origem superficial em cada uma das sub-bacias.

No caso do abastecimento à pecuária, considerou-se que se mantinha constante ao longo do ano, ou seja, com a mesma distribuição mensal. A relação entre as necessidades de água para pecuária supridas por origens subterrâneas e superficiais teve em consideração os dados do RGA 99, sendo idêntica à considerada para a agricultura.

As necessidades de água para os campos de golfe e áreas adjacentes foram analisadas considerando três anos característicos: ano húmido, ano médio e ano seco. Tendo em conta os inquéritos efectuados aos campos de golfe, considerou-se que apenas 10% das necessidades eram satisfeitas a partir de origens superficiais e 90% a partir de origens subterrâneas.

Para além dos usos descritos anteriormente, para a realização do balanço, foram ainda consideradas as perdas por evaporação nas grandes albufeiras. A evaporação nos planos de água (considerando uma relação entre a área dos planos de água e o volume armazenado) foi estimada a partir do balanço energético, calculado para as várias estações meteorológicas. O uso associado à produção de energia hidroeléctrica, apesar de ser considerado um uso não consumptivo, foi contemplado através da avaliação da evaporação nas albufeiras.

Foram, igualmente, consideradas as necessidades ambientais, que traduzem o volume de água que não deverá ser retirado do meio hídrico. tendo como valor indicativo 5% do valor mensal da série dos escoamentos, uma vez que esta avaliação será objecto de estudo a desenvolver

O facto de terem sido consideradas estas necessidades ambientais, como uma percentagem do valor mensal da série dos escoamentos, conduz a que as necessidades de água globais possam ser superiores em ano médio, comparativamente ao que ocorrerá em ano seco.

Em cada sub-bacia, foi contemplada a existência de um reservatório único, que resultou da junção das albufeiras com um volume útil superior a 1 hm³, ou seja, o modelo considerado é dinâmico, tendo em atenção as variações mensais da quantidade de água armazenada nas albufeiras. De notar, que nem todas as sub-bacias possuem albufeiras com estas características, pelo que nessas não foram considerados volumes de regularização.

Para além das disponibilidades hídricas resultantes dos escoamentos gerados em cada uma das sub-bacias e nas sub-bacias de montante, foi ainda considerada, para efeitos do presente balanço, a variação mensal das quantidades de água armazenadas nas albufeiras.

1.7.3.3. Disponibilidades

Foram consideradas as disponibilidades hídricas obtidas pelo modelo de *Temez*, correspondentes às aflúncias mensais geradas em cada uma das sub-bacias, em regime natural, de acordo com os métodos que foram apresentados no capítulo relativo à Hidrologia. A série de escoamentos foi gerada desde o ano hidrológico de 1940/41 até 2007/08.

No que diz respeito aos escoamentos gerados em Espanha, que foram considerados para realizar o balanço nas sub-bacias correspondentes ao troço principal do rio Tejo, concretamente no que se refere à sub-bacia Tejo Superior, estes correspondem aos valores de escoamentos a jusante de Cedilho.

Nas sub-bacias que recebem escoamentos de outras áreas a montante considerou-se, para além das disponibilidades hídricas superficiais geradas em cada sub-bacia, os volumes afluentes provenientes das bacias a montante.

O valor considerado das disponibilidades por sub-bacia tem em conta os volumes de transferência de/ou para cada sub-bacia. Como já referido anteriormente, para alguns usos, algumas sub-bacias são supridas a partir de origens exteriores à própria sub-bacia, como se apresenta no Quadro 2.54.

Quadro 2.54 – Transferência de águas entre sub-bacias.

Sub-bacias receptoras	Sub-bacias fornecedoras	
	Para suprir usos agrícolas	Para suprir usos urbanos
Estuário	Tejo Inferior	Rio Zêzere, Tejo Inferior e Ribeiras Costeiras do Sul
Grande Lisboa		Rio Zêzere, Tejo Inferior e Rio Alenquer
Ribeira de Magos	Rio Sorraia	Rio Sorraia
Rio Alenquer		Rio Zêzere e Tejo Inferior
Rio Almonda		Rio Zêzere
Rio Alviela		Rio Zêzere
Rio Grande da Pipa		Rio Zêzere, Tejo Inferior e Rio Alenquer
Rio Maior		Rio Zêzere e Tejo Inferior
Rio Pônsul		Rio Zêzere e Rio Ocreza
Rio Sorraia		Rio Sever
Rio Trancão		Rio Zêzere, Tejo Inferior e Rio Alenquer
Tejo Superior		Rio Zêzere e Rio Ocreza
Vala de Alpiarça e Ribeira de Ulme		

No balanço efectuado foram considerados apenas os recursos hídricos superficiais, pelo que as necessidades foram diferenciadas de acordo com a respectiva dependência das origens subterrâneas e superficiais.

Refere-se ainda que nas sub-bacias Rio Erges e Rio Sever, uma vez que foram contabilizadas apenas as necessidades em território nacional, o balanço foi, igualmente, efectuado considerando apenas os escoamentos gerados em território nacional. Por outro lado, nestas sub-bacias, assim como nas sub-bacias Ribeira do Arvil e Rio Pônsul, os escoamentos são regularizados em Cedilho, pelo que os seus balanços não afectam o cálculo do balanço na sub-bacia Tejo Superior.

1.7.3.4. Balanço médio anual

Com suporte nos pressupostos anteriores foi efectuado o balanço para cada uma das sub-bacias, em ano húmido, médio e seco. Este balanço foi efectuado considerando, tal como referido, as disponibilidades hídricas e as necessidades para os diversos sectores (urbano, industrial, agrícola, pecuária e golfe).

Foi, ainda, efectuada uma análise da taxa de utilização dos recursos hídrico, calculada como a relação entre as necessidades e disponibilidades hídricas totais, sendo que um valor elevado indica uma pressão elevada sobre a utilização dos recursos. No entanto, refira-se que uma vez que se trata de um balanço anual, ou seja com valores médios, e que não tem em conta os volumes armazenados nas albufeiras, valores elevados desta taxa de utilização não indicam obrigatoriamente a existência de falta de água, uma vez que algumas destas sub-bacias têm albufeiras que permitem grandes reservas inter-anuais.

Nos Quadros 2.55 e 2.56 apresenta-se o resumo do balanço anual entre necessidades e disponibilidades para cada sub-bacia, para ano médio e ano seco, respectivamente. Nestes quadros apresenta-se ainda a taxa de utilização dos recursos hídricos, calculada como a relação entre as necessidades e disponibilidades hídricas totais. Um valor elevado indica uma pressão elevada sobre a utilização dos recursos.

Quadro 2.55 – Resumo do balanço anual (recursos hídricos superficiais) por sub-bacia, em ano médio.

Sub-bacia	Disponibilidades (hm ³)		Necessidades (hm ³)						Balanço anual (hm ³)	% de utilização do recurso
	Próprias	Transferidas	Urbano	Indústria	Agricultura	Pecuária	Golfe	Ambientais*		
Rio Erges	131,974	0,000	0,267	0,006	0,688	0,026	0,000	6,599	124,388	0,7
Ribeira do Arvil	49,956	0,000	0,000	0,005	1,791	0,022	0,000	2,498	45,640	3,6
Rio Pônsul	287,830	0,000	0,930	0,112	34,753	0,098	0,000	14,392	237,545	12,5
Rio Ocreza	473,851	0,000	4,853	0,382	4,881	0,044	0,000	23,693	439,999	2,1
Rio Zêzere	2392,054	8,700	197,136	3,552	21,952	0,156	0,000	120,038	2057,920	9,3
Rio Almonda	43,336	0,000	0,000	2,675	5,839	0,007	0,000	2,167	32,649	19,7
Rio Alviela	125,202	0,000	0,000	1,737	2,733	0,070	0,000	6,260	114,403	3,6
Rio Maior	236,416	0,000	0,000	1,899	8,083	0,125	0,035	11,821	214,454	4,3
Rio Alenquer	70,999	0,000	0,000	1,375	1,886	0,024	0,000	3,550	64,163	4,6
Rio Grande da Pipa	26,236	0,000	0,000	0,383	0,239	0,020	0,000	1,312	24,282	2,4
Rio Trancão	53,996	0,000	0,000	2,220	1,595	0,022	0,016	2,700	47,444	7,1
Grande Lisboa	36,954	0,000	0,378	4,396	0,108	0,002	0,039	1,848	30,184	13,3
Rio Sever	76,552	0,000	2,121	0,186	0,113	0,006	0,000	3,828	70,298	3,2
Ribeira de Nisa	65,312	0,000	0,555	0,039	0,254	0,007	0,000	3,266	61,192	1,3

Sub-bacia	Disponibilidades (hm ³)		Necessidades (hm ³)						Balanço anual (hm ³)	% de utilização do recurso
	Próprias	Transferidas	Urbano	Industria	Agricultura	Pecuária	Golfe	Ambientais*		
Vala de Alpiarça e Ribeira de Ulme	78,780	0,000	0,000	1,682	6,623	0,007	0,000	3,939	66,530	10,5
Ribeira de Muge	130,044	0,000	0,000	0,280	5,544	0,026	0,000	6,502	117,692	4,5
Ribeira de Magos	32,871	0,000	0,000	0,250	7,169	0,018	0,000	1,644	23,791	22,6
Rio Sorraia	1033,135	0,000	6,943	4,389	113,768	1,194	0,094	51,657	855,089	12,2
Tejo Superior	293,795	7855,023	0,425	1,945	6,549	0,058	0,000	407,441	7732,399	0,1
Tejo Inferior	100,205	10359,837	57,123	0,937	28,967	0,066	0,000	523,002	9849,947	0,8
Estuário	152,471	10840,925	0,000	9,681	20,259	0,190	0,184	549,670	10413,413	0,3
Rib. Costeiras do Sul	16,844	0,000	0,000	0,015	0,027	0,000	0,000	0,842	15,959	0,3
Água Costeira do Tejo	24,963	10459,555	0,000	0,459	0,198	0,001	0,190	524,226	9959,444	0,0

* Na estimativa das necessidades ambientais, foi adoptado um valor percentual do escoamento mensal em regime natural considerado indicativo uma vez que a questão será objecto de estudo

** Convenção de Albufeira define um regime de escoamentos mínimos a satisfazer no troço principal do Tejo

Nota – Os valores nulos de necessidades de água para usos urbanos significam que estas são totalmente supridas a partir de origens exteriores à bacia

Quadro 2.56 – Resumo do balanço anual (recursos hídricos superficiais) por sub-bacia, em ano seco.

Sub-bacia	Disponibilidades (hm ³)		Necessidades (hm ³)						Balanço anual (hm ³)	% de utilização do recurso
	Próprias	Transferidas	Urbano	Industria	Agricultura	Pecuária	Golfe	Ambientais*		
Rio Erges	56,531	0,000	0,267	0,006	0,773	0,026	0,000	2,827	52,632	1,9
Ribeira do Aravil	16,749	0,000	0,000	0,005	2,034	0,022	0,000	0,837	13,851	12,3
Rio Pônsul	112,282	0,000	0,930	0,112	39,468	0,098	0,000	5,614	66,059	36,2
Rio Ocreza	201,768	0,000	4,853	0,382	5,552	0,044	0,000	10,088	180,848	5,4
Rio Zêzere	1057,717	9,900	197,136	3,552	25,064	0,156	0,000	53,381	788,328	21,2
Rio Almonda	8,134	0,000	0,000	2,675	6,388	0,007	0,000	0,407	-1,342	-
Rio Alviela	29,063	0,000	0,000	1,737	3,015	0,070	0,000	1,453	22,789	16,6
Rio Maior	94,130	0,000	0,000	1,899	8,917	0,125	0,039	4,707	78,444	11,7
Rio Alenquer	27,376	0,000	0,000	1,375	2,122	0,024	0,000	1,369	22,486	12,9
Rio Grande da Pipa	9,719	0,000	0,000	0,383	0,270	0,020	0,000	0,486	8,560	6,9
Rio Trancão	18,991	0,000	0,000	2,220	1,778	0,022	0,017	0,950	14,004	21,3
Grande Lisboa	14,237	0,000	0,378	4,396	0,121	0,002	0,044	0,712	8,584	34,7
Rio Sever	28,363	0,000	2,121	0,186	0,128	0,006	0,000	1,418	24,503	8,6

Sub-bacia	Disponibilidades (hm ³)		Necessidades (hm ³)						Balanço anual (hm ³)	% de utilização do recurso
	Próprias	Transferidas	Urbano	Indústria	Agricultura	Pecuária	Golfe	Ambientais*		
Ribeira de Nisa	24,378	0,000	0,555	0,039	0,290	0,007	0,000	1,219	22,268	3,7
Vala de Alpiarça e Ribeira de Ulme	27,566	0,000	0,000	1,682	7,260	0,007	0,000	1,378	17,239	32,5
Ribeira de Muge	49,566	0,000	0,000	0,280	5,951	0,026	0,000	2,478	40,831	12,6
Ribeira de Magos	10,693	0,000	0,000	0,250	7,704	0,018	0,000	0,535	2,187	74,5
Rio Sorraia	198,475	0,000	6,943	4,389	123,582	1,194	0,105	9,924	52,337	68,6
Tejo Superior	99,691	3529,164	0,425	1,945	7,313	0,058	0,000	181,443	3437,671	0,3
Tejo Inferior	33,663	4387,488	57,123	0,937	31,923	0,066	0,000	221,058	4110,045	2,0
Estuário	14,431	4207,432	0,000	9,681	22,395	0,190	0,203	211,093	3978,300	0,8
Rib. Costeiras do Sul	1,836	0,000	0,000	0,015	0,030	0,000	0,000	0,092	1,698	2,5
Água Costeira do Tejo	4,443	3988,583	0,000	0,459	0,221	0,001	0,212	199,651	3792,482	0,0

* Na estimativa das necessidades ambientais, foi adoptado um valor percentual do escoamento mensal em regime natural considerado indicativo uma vez que a questão será objecto de estudo

** Convenção de Albufeira define um regime de escoamentos mínimos a satisfazer no troço principal do Tejo

Nota – Os valores nulos de necessidades de água para usos urbanos significam que estas são totalmente supridas a partir de origens exteriores à bacia

Nas Figuras 2.13 e 2.14 apresenta-se um resumo do balanço anual entre as disponibilidades e necessidades para ano médio e ano seco, efectuados por sub-bacia.

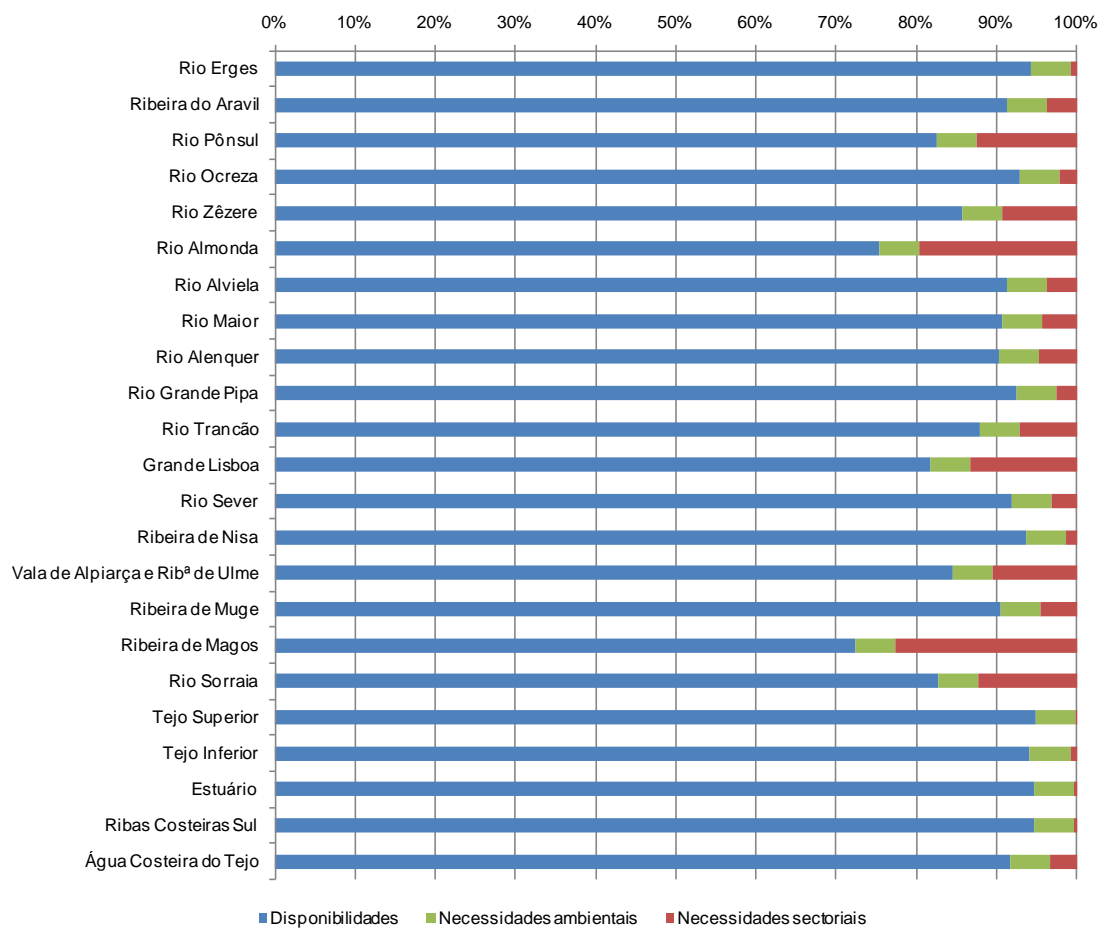


Figura 2.13 – Balanço médio anual em ano médio.

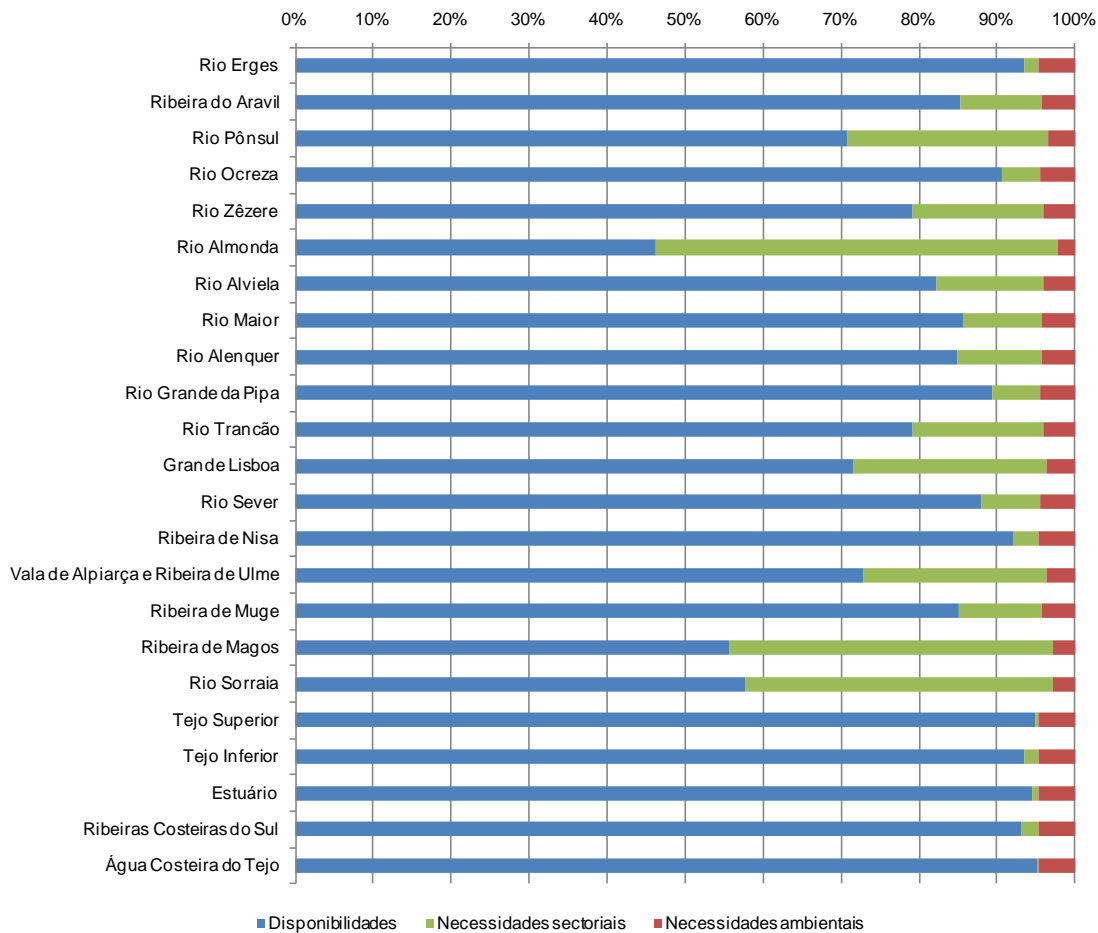


Figura 2.14 – Balanço médio anual em ano seco.

Verifica-se que, em ano médio, as utilizações para as várias sub-bacias são inferiores a 13% das disponibilidades, com excepção da sub-bacia Ribeira de Magos e Rio Almonda em que este valor sobe para 23% e 20%, respectivamente. No entanto, tal não significa que não possam ocorrer situações de escassez durante o semestre seco, em que se verifica, normalmente, uma insuficiência nas disponibilidades hídricas. De acordo com os indicadores da OCDE (OCDE, 2004), considera-se que a taxa de utilização global dos recursos hídricos é uma taxa moderada.

Em anos secos verifica-se, em alguns casos, uma taxa de utilização de recursos mais elevada, nomeadamente na sub-bacia Ribeira de Magos, Rio Almonda e Rio Sorraia.

1.7.3.5. Balanço sequencial mensal

Efectuou-se ainda um balanço dos recursos hídricos superficiais numa base mensal, para a série de anos desde 1940/41 a 2007/08, ou seja 68 anos. O esquema indicativo para a realização do balanço para cada sub-bacia é apresentado na Figura 2.15.

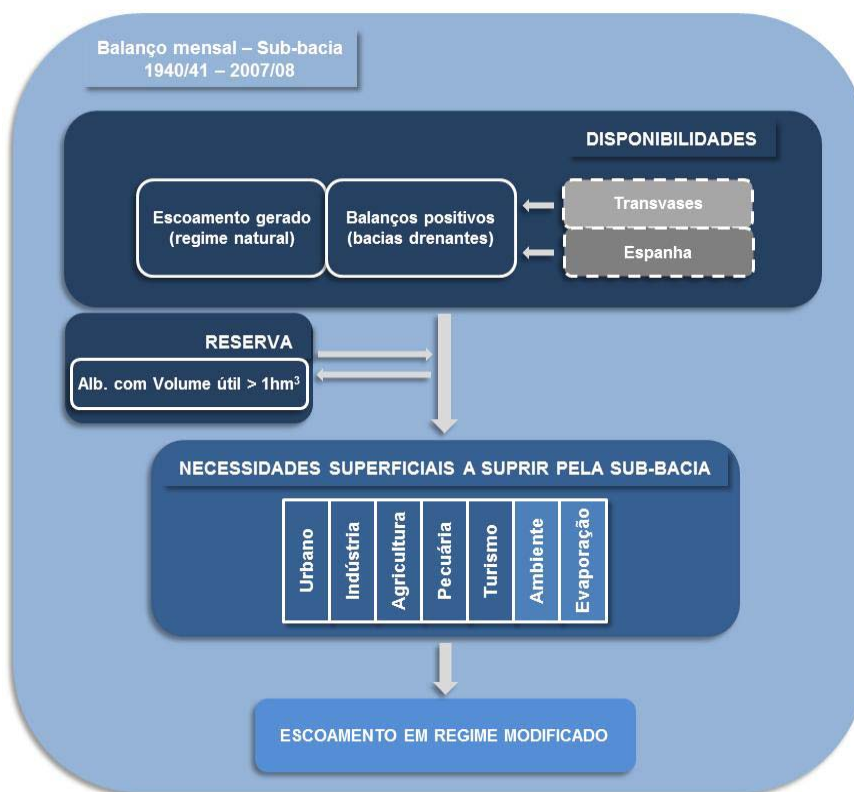


Figura 2.15 – Esquema do balanço hídrico.

A análise do balanço efectuou-se em ano seco e em ano húmido. No entanto, como a variabilidade sazonal existente pode conduzir a algumas situações de défices hídricos, analisaram-se separadamente os valores médios do balanço no semestre húmido e seco.

Com vista à análise dos objectivos de garantia de satisfação para as diversas utilizações, foi determinada para cada sub-bacia, o valor dessa garantia, a partir dos valores do balanço. O nível de garantia pretendido está associado ao uso do factor água, tendo sido calculados para os usos urbano e agrícola. Considerou-se que o abastecimento urbano era prioritário relativamente a todos os outros. Admitiu-se que as necessidades eram satisfeitas quando cumpridos os critérios a seguir indicados no Quadro 2.57. Foi, ainda, efectuada a verificação do número de falhas com uma duração de dois ou mais anos consecutivos.

Quadro 2.57 – Critérios de satisfação das necessidades hídricas.

Uso	Critérios
Urbano	Deficit anual inferior a 10% às necessidades anuais. Em 10 anos consecutivos, a soma do deficit não seja superior a 8% das necessidades anuais.
Agrícola	Deficit anual inferior a 20% às necessidades anuais. Em 2 anos consecutivos, a soma do deficit não seja superior a 75% das necessidades anuais. Em 10 anos consecutivos, a soma do deficit não seja superior a 100% das necessidades anuais.

Do balanço obtiveram-se as garantias apresentadas na Figura 2.16.

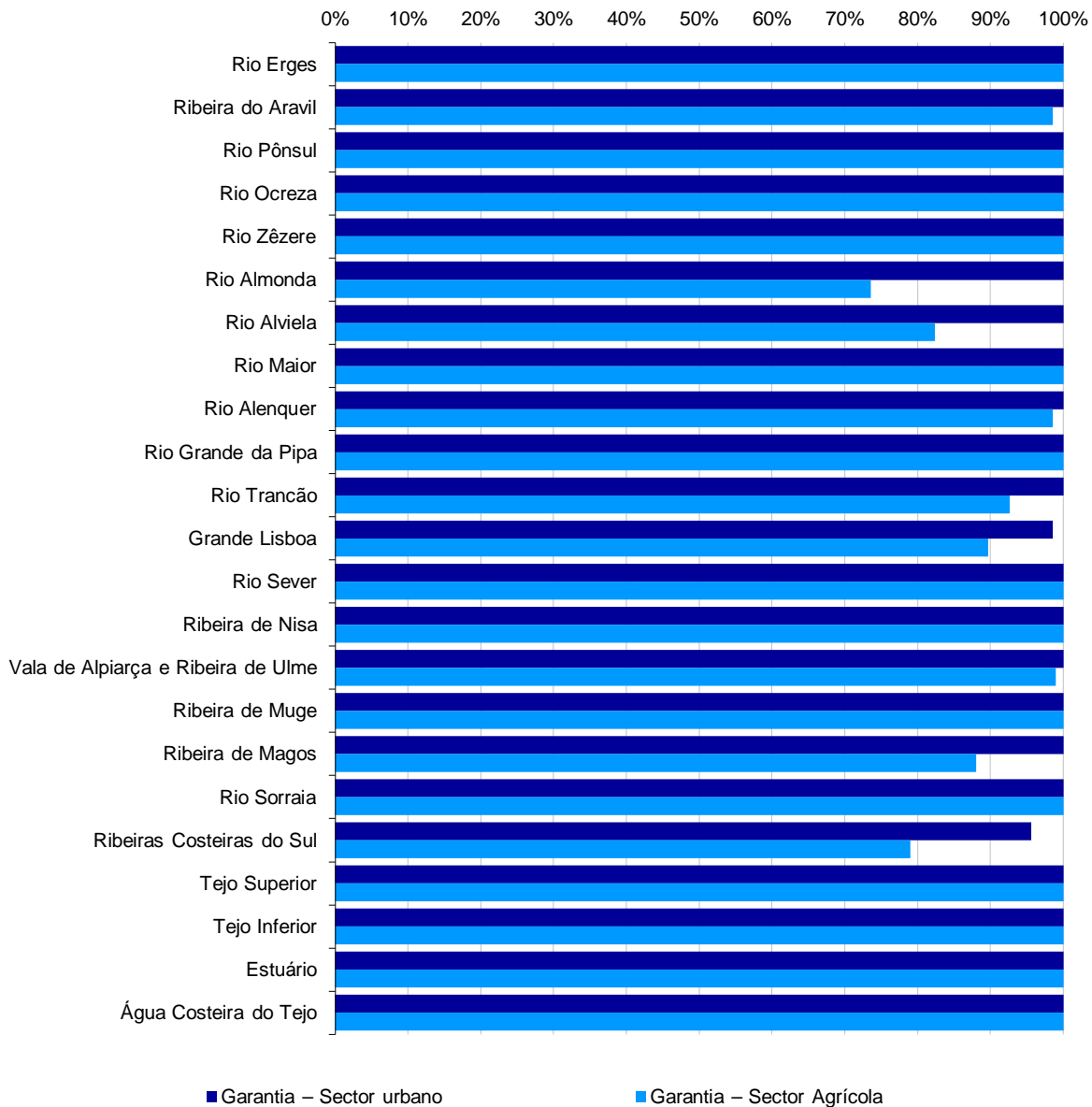


Figura 2.16 – Garantia de satisfação. Recursos hídricos superficiais.

Os níveis de garantia obtidos a partir do balanço mensal, relativos ao uso urbano são de 100% em todas as sub-bacias com excepção da sub-bacia da Grande Lisboa (99%) e Ribeiras Costeiras do Sul (96%).

Relativamente ao uso agrícola os níveis de garantia são iguais a 90% na sub-bacia Grande Lisboa e inferiores a este valor em apenas quatro sub-bacias: Ribeira de Magos (88%), Rio Alviela (82%) Ribeiras Costeiras do Sul (79%) e Rio Almonda (74%).

No entanto, esta análise não garante que os recursos hídricos superficiais sejam suficientes face às necessidades globais de água. De facto, nos últimos anos tem havido uma tendência para privilegiar as origens superficiais em detrimento das origens subterrâneas, permitindo melhorar a sustentabilidade das últimas, mas podendo tornar mais frequentes as situações de escassez.

Deste modo, efectuaram-se várias simulações tendo por base o balanço, alterando a percentagem de água para rega com origem superficial, mantendo os restantes usos inalterados.

De facto, verifica-se que, caso se aumente em 30% as origens superficiais para rega relativamente às subterrâneas, os níveis de garantia descem abaixo dos 90% na sub-bacia Vala de Alpiarça e Ribeira de Ulme, para além das já mencionadas. Nestas condições, haveriam ainda falhas em sub-bacias como Ribeira de Muge e Rio Sorraia que tinham garantias de 100%, tendo em atenção os critérios de definição de falhas.

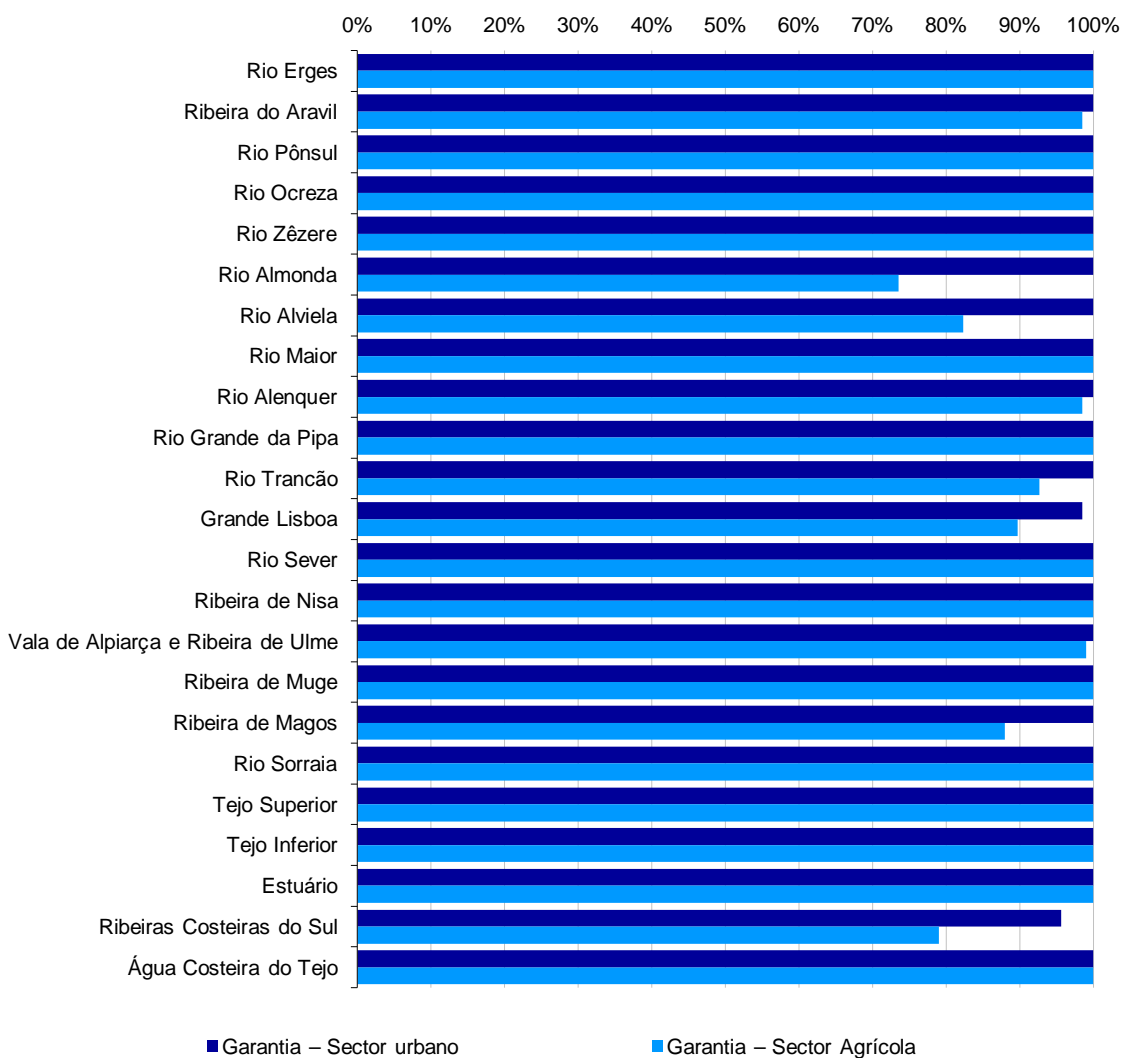


Figura 2.17 – Garantia de satisfação. Simulação de aumento de 30% das origens superficiais para rega relativamente às origens subterrâneas.

1.8. ABASTECIMENTO E TRATAMENTO

No presente capítulo apresenta-se a caracterização dos sistemas de abastecimento de água pública e saneamento de águas residuais, a avaliação dos níveis de atendimento dos serviços hídricos e o cadastro de infra-estruturas que compõem os diferentes sistemas.

Para a caracterização dos sistemas de abastecimento de água e dos sistemas de drenagem e tratamento de águas residuais, elaborou-se a análise do panorama dos modelos de gestão adoptados na prestação destes serviços, bem como a análise da sua dimensão.

A análise realizada teve por base a informação disponibilizada pela ERSAR, relativamente ao estado do sector das águas à data de Dezembro de 2009.

Para a avaliação da dimensão dos sistemas, foi considerada a população servida associada às redes de distribuição de água e de drenagem de águas residuais urbanas, que compõem cada um dos sistemas em análise e que abastecem a população de concelhos total ou parcialmente abrangidos pela região hidrográfica.

O levantamento das infra-estruturas associadas aos sistemas de abastecimento público de água e drenagem e tratamento de águas residuais urbanas, que servem as populações abrangidas pela área da RH5, foi elaborado tendo em conta as seguintes fontes de informação:

- Levantamento levado a cabo na ARH Tejo;
- INSAAR 2009 (dados referentes a 2008).

A caracterização das infra-estruturas dos sistemas de abastecimento de água e dos sistemas de drenagem e tratamento de águas residuais é apresentada com agregação dos dados ao nível das sub-bacias hidrográficas consideradas na área de estudo.

Tendo em conta que apenas parte dos concelhos estão totalmente abrangidos pela região hidrográfica, foi necessário fazer afectação dos mesmos com base em coeficientes de ponderação. Assim, a população servida pelas infra-estruturas dos sistemas urbanos de abastecimento de água e de drenagem e tratamento de águas residuais é ponderada com o coeficiente de ponderação de população determinado para cada concelho abrangido pela região hidrográfica e que determina a representatividade da população residente na área face à totalidade da população residente no concelho.

A avaliação dos níveis de atendimento dos serviços de abastecimento público de água considerou os dados disponibilizados pelas entidades gestoras dos sistemas de abastecimento de água no âmbito dos Programas de Controlo da Qualidade da Água (de acordo com o Decreto-Lei n.º 306/2007, de 27 de Agosto) da ERSAR, e teve em conta a população residente em 2009 na área da RH5.

O valor da população residente em 2009 na região hidrográfica, foi obtido através das estimativas de população residente disponibilizadas pelo INE (dados actualizados a 31 de Maio de 2010) ponderadas pelos coeficientes de afectação da população, para obtenção da população residente dentro da área da região hidrográfica.

Salienta-se, que foi realizada uma abordagem prévia na qual foram considerados os dados do INSAAR referentes a 2008. No entanto, e tendo em conta que esta fonte de dados apresenta lacunas de informação em 13 dos concelhos da região hidrográfica, optou se por considerar apenas como fonte para a análise dos níveis de atendimento dos serviços de abastecimento de água os dados disponibilizados pela ERSAR.

Foi, ainda, elaborada a ponderação dos níveis de atendimento dos concelhos face à população de cada um nas várias sub-bacias da região hidrográfica.

A avaliação dos níveis de atendimento dos serviços de saneamento de águas residuais urbanas foi realizada recorrendo aos dados disponibilizados pelo INSAAR, relativos a 2008, considerando a população residente em 2008 na área da RH5. Também para 2008 o valor da população residente na região hidrográfica foi obtido através das estimativas de população residente disponibilizadas pelo INE (dados actualizados a 31 de Maio de 2010) ponderadas pelos coeficientes de afectação da população, para obtenção da população residente dentro da área da região hidrográfica. Foi ainda elaborada a ponderação dos níveis de atendimento dos concelhos face à população de cada um nas várias sub-bacias da região hidrográfica.

De notar que apenas foram considerados os concelhos para os quais estavam disponíveis dados de população servida, não tendo sido considerados, na ponderação efectuada, quaisquer valores dos concelhos que, apesar de serem abrangidos pela sub-bacia, não integraram esta análise. Este facto pode justificar, em alguns casos, os baixos quantitativos, em termos níveis de atendimento de algumas das sub-bacias da RH5.

1.8.1. Sistemas de abastecimento e tratamento

1.8.1.1. Modelos de gestão

De acordo com o Decreto-Lei n.º 194/2009, de 20 de Agosto, são definidos os diferentes modelos de gestão pelos quais os sistemas municipais podem ser regidos:

- Gestão directa: através de serviços municipais, intermunicipais, municipalizados ou intermunicipalizados;
- gestão delegada em empresa constituída em parceria com o Estado: através de parcerias entre o Estado e os municípios, as associações de municípios ou as áreas metropolitanas (definidas no Decreto-Lei n.º 90/2009, de 9 de Abril);
- gestão delegada: através de empresas do sector empresarial local, com a qual o Município, a Associação de Municípios ou a Área Metropolitana celebram um contrato de gestão delegada;
- gestão concessionada: através de entidades públicas ou privadas de natureza empresarial, com as quais o Município, a Associação de Municípios ou a Área Metropolitana celebram um contrato de concessão.

No Quadro 2.58, apresenta-se o panorama dos serviços de abastecimento público de água e de drenagem e de tratamento de águas residuais da área da RH5, no que se refere ao número de Entidades Gestoras (EG) e concelhos abrangidos.

Quadro 2.58 – Panorama dos serviços de abastecimento, drenagem e tratamento de água, por modelo de gestão.

Modelo de gestão		Serviços de abastecimento				Serviços de drenagem e tratamento			
		Alta		Baixa		Alta		Baixa	
		N.º EG	N.º concelhos abrangidos	N.º EG	N.º concelhos abrangidos	N.º EG	N.º concelhos abrangidos	N.º EG	N.º concelhos abrangidos
Gestão directa	Serviços Municipais	22	28	59	59	16	16	65	65
	Serviços Municipalizados	6	8	14	16	1	1	12	14
Gestão delegada	Parcerias Públicas	1	3	-	-	-	-	-	-
	Empresa Municipal e Intermunicipal	3	10	3	8	2	7	3	8

Modelo de gestão		Serviços de abastecimento				Serviços de drenagem e tratamento			
		Alta		Baixa		Alta		Baixa	
		N.º EG	N.º concelhos abrangidos	N.º EG	N.º concelhos abrangidos	N.º EG	N.º concelhos abrangidos	N.º EG	N.º concelhos abrangidos
	Junta de Freguesia / Associações / Serviços Intermunicipais	4	2	5	3	-	-	-	-
Concessão	Concessão Municipal	8	17	9	9	4	4	7	7
	Concessão Multimunicipal	7	69	1	1	10	70	0	0
TOTAL		51	94 ¹	91	94 ¹	33	94 ¹	87	94 ¹

Fonte: ERSAR 2009 (Dados relativos a 2009).

¹ Pelo facto de existirem concelhos servidos em simultâneo por várias entidades gestoras, o número total é de 94 concelhos.

Tendo em conta a informação obtida no período de Consulta Pública ao PGRH Tejo, nomeadamente a partir da ERSAR, verifica-se a existência de dados mais recentes relativamente aos apresentados no Quadro anterior, referentes ao ano de 2010. Pese embora este facto, os dados apresentados reportam-se ao ano de 2009 dado serem os disponíveis à data da elaboração do PGRH Tejo.

Decorrente da informação fornecida pela EPAL no período de Consulta Pública ao PGRH Tejo verifica-se também que, no actual quadro legal, as actividades desenvolvidas pela EPAL formam um sistema específico de prestação de serviços públicos de abastecimento de água, cujo âmbito tanto congrega a prestação de serviços de captação, tratamento e abastecimento de água a determinados municípios (Alta), como inclui a prossecução do serviço público de distribuição domiciliária directa de água (Baixa), segundo o modelo de gestão delegada de titularidade estatal. Deste modo, o modelo de gestão da EPAL passa por uma gestão delegada de titularidade estatal, exercida por sociedade anónima de capitais exclusivamente públicos.

a) Abastecimento público de água

As actividades relativas ao abastecimento público em baixa são da responsabilidade de 91 entidades gestoras, sendo que 80% dos concelhos são servidos por gestão directa. Apenas 11% dos concelhos da área da região hidrográfica são servidos por gestão concessionada.

Por outro lado, as actividades relativas ao abastecimento público em alta são da responsabilidade de 51 entidades gestoras, sendo que 91% dos concelhos são servidos através de gestão concessionada. A EPAL, S.A., Águas do Norte Alentejano, S.A. e Águas do Centro, S.A., correspondem aos sistemas com maior abrangência em número de concelhos servidos. O serviço em alta prestado por gestão directa abrange total ou parcialmente 38% dos concelhos da área da região hidrográfica. Uma das características dos serviços de abastecimento público de água é a existência de um número considerável de sistemas de pequenas dimensões. Cerca de 95% dos sistemas de abastecimento público de água existentes na área da RH5 abastecem até 10 000 habitantes.

Os sistemas de abastecimento das Entidades Gestoras que servem mais de 100 000 habitantes estão associados aos grandes centros urbanos de Lisboa, Sintra, Cascais, Almada, Amadora, Oeiras, Setúbal, Seixal e Vila Franca de Xira. No entanto, apesar de



Mapa 21 – Distribuição dos modelos de gestão adoptados nos serviços de abastecimento público de água em alta.



Mapa 22 – Distribuição dos modelos de gestão adoptados nos serviços de abastecimento público de água em baixa.



Mapa 23 – Distribuição geográfica dos modelos de gestão adoptados nos serviços de saneamento de águas residuais urbanas em alta.



Mapa 24 – Distribuição geográfica dos modelos de gestão adoptados nos serviços de saneamento de águas residuais urbanas em baixa.

representarem apenas cerca de 2% do total de sistemas de abastecimento público de água, estes sistemas são responsáveis pelo abastecimento de mais de metade (57%) da população servida.

b) Drenagem e tratamento de águas residuais urbanas

As actividades relativas aos serviços de saneamento de águas residuais em sistemas em baixa são da responsabilidade de 87 entidades gestoras, sendo que 84% dos concelhos são servidos por gestão directa. Apenas 7% dos concelhos da área da região hidrográfica são servidos por gestão concessionada.

Por outro lado, as actividades relativas aos serviços de saneamento de águas residuais em sistemas em alta são da responsabilidade de 33 entidades gestoras, sendo que 79% dos concelhos são servidos através de gestão concessionada. A Águas do Norte Alentejano, S.A. e a Águas do Centro, S.A. correspondem aos sistemas com maior abrangência em número de concelhos servidos.

À semelhança do que ocorre nos sistemas de abastecimento público em baixa, também no caso dos serviços de drenagem e tratamento de águas residuais urbanas existe um número bastante elevado de sistemas de pequenas dimensões. Cerca de 94% dos sistemas de drenagem e tratamento de águas residuais servem até 10 000 habitantes.

Conforme expectável, os sistemas de drenagem e tratamento de águas residuais das Entidades Gestoras que servem mais de 100 000 habitantes estão associados aos grandes centros urbanos de Lisboa, Sintra, Cascais, Oeiras, Amadora, Almada, Vila Franca de Xira, Seixal e Setúbal. No entanto, apesar de representam apenas cerca de 8% do total de sistemas de drenagem e tratamento de águas residuais, são responsáveis pela drenagem e tratamento de mais de metade (62%) da população servida.

1.8.1.2. Níveis de atendimento dos serviços hídricos

Os objectivos definidos pelo Plano Estratégico de Abastecimento de Água e Saneamento de Águas Residuais II (PEAASAR II) no que concerne aos níveis de atendimento dos serviços hídricos, para 2013, são:

- Sistemas de abastecimento público de água: 95% da população servida;
- sistemas de drenagem e tratamento de águas residuais: 90% da população servida.

A RH5 atinge o objectivo para os níveis estabelecidos em termos de abastecimento de água às populações, com um valor global de 95%. As sub-bacias Rio Erges, Ribeira do Aravil, Rio Ocreza, Ribeira de Nisa, Vala de Alpiarça e Ribeira de Ulme, Ribeira de Muge, Ribeira de Magos e Tejo Superior apresentam 100% de nível de atendimento de abastecimento público de água. As sub-bacias que apresentam o menor nível de atendimento de abastecimento público de água, na região hidrográfica, são as sub-bacias Rio Alenquer, Rio Grande da Pipa e Rio Trancão com 85%, 87% e 88%, respectivamente (Quadro 2.59).



Mapa 25 – Nível de atendimento de abastecimento público de água, por sub-bacia hidrográfica.



Mapa 26 – Nível de atendimento de drenagem de águas residuais urbanas, por sub-bacia hidrográfica.



Mapa 27 – Nível de atendimento de tratamento de águas residuais urbanas, por sub-bacia hidrográfica.

Quadro 2.59 – Níveis de atendimento de abastecimento público de água, por sub-bacia.

Sub-bacia hidrográfica	Nível de atendimento (%)
Rio Erges	100
Ribeira do Aravil	100
Rio Pônsul	99
Rio Ocreza	100
Rio Zêzere	98
Rio Almonda	95
Rio Alviela	97
Rio Maior	97
Rio Alenquer	85
Rio Grande da Pipa	87
Rio Trancão	88
Grande Lisboa	95
Rio Sever	97
Ribeira de Nisa	100
Vala de Alpiarça e Ribeira de Ulme	100
Ribeira de Muge	100
Ribeira de Magos	100
Rio Sorraia	95
Tejo Superior	100
Tejo Inferior	94
Estuário	96
Ribeiras Costeiras do Sul	98
Água Costeira do Tejo	99

Fonte: ERSAR 2009 (Dados relativos a 2009).

Por outro lado, no que se refere aos serviços de saneamento de águas residuais, os níveis de atendimento de drenagem e de tratamento encontram-se abaixo dos objectivos definidos, com valores da ordem dos 87% e 79%, respectivamente. A sub-bacia Rio Erges apresenta, simultaneamente, 100% de nível de atendimento de drenagem e tratamento de águas residuais urbanas. As sub-bacias Ribeira do Aravil, Grande Lisboa e Ribeiras Costeiras do Sul apresentam níveis de atendimento de drenagem de águas residuais de 100%. No entanto apresentam níveis de atendimento de tratamento de águas residuais urbanas de 98%, 93% e 68%, respectivamente. A sub-bacia Ribeira de Magos é a que apresenta o menor nível de atendimento de drenagem de águas residuais urbanas com 55% e a sub-bacia Rio Grande da Pipa a que apresenta o menor índice de tratamento de águas residuais urbanas com 49% (Quadro 2.60 e Quadro 2.61).

Abastecimento público de água:

Nível de atendimento: **95%**

Concelhos que cumprem objectivos do PEAASAR II: **80%**

Drenagem de águas residuais

Nível de atendimento: **87%**

Concelhos que cumprem objectivos do PEAASAR II: **41%**

Tratamento de águas residuais

Nível de atendimento: **79%**

Concelhos que cumprem objectivos do PEAASAR II: **33%**

Quadro 2.60 – Níveis de atendimento de drenagem de águas residuais urbanas, por sub-bacia.

Sub-bacia hidrográfica	Nível de atendimento (%)
Rio Erges	100
Ribeira do Aravil	100
Rio Pônsul	93
Rio Ocreza ¹	88
Rio Zêzere ¹	66
Rio Almonda ¹	67
Rio Alviela ¹	69
Rio Maior ¹	73
Rio Alenquer ¹	68
Rio Grande da Pipa ¹	72
Rio Trancão ¹	94
Grande Lisboa ¹	100
Rio Sever	83
Ribeira de Nisa	85
Vala de Alpiarça e Ribeira de Ulme ¹	82
Ribeira de Muge ¹	59
Ribeira de Magos	55
Rio Sorraia ¹	85
Tejo Superior ¹	90
Tejo Inferior ¹	78
Estuário ¹	86
Ribeiras Costeiras do Sul ¹	100
Água Costeira do Tejo	95

Fonte: INSAAR 2009 (Dados relativos a 2008).

¹ Sub-bacias que abrangem concelhos para os quais não existem dados de população servida disponíveis

Quadro 2.61 – Níveis de atendimento de tratamento de águas residuais urbanas, por sub-bacia.

Sub-bacia hidrográfica	Nível de atendimento (%)
Rio Erges	100
Ribeira do Aravil	98
Rio Pônsul	92
Rio Ocreza	83
Rio Zêzere	65
Rio Almonda	66
Rio Alviela	69
Rio Maior	66
Rio Alenquer	80
Rio Grande da Pipa	49
Rio Trancão	86
Grande Lisboa	93
Rio Sever	73
Ribeira de Nisa	96

Sub-bacia hidrográfica	Nível de atendimento (%)
Vala de Alpiarça e Ribeira de Ulme	79
Ribeira de Muge	67
Ribeira de Magos	62
Rio Sorraia	79
Tejo Superior	88
Tejo Inferior	76
Estuário	69
Ribeiras Costeiras do Sul	68
Água Costeira do Tejo	98

Fonte: INSAAR 2009 (Dados relativos a 2008).

Esta realidade é particularmente visível no contraste entre os concelhos maioritariamente urbanos e os rurais, sendo que o atendimento nos aglomerados urbanos é superior às restantes áreas.

Neste âmbito, e tendo em conta a informação obtida no período de Consulta Pública ao PGRH Tejo, importa referir que devido à informação de base utilizada para esta análise, não foram consideradas na sub-bacia Rio Sorraia, a ETAR da Erra, a ETAR de Coruche e a ETAR do Couço, bem como o fim de exploração da ETAR da Azervadinha.

1.8.2. Cadastro de infra-estruturas

1.8.2.1. Abastecimento público de água

No Quadro 2.62 apresentam-se as infra-estruturas pertencentes a sistemas públicos de abastecimento de água, localizadas na área da RH5.

Quadro 2.62 – Infra-estruturas de abastecimento público de água.

Tipo de infra-estrutura		N.º
Captações de água	Superficiais ¹	32
	Subterrânea ²	1 540
Instalações de tratamento de água ³	Estações de Tratamento de Água (ETA)	116
	Postos de Cloragem (PC)	557
Redes de distribuição de água ³		1 840

Fonte: ¹ Levantamento realizado na ARH do Tejo, I.P., 2010 (Dados relativos a 2009). ² Informação obtida através da ARH Tejo. ³ INSAAR 2009 (Dados relativos a 2008).

Na RH5, de acordo com os dados do INSAAR relativos a 2008 e do levantamento elaborado na ARH Tejo, no âmbito do REF de 2009, identificaram-se 1 572 captações de água para abastecimento público. As captações de água superficiais representam apenas cerca de 2% do universo das captações inventariadas, no entanto, são responsáveis por cerca de 66% da população servida.

No que se refere às instalações de tratamento de água foram inventariadas 673 instalações, que servem um total de 3 244 398 habitantes, dos quais 2 954 766 habitam na RH5. Apesar de se verificar uma predominância dos postos de cloragem (83% das instalações), a população é maioritariamente servida por Estações de Tratamento de Água (73% do total da população servida).



Mapa 28 – Captações de água para abastecimento público por tipo de origem.



Mapa 29 – Instalações de tratamento de água por tipo de instalação.



Mapa 30 – Redes de distribuição de Água.

A RH5 é coberta por um total de 1 840 redes de distribuição de água que distribuem 238 hm³ e servem um total de 3 171 825 habitantes (dos quais 3 010 265 residem na região). A grande maioria das redes identificadas (cerca de 96%) apresenta pequenas dimensões (com populações servidas inferiores a 5 000 habitantes). Este facto é explicado pelas características da região hidrográfica, a qual apresenta vastas áreas sem agregados populacionais de grandes dimensões.

Tendo em conta a informação obtida no período de Consulta Pública ao PGRH Tejo, nomeadamente a partir da ERSAR, verifica-se que de acordo com os dados constante nos PCQA do ano de 2010, fonte de informação diferente da utilizada na elaboração do PGRH Tejo, identificaram-se na RH5, 1 835 captações de água para abastecimento público, das quais 36 são captações de água superficiais, representando cerca de 2% do total. Estas captações abastecem 899 zonas de abastecimento que servem 3 442 319 habitantes com um volume distribuído anual de 323 hm³, este último correspondente ao volume de água à entrada da zona de abastecimento onde, além do consumo doméstico, estão incluídas todas as utilizações de água, como o consumo industrial e as perdas ao longo da rede de abastecimento.

1.8.2.2. Drenagem e tratamento de águas residuais urbanas

No Quadro 2.63 apresentam-se as infra-estruturas pertencentes a sistemas de drenagem e tratamento de águas residuais urbanas, localizadas na área da RH5.

Quadro 2.63 – Infra-estruturas de drenagem e tratamento de águas residuais.

Tipo de infra-estrutura		N.º
Rede de drenagem de águas residuais		955
Instalações de tratamento de águas residuais	ETAR	382
	Fossa séptica	336
Pontos de descarga	Com tratamento	718
	Sem tratamento	78

Fonte: Levantamento realizado na ARH do Tejo, I.P., 2010 (Dados relativos a 2009). INSAAR 2009 (Dados relativos a 2008).

A RH5 é coberta por um total de 955 redes de drenagem, das quais 57% são redes separativas. As redes identificadas garantem a cobertura de 2 715 798 habitantes, dos quais 2 657 819 residem na região hidrográfica. A grande maioria das redes de drenagem (91%) é de pequenas dimensões, servindo aglomerados inferiores a 5 000 habitantes, no entanto, estas redes são responsáveis por apenas 19% da totalidade da população coberta por serviço de drenagem de águas residuais urbanas.

No que se refere ao tratamento de águas residuais, foram identificadas 718 instalações de tratamento, num total de 3 276 964 habitantes servidos, dos quais 3 173 425 residem na RH5. Das instalações inventariadas 53% correspondem a Estações de Tratamento de Águas Residuais (ETAR) e as restantes são fossas sépticas. As ETAR servem cerca de 99% do total da população através de instalações de tratamento de águas residuais. Mais de 85% do serviço de tratamento prestado é realizado por instalações de tratamento de grandes dimensões (população superior a 10 000 habitantes), pese embora as mesmas representem apenas 5% do total das instalações de tratamento existentes. Salienta-se, ainda, que mais de metade da população (62%) é servida por instalações com um grau de tratamento superior a primário.



Mapa 31 – Redes de drenagem de águas residuais urbanas.



Mapa 32 – Instalações de tratamento de águas residuais urbanas por tipo de instalação e nível de tratamento.



Mapa 33 – Pontos de descarga de águas residuais urbanas, por tipo de descarga.

No que se refere à descarga de águas residuais, foram inventariados 796 pontos de descarga, dos quais 90% correspondem a descargas em meio receptor após tratamento. O total de população servida por pontos de descarga de águas residuais é de 3 431 685 habitantes, dos quais 3 315 972 são residentes na área RH5. Destes, 4% não são servidos por qualquer instalação de tratamento de águas residuais.

Importa referir que alguns dos pontos inventariados não apresentam coordenadas, pelo que não foi possível definir a sua localização e, conseqüentemente, a sua representação nos mapas.

1.9. CARACTERIZAÇÃO E ANÁLISE DE VULNERABILIDADES

O conhecimento dos riscos específicos e a avaliação das suas vulnerabilidades são factores determinantes para um planeamento eficaz de prevenção e protecção, que facilite a resposta em situação de desastre, minimizando os danos de bens privados e públicos e do ambiente e a perda de vidas humanas.

Neste sentido, caracterizam-se seguidamente as situações de risco com efeito directo na gestão dos recursos hídricos da RH5.

1.9.1. Alterações climáticas

As alterações climáticas têm vindo a ser identificadas como uma das maiores ameaças ambientais, sociais e económicas que o planeta e a humanidade enfrentam na actualidade. A mudança climática registada é fundamentalmente provocada pelas actividades humanas, com especial destaque para as emissões de gases com efeito de estufa e para as profundas alterações no uso do solo.

No sentido de caracterizar as alterações climáticas, foram analisadas as perspectivas de evolução do clima ao longo do século XXI, tendo por base as cenarizações desenvolvidas no âmbito dos Projectos SIAM⁹ (financiado pela Fundação Calouste Gulbenkian e Fundação para a Ciência e a Tecnologia) e ENSEMBLES¹⁰ (financiado pela Comissão Europeia), dando-se particular enfoque aos resultados obtidos na área de abrangência da RH5.

Deste modo, verificou-se que as projecções do clima futuro apresentadas para 2100 para a RH5 prevêem, em geral, um aumento da temperatura do ar durante o período de Verão entre 4 e 6°C e no período de Inverno entre 2 e 3°C, e um aumento da precipitação durante os meses de Inverno, que poderá atingir os 10%, e uma diminuição acentuada da precipitação no período de Verão e Outono, que poderá atingir os 60%. A acompanhar as alterações de temperatura e precipitação, prevê-se a redução do escoamento médio anual, entre 10 e 50%, até ao final do século XXI (Oliveira, 2010). Neste cenário de alterações, prevê-se também uma maior incidência de fenómenos extremos, com o aumento de episódios de precipitação intensa durante curtos períodos no Inverno e o aumento do número de dias consecutivos com temperaturas máximas acima dos 35°C, que irão passar de cerca de 10 a 20 dias, para 30 a 40 dias consecutivos (Santos *et al.*, 2001).

Relacionando estas previsões com os resultados do escoamento em regime modificado, obtidos no âmbito do presente Plano, e admitindo que as necessidades de água não sofrem alterações significativas até 2100, prevê-se que o escoamento anual médio até ao final do século XXI sofra uma redução entre 1 213 e 6 066 hm³/ano, na RH5.

⁹ Projecto SIAM – *Climate Change in Portugal. Scenarios, Impacts and Adaptation Measures*, coordenado pelo Professor Doutor Filipe Duarte Santos

¹⁰ Projecto Europeu ENSEMBLES – *Climate change and its impacts at seasonal, decadal and centennial timescales*.

A alteração no clima terá impactos significativos nos recursos hídricos, em particular na diminuição das disponibilidades hídricas, no aumento dos eventos meteorológicos extremos, na degradação da qualidade da água e no aumento do consumo de água.

Os riscos das alterações climáticas terão, por conseguinte, que ser considerados de forma sistemática no planeamento dos recursos hídricos, devendo ser integradas medidas de adaptação destinadas a enfrentar esses impactos. A adaptação deve incidir tanto nas alterações actuais como nas alterações futuras, que devem ser antecipadas.

Os impactos esperados vêm destacar a importância de políticas de planeamento e gestão da água assentes num profundo conhecimento dos recursos hídricos e que explorem a complementaridade dos recursos superficiais e subterrâneos, bem como a necessidade de adopção de medidas de gestão e de utilização criteriosa do recurso água (Santos *et al.*, 2001).

1.9.2. Cheias

As características geomorfológicas particulares da bacia hidrográfica do Tejo e o regime de precipitação determinam a ocorrência de grandes cheias e a sua frequência. A bacia do Tejo apresenta forma alongada, com orientação Este-Oeste, flectindo a meio do território nacional para Sudoeste, desenvolvendo-se então numa extensa planície aluvionar.

1.9.2.1. Registo histórico de cheias

Durante o último século a bacia do rio Tejo sofreu, através da construção de mais de 140 barragens em Espanha e Portugal, modificações substanciais no comportamento hidrológico. No período anterior a 1950, o escoamento representa o regime natural. O período de 1950 a 1970 apresenta uma clara alteração do regime hidrológico devido ao aumento exponencial de construção de barragens. Após 1970 o regime no troço principal do rio Tejo em Portugal depende principalmente da operação do reservatório da barragem de Alcântara, em Espanha, localizada junto à fronteira, e que possui uma elevada capacidade de armazenamento.

A análise do impacto da ocorrência de descargas das barragens mostra claramente uma tendência de diminuição dos caudais de ponta e da frequência de cheia.

Foi efectuado o levantamento do registo histórico de cheias na RH5 o que permitiu caracterizar as principais cheias ocorridas, bem como os pontos críticos sujeitos a inundações associados a este fenómeno extremo.

As cheias assumem especial relevância na RH5, não apenas pela extensão da área sujeita a inundações, mas também pela relevância dos núcleos urbanos sujeitos a este tipo de ocorrências. Aqui devem ser diferenciadas as cheias rápidas ou urbanas na Área Metropolitana de Lisboa e na cidade de Tomar e as cheias de longa duração no curso principal do rio Tejo (nomeadamente no Médio Tejo e Lezíria do Tejo) e no rio Sorraia, bem como na ribeira de Muge.

Para a maior cheia no rio Tejo, em Dezembro de 1876, foi estimado um caudal de 16 000 m³/s em Vila Velha de Ródão (Rodrigues *et al.*, 2003; Rocha, 1998). Durante esta cheia, a maior conhecida e referenciada com as respectivas marcas, as águas atingiram na ponte de Alcântara, em Espanha, uma altura de 35 metros acima do leito do rio. Em Vila Velha de Ródão, as águas atingiram uma altura de cerca de 26 metros inundando os terrenos até à cota 86,89 metros, e na região do baixo Tejo verificaram-se inundações em Vila Franca, Valada e Abrantes (Loureiro, 2009). A cheia histórica de 1876 só foi ultrapassada em 1997 (18 000 m³/s em Vila Velha de Ródão, em regime natural), verificando-se a morte de onze pessoas em Portugal e 22 na Extrema dura Espanhola. Pese embora este facto, importa referir que esta cheia foi laminada em Espanha, pelo que o caudal real afluente a Portugal foi na ordem dos 4 000 m³ (Rodrigues *et al.*, 2003).

O rio Tejo apresenta um historial de marcas de cheias com registos desde 1852. A análise dessas marcas de cheia evidencia a irregularidade de ocorrência de grandes cheias, com décadas sem ocorrências e noutros casos com três e quatro eventos na mesma década. Os meses de Dezembro a Março são os de maior probabilidade de ocorrência de grandes cheias.

As marcas de cheia de Fevereiro de 1979 são as mais representativas das áreas críticas sujeitas a inundações ao longo da planície aluvionar do rio Tejo, entre Abrantes e Vila Franca de Xira.

A RH5 apresenta igualmente um longo historial de cheias, registando-se sensivelmente 47 inundações significativas desde 1739. Para a maior cheia no rio Tejo, em Dezembro de 1876, foi estimado um caudal de 16 000 m³/s. Verifica-se também que podem ocorrer cheias da ordem dos 10 000 m³/s, com uma frequência média de 20 anos (Rocha, 1998).

Recentemente, e com maior impacto na RH5, destacam-se as cheias ocorridas nos anos 2000, 2001, 2008 e 2010, registadas na Área Metropolitana de Lisboa, nos concelhos de Loures e Vila Franca de Xira e no distrito de Santarém, nomeadamente nos concelhos de Santarém, Cartaxo, Golegã, Almeirim e Alpiarça (rio Tejo), Tomar (rio Nabão) e Coruche (rio Sorraia).

A inventariação das marcas de cheia presentes na RH5, relativas aos principais eventos históricos, bem como as respectivas cotas de inundações e o cálculo dos caudais de cheia, permitiu o mapeamento das zonas de risco de inundações na RH5.



Mapa 34 – Troços críticos de cheia - áreas inundáveis.

No troço principal do rio Tejo existem três estações fundamentais no controlo das cheias. A estação hidrométrica do Tramagal é a primeira estação de controlo de cheias, sendo que as aflúncias à sua secção são condicionadas pelas descargas da barragem de Belver, das barragens a montante desta (Alcântara e Cedilho em Espanha e Fratel em Portugal) e ainda das descargas da barragem de Pracana no rio Ocreza. A segunda estação hidrométrica de controlo de cheias no rio Tejo é a estação de Almourol, localizada a jusante da confluência do rio Zêzere. Nesta estação, na cheia de Fevereiro de 1979, o caudal de ponta registado foi de 13 853 m³/s e o caudal médio diário máximo, que ocorreu no dia 11 de Fevereiro, foi de 13 102 m³/s. A estação de Ómnias/Santarém, localizada a jusante da ponte de Santarém é a última estação de controlo de caudais no Tejo antes do estuário, justificando por isso a sua importância. No entanto, nesta estação para caudais superiores a 1 500 m³/s o leito de cheia extravasa a secção de medição, condicionando a sua medição. O Quadro 2.64 apresenta os registos de caudais instantâneos máximos registados nas estações hidrométricas localizadas no troço principal do rio Tejo.

Quadro 2.64 – Registos históricos de caudais de ponta de cheia observados no troço principal do Tejo.

Sub-bacia	Estação	Número de anos considerados	Caudal máximo registado (m ³ /s)	Data
Tejo Superior	Vila Velha de Rodão	26	6 841	29.01.1948
Tejo Superior	Tramagal	25	11 041	11.02.1979
Tejo Inferior	Almourol	25	13 853	11.02.1979
Tejo Inferior	Ómnias (Santarém)	20	14 500	11.02.1979

No rio Zêzere, o regime de caudais depende da exploração das barragens de Cabril e Bouçã e Castelo de Bode e das aflúncias do rio Nabão, controladas pelas estações hidrométricas de Agroal e Matrena. No caso do rio Sorraia, o controlo de caudais de cheia é feito nas albufeiras de Montargil e Maranhão, sendo os caudais de cheia controlados na estação hidrométrica de Ponte de Coruche.

Cabe referir, por outro lado, que a previsão meteorológica é um meio essencial na previsão, na mitigação e na gestão dos recursos hídricos. O Sistema de Vigilância e Alerta dos Recursos Hídricos (SVARH) gerido pelo INAG permite acompanhar, em tempo real, a evolução dos níveis e caudais em estações hidrométricas e barragens e prever atempadamente a evolução da propagação da onda de cheia e emitir avisos à população, através da Protecção Civil, para salvaguarda de vidas e bens.

O SVARH permite gerir, em conjugação com as entidades espanholas, no troço principal do rio Tejo, as descargas afluentes ao Tejo do sistema Alcântara/Cedilho em situação de cheia, diferindo no tempo as descargas das barragens portuguesas de forma a diminuir o pico de cheia e minimizando a inundação em zonas críticas. De igual modo, no caso das barragens portuguesas, é feita a gestão das descargas das barragens de Belver e Fratel no rio Tejo, Pracana no rio Ocreza, e das barragens de Cabril e Bouçã e Castelo de Bode, no rio Zêzere.

O SVARH permite ainda controlar os caudais das bacias afluentes ao Tejo na margem direita, nomeadamente os rios Almonda, Alviela, Ota, Alenquer, Rio Grande da Pipa e Trancão. Estas bacias hidrográficas com tempos de concentração baixos estão sujeitas a cheias de resposta mais rápida.

1.9.2.2. Avaliação dos caudais de ponta de cheia

O conhecimento aprofundado dos fenómenos de cheia implica o cálculo dos caudais de ponta de cheia. Deste modo, no âmbito do presente Plano, os caudais de ponta de cheia associados a precipitações intensas foram calculados por análise estatística e por modelação hidrológica. Esta última possibilitou gerar expressões regionalizadas que permitem, de forma expedita, estimar o caudal de cheia para várias secções, para vários períodos de retorno considerados.

a) Análise estatística dos caudais instantâneos máximos anuais

Para o cálculo do caudal de ponta de cheia através de análise estatística retiraram-se do Sistema Nacional de Informação de Recursos Hídricos (SNIRH) os registos de caudal instantâneo máximo anual das estações hidrométricas presentes na RH5, com mais de dez anos de registos, por se considerar, dado a insuficiência de dados existentes, o limite razoável para a análise dos mesmos. Neste sentido, foi considerada a maior série disponível de registos, de 1914/1915 a 2001/2002. No entanto, a diminuta quantidade de registos em cada estação, leva a crer que podem ter existido eventos de cheia não registados nas estações hidrométricas, o que constitui uma limitação à análise desenvolvida. Deste modo, e considerando as premissas anteriores foram seleccionadas para o efeito as 26 estações hidrométricas.

A análise estatística das séries de caudais instantâneos máximos anuais envolve a determinação dos descritores estatísticos de amostras e a verificação do ajustamento de funções de distribuição de probabilidades. No presente estudo foram analisadas, segundo a lei de *Gumbel* ou distribuição generalizada de extremos, geralmente utilizada no estudo de fenómenos hidrológicos extremos, a totalidade das estações hidrométricas da RH5.

A apreciação da adaptabilidade às séries de caudais instantâneos máximos anuais realizou-se através do teste estatístico de hipótese não paramétrico do *Qui-quadrado* (χ^2) e do teste de adaptabilidade *Kolmogorov-Smirnov*. Os testes de ajustamento têm por objectivo determinar qual a função distribuição que melhor se adapta às séries de valores amostrais, permitindo estimar caudais instantâneos máximos anuais para períodos de retorno superiores ao período em que se possuem dados amostrais, com um determinado nível de confiança. Aceite o ajustamento da distribuição estatística postulada à descrição da amostra de caudais instantâneos máximos anuais na estação hidrométrica seleccionada, estimaram-se, por aplicação daquela distribuição, o caudal instantâneo máximo anual para os períodos de retorno considerados, designadamente, de 5, 20, 50 e 100 anos.

Quadro 2.65 – Caudais de ponta de cheia obtidos a partir de estudo estatístico no troço principal do Tejo.

Estação hidrométrica	Teste de adaptabilidade		Caudal (m ³ /s)			
	Kolmogorov-Smirnov	Qui-Quadrado	Período de retorno (anos)			
			5	20	50	100
Vila Velha de Rodão	Não rejeitado	Não rejeitado	4 167	6 158	7 419	8 364
Tramagal	Não rejeitado	Rejeitado	5 158	8 455	10 545	12 111
Almourol	Não rejeitado	Rejeitado	6 063	10 083	12 630	14 539
Ómnias (Santarém)	Rejeitado	Não rejeitado	5 111	8 652	10 896	12 578

A análise do Quadro 2.65 evidencia, de uma forma geral, que as estações situadas no troço principal do rio Tejo, Almourol, Tramagal, Vila Velha de Ródão e Ómnias, possuem caudais de ponta de cheia elevados para os diferentes períodos de retorno, compreendidos entre 4 167 m³/s para um período de retorno de 5 anos e 14 539 m³/s para um período de retorno de 100 anos.

1.9.2.3. Modelo de simulação de caudais de ponta de cheia

No caso do estudo dos caudais de ponta a partir do programa HEC-HMS foram retiradas do SNIRH as séries de precipitação máxima diária anual de postos abrangidos e contíguos à RH5 e foram analisadas estatisticamente segundo a lei de *Gumbel*. O estudo da adaptabilidade realizou-se, igualmente, através do teste estatístico de hipótese não paramétrico do *Qui-quadrado* (χ^2) e do teste de adaptabilidade *Kolmogorov-Smirnov*. De seguida, estimaram-se por aplicação da referida lei, as precipitações máximas diárias anuais para os períodos de retorno 5, 20, 50 e 100 anos. Para os períodos de retorno considerados criaram-se superfícies de precipitação máxima diária anual, recorrendo à interpolação IDW (*Inverse Distance Weighting*) no programa SIG e retiraram-se os valores médios para cada uma das sub-bacias.

Posteriormente, recorrendo às curvas Intensidade Duração Frequência (IDF) de Brandão *et al.*, (2001) e tendo em conta os tempos de concentração, procedeu-se ao cálculo da precipitação em intervalos temporais horários, por forma a elaborar os hietogramas de precipitação necessários como *input* para a modelação do caudal de ponta de cheia no programa HEC-HMS.

1.9.2.4. Breve descrição do modelo HEC-HMS

O modelo utilizado para o cálculo do hidrograma foi o HEC-HMS do *US. Corps of Engineers*. O modelo tem como objectivo a simulação do escoamento superficial que resulta da precipitação, representando a bacia como um sistema interdependente de componentes.

Cada componente modela um dos aspectos do processo simulação de caudais de cheia dentro de uma sub-bacia. Estas componentes do modelo HEC-HMS caracterizam-se por relações matemáticas simples que pretendem simular os processos meteorológicos, hidrológicos e hidráulicos que condicionam o modelo de simulação dos caudais de cheia. Estes processos são sequencialmente, precipitação, interceptão/infiltração, escoamento e propagação da onda de cheia. O resultado final do processo de simulação é o cálculo dos hidrogramas de escoamento directo para as várias sub-bacias.

A componente *escoamento de superfície* é utilizada para representar o movimento de água ao longo da superfície terrestre e em direcção às linhas de água. O *input* para esta componente é um hietograma da precipitação. A

precipitação útil é calculada subtraindo a infiltração e a retenção superficial na bacia, baseada numa função de infiltração que pode ser exprimida, por exemplo, pelo número de escoamento. Considera-se que a precipitação e a infiltração são uniformemente distribuídas ao longo da sub-bacia. As precipitações úteis são, então aplicadas ao hidrograma unitário, hidrograma do *Soil Conservation Service* (SCS), de forma a obter os hidrogramas do escoamento.

A utilização da componente *onda de cheia* através de um reservatório representa as características de elevação/armazenamento de um reservatório ou de uma estrutura de controlo de cheias. O seu funcionamento é o seguinte: recebe os afluentes e faz o seu *routing* ao longo do reservatório recorrendo aos métodos de *routing* de armazenamento. O caudal que sai do reservatório é apenas função do nível de água no reservatório e é independente do que se passa para jusante.

A obtenção dos resultados pretendidos implica a introdução no programa dos parâmetros e condições específicas da bacia hidrográfica. O programa HEC HMS é constituído por quatro componentes principais:

- Modelo de bacia – onde são definidas as características físicas da sub-bacia hidrográfica e dos elementos que a constituem e que influenciam o processo de perdas de precipitação, o método de cálculo do escoamento superficial e as características do escoamento base;
- modelo meteorológico – onde é caracterizado o evento pluvioso a que a bacia hidrológica é sujeita em termos de quantidade, distribuição no tempo e distribuição no espaço. Neste caso, optou-se por utilizar como entrada de dados pluviométricos hietogramas crescentes e alternados;
- especificações de controlo – no qual é definido o intervalo de tempo para o qual se pretende calcular o evento de cheia;
- dados emparelhados – os modelos hidrológicos usualmente requerem emparelhados que descrevem o comportamento variáveis dependentes em relação a variáveis independentes. Neste caso, foram adicionadas as informações das albufeiras, no que diz respeito às funções de elevação e armazenamento retiradas do SNIRH.

A metodologia desenvolvida para a estimativa dos caudais de cheia nas sub-bacias compreendeu os seguintes passos:

- Definição das sub-bacias hidrográficas para modelação de escoamentos e determinação das suas principais características morfológicas;
- avaliação das perdas de água nas sub-bacias modeladas e, conseqüentemente, a estimativa da precipitação útil que contribuirá para o escoamento utilizando o método SCS. A referida avaliação consiste, basicamente, na determinação do número do escoamento (*CN-Curve Number*) da sub-bacia;
- determinação dos tempos de concentração de cada sub-bacia, por ponderação dos resultados de diferentes metodologias;
- determinação dos hietogramas de precipitação, associados aos períodos de retorno pretendidos (5, 20, 50 e 100 anos), e definição do intervalo de tempo da precipitação constante e duração da chuvada a ser considerada;
- utilização do programa HEC-HMS para estimar os caudais de cheia e simular os respectivos hidrogramas de cheia resultantes da ocorrência de uma determinada chuvada sobre a bacia.

a) Selecção e características das bacias hidrográficas relevantes para a análise de cheias

A selecção das cheias iniciou-se pela selecção das sub-bacias da RH5 a utilizar na análise. Assim, seleccionaram-se todas as sub-bacias por forma a abranger áreas da região da hidrográfica com diferentes características hidrológicas, com excepção das seguintes sub-bacias:

- Tejo Superior e Tejo Inferior – por incluírem o troço principal do Tejo, ou seja os seus caudais são fortemente influenciados pela regularização na bacia hidrográfica do Tejo em Espanha; estas sub-bacias também são constituídas por linhas de água adjacentes de fraca expressão;
- Estuário – por possuir características morfológicas diferentes das restantes sub bacias: é caracterizada por ser uma região interior extensa e pouco profunda, com larguras que podem atingir os 15 km, desenvolvendo-se segundo a direcção Nor-Nordeste-Su-Sudoeste e um canal de embocadura, estreito e profundo, com largura mínima de 1,8 km, orientado És-Nordeste-Oés-Sudoeste;
- Ribeiras Costeiras do Sul e Água Costeira do Tejo – por corresponderem a linhas de água com bacias hidrográficas de fraca expressão;
- Grande Lisboa – por ser uma sub-bacia fortemente artificializada, com cheias do tipo urbano, o que levaria a resultados com maior dificuldade de interpretação à luz da metodologia que está a ser aplicada.

Actualmente, algumas das sub-bacias encontram-se fortemente artificializadas devido à existência de aproveitamentos hidráulicos que, entre outras funções, regularizam os caudais e controlam as cheias. No presente estudo, apenas se integraram para efeitos de modelação os aproveitamentos hidráulicos que cumpriam os seguintes requisitos:

- Possuem informação sobre curvas de volumes armazenados e sobre as características dos descarregadores;
- detenham maior influência na regularização de caudais de cheia, em geral as que não se situem nas cabeceiras das bacias hidrográficas.

Deste modo, foram incluídas no modelo os aproveitamentos hidráulicos de Cabril e Castelo do Bode na sub-bacia Rio Zêzere, Idanha na sub-bacia Rio Pônsul e Paúl de Magos na sub-bacia Ribeira de Magos. No caso da barragem de Pracana, na sub-bacia Rio Ocreza não foi possível obter os dados do descarregador. De agora em diante, no âmbito deste estudo de cheias, as sub-bacias modeladas com a inclusão de aproveitamentos hidráulicos acima referidas passarão a possuir a seguinte designação:

- Zêzere1 – bacia hidrográfica relativa à secção de referência da barragem de Cabril;
- Zêzere2 – bacia hidrográfica até à secção de referência da barragem de Cabril;
- Pônsul1 – bacia hidrográfica relativa à secção de referência da barragem de Idanha;
- Pônsul2 – bacia hidrográfica até à secção de referência da barragem de Idanha;
- Magos1 – bacia hidrográfica relativa à secção de referência da barragem de Paúl de Magos;
- Magos2 – bacia hidrográfica até à secção de referência da barragem de Paúl de Magos;
- Sorraia1 – bacia hidrográfica relativa à secção de referência da barragem de Maranhão;
- Sorraia2 – bacia hidrográfica relativa à secção de referência da barragem de Montargil;
- Sorraia3 – bacia hidrográfica até à secção de referência das barragens de Montargil e Maranhão.

Para além das sub-bacias consideradas para o efeito de modelação, incluíram-se no presente exercício bacias hidrográficas de estações hidrométricas relevantes no âmbito da análise e com representatividade nas sub-bacias que as contêm, nomeadamente:

- Agroal – sub-bacia Rio Zêzere;
- Fábrica da Matrena – sub-bacia Rio Zêzere;
- Monforte – sub-bacia Rio Sorraia;
- Ponte da ribeira de Pernes – sub-bacia Rio Alviela;
- Ponte de Barnabé – sub-bacia Rio Alenquer;
- Ponte Nova – sub-bacia Rio Almonda;
- Ponte Pinhal – sub-bacia Rio Trancão.

Com o objectivo de proceder à avaliação dos caudais de ponta de cheia recorrendo ao programa HEC-HMS de modelação hidrológica foi necessário calcular algumas características das sub-bacias da RH5.

Para o efeito, em termos de transformação de hietogramas da precipitação efectiva em hidrograma de cheias correspondentes ao escoamento directo, optou-se por aplicar o modelo do hidrograma unitário do SCS que se revelou adequado quando elaborado no âmbito dos PBH Tejo, não requerendo dados hidrológicos para além dos habitualmente disponíveis. Para cada sub-bacia hidrográfica foram determinados os parâmetros requeridos pela aplicação do modelo do hidrograma unitário do SCS.

b) Morfologia

As características morfológicas das sub-bacias que compõem a RH5 foram calculadas a partir do MDT. No Quadro 2.66 apresenta-se o método de cálculo dos parâmetros morfológicos das sub-bacias necessários para a obtenção dos parâmetros de entrada do modelo, como são o caso da área e o tempo de concentração para a definição dos hietogramas efectivos de precipitação. No caso das sub-bacias internacionais, Erges e Sever, utilizou-se o MDT fornecido pela ARH Tejo que inclui uma parcela do território espanhol que integra as referidas sub-bacias.

Quadro 2.66– Parâmetros das características morfológicas das sub-bacias.

Parâmetro	Unidades	Método de cálculo
Área (A)	km ²	SIG
Altitude média da sub-bacia (H)	m	SIG (MDT)
Comprimento do curso de água principal (L)	km	SIG
Cota na extremidade de jusante do curso de água principal (Z ₀)	m	SIG (MDT)
Cota na extremidade de montante do curso de água principal (Z ₁₀₀)	m	SIG (MDT)
Declive médio do curso de água principal (i)	(m/m)	_____
Capacidade de retenção máxima (S)	(mm)	_____

c) Modelo de perdas. Número de escoamento

No cálculo do hidrograma de cheia que decorre de uma dada precipitação teve-se em conta que parte daquela precipitação não contribui para o escoamento superficial devido aos fenómenos de interceptação superficial, retenção e infiltração. A parcela da precipitação responsável pelo escoamento superficial constitui a precipitação útil ou efectiva.

Qualquer um dos modelos de perdas implementados no HEC-HMS fornece a perda média de precipitação no intervalo de tempo adoptado, sendo tal perda subtraída ao hietograma da precipitação total. Refira-se, que as perdas consideradas no âmbito do estudo dos caudais de ponta de cheia são perdas médias uniformemente distribuídas nas sub-bacias.

Dos inúmeros modelos de quantificação das perdas de precipitação disponíveis no HEC-HMS, optou-se pela a utilização do correspondente ao número de escoamento do SCS.

A caracterização das sub-bacias hidrográficas quanto à ocupação e ao tipo do solo foi realizada através do parâmetro adimensional denominado número de escoamento (*CN-Curve Number*), estabelecido em função, não só dessas características, mas também, das condições antecedentes de humidade do solo (AMC). O número de escoamento utilizado, do SCS, traduz as características de drenagem associadas a um tipo de solo, sendo o seu valor em função do tipo e ocupação do solo e da cobertura vegetal.

A carta digital dos números de escoamento fornecido pela ARH Tejo, corresponde às condições médias de humedecimento do solo, *CN (II) – Curve Number (II) “antecedent moisture conditions”*. Para a elaboração da referida carta digital foram utilizados as seguintes temáticas:

- Tipo hidrológico do solo – classificação do SCS do tipo de solo em A, B, C e D com capacidades crescentes de gerar escoamento superficial;
- uso do solo – classificação do uso do solo de acordo com a sua ocupação;
- tabela de relação – que estabelece a relação entre o tipo hidrológico e uso do solo com um determinado valor de número de escoamento.

O tema tipo hidrológico de solo foi produzido mapeando os tipos geológicos de solo do Atlas do Ambiente, produzido pela antiga Direcção Geral do Ambiente à escala 1:1 000 000, com a imagem à escala 1:3 000 000 proposta por David (1976). A carta apresentada por este autor baseou-se na carta de solos de Portugal elaborada por Cardoso, Bessa e Marado (1973), analisando as características de permeabilidade dos tipos de solos nela definidos. A carta de uso do solo CLC 2000 foi produzida pelo IGP à escala 1:100 000. O uso do solo é classificado, segundo a CLC em 63 códigos, com quatro níveis de hierarquização a partir de cinco códigos principais. A partir destes códigos e de acordo com o proposto por Lobo-Ferreira *et al.*, (1995) elaborou-se uma tabela de relação de modo a obter como resultado final os Números de Escoamento (*CN – Curve Number*) para Portugal Continental.

Quando as condições de humedecimento do solo se aproximam dos seus valores extremos, *CN(I) – Curve Number (I)*, para o limite inferior, e *CN(II) – Curve Number (II)* para o limite superior, os valores de coeficiente de escoamento deverão ser corrigidos. Deste modo, e por forma a serem introduzidos como parâmetros no programa HEC-HMS, procedeu-se à transformação dos Números de Escoamento

Dado que no programa HEC-HMS foram modeladas as sub-bacias da RH5, foi necessário calcular para cada uma delas o referido número de escoamento. O Quadro 2.67 apresenta o valor médio dos números de escoamento para cada secção de referência a modelar.

Quadro 2.67 – Número de escoamento por secção de referência a modelar.

Sub-bacia	Secção de referência	Número de escoamento	
		CN(II) - Curve Number (II)	CN(III)-Curve Number (III)
Rio Erges	Rio Erges	73,82	86,64
Ribeira do Aravil	Ribeira do Aravil	79,23	89,77
Rio Pônsul	Pônsul1	74,80	87,23
	Pônsul2	74,80	87,23
Rio Ocreza	Rio Ocreza	78,93	89,60
Rio Zêzere	Zêzere1	78,14	89,16
	Zêzere2	77,25	88,65
	Agroal (EH)	73,12	86,22
	Fábrica da Matrena (EH)	74,96	87,32
Rio Almonda	Rio Almonda	79,20	89,75
	Ponte Nova (EH)	81,36	90,94
Rio Alviela	Rio Alviela	82,42	91,52
	Ponte Ribeira de Pernes (EH)	83,59	92,14
Rio Maior	Rio Maior	76,12	88,00
Rio Alenquer	Rio Alenquer	75,00	87,34
	Ponte de Barnabé (EH)	80,48	90,46
Rio Grande da Pipa	Rio Grande da Pipa	84,35	92,54
Rio Trancão	Rio Trancão	80,78	90,63
	Ponte Pinhal (EH)	77,16	88,60
Rio Sever	Rio Sever	68,13	83,10
Ribeira de Nisa	Ribeira de Nisa	71,47	85,21
Vala de Alpiarça e Ribeira de Ulme	Vala de Alpiarça e Ribeira de Ulme	73,89	86,68
Ribeira de Muge	Ribeira de Muge	64,01	80,36
Ribeira de Magos	Ribeira de Magos	71,95	85,50
Rio Sorraia	Sorraia1	78,50	89,36
	Sorraia 2	66,47	82,01
	Sorraia3	71,61	85,30
	Monforte (EH)	81,07	90,78

d) Tempo de concentração

Os tempos de concentração das sub-bacias consideradas foram calculados com base nas fórmulas de *Giandotti*, *Temez*, *Kirpich* e *SCS*.

No prosseguimento do estudo optou-se por adoptar um tempo de concentração tendo em conta a média calculada e as especificidades dos diferentes métodos relativamente às características das sub-bacias. No Quadro 2.68 apresentam-se os tempos de concentração calculados a partir dos métodos acima especificados.

Quadro 2.68 – Tempo de concentração por sub-bacia.

Sub-bacia	Secção de referência	Tempo de concentração (h)					
		<i>Giandotti</i>	<i>Kirpich</i>	<i>Temez</i>	SCS	Média	Adoptado
Rio Erges	Rio Erges	16,24	19,61	30,25	24,67	22,69	22
Ribeira do Aravil	Ribeira do Aravil	10,96	9,99	14,84	11,12	11,73	11
Rio Pônsul	Pônsul1	9,16	9,92	15,58	11,83	11,62	11
	Pônsul2	14,39	12,82	19,69	9,39	14,07	14
Rio Ocreza	Rio Ocreza	18,87	18,37	26,99	21,11	21,33	24
Rio Zêzere	Zêzere1	23,06	27,86	42,54	32,36	31,45	30
	Zêzere2	23,38	21,41	28,43	27,09	25,08	25
	Agroal (EH)	13,16	9,79	14,30	12,58	12,46	12
	Fábrica da Matrena (EH)	19,29	15,20	21,31	19,45	18,81	18
Rio Almonda	Rio Almonda	14,92	10,57	13,44	12,8	12,93	14
	Ponte Nova (EH)	6,20	4,22	6,09	4,41	5,23	6
Rio Alviela	Rio Alviela	8,21	4,78	8,8	4,2	6,5	7
	Ponte Ribeira de Pernes (EH)	8,21	4,78	8,80	4,20	6,50	7
Rio Maior	Rio Maior	29,01	17,44	23,19	22,46	23,02	23
Rio Alenquer	Rio Alenquer	12,39	7,53	10,84	9,28	10,01	11
	Ponte de Barnabé (EH)	6,54	4,33	6,58	4,51	5,49	6
Rio Grande da Pipa	Rio Grande da Pipa	7,09	4,76	7,87	4,35	6,02	7
Rio Trancão	Rio Trancão	9,97	5,68	9,29	5,70	7,66	10
	Ponte Pinhal (EH)	4,62	2,35	4,51	2,29	3,44	4
Rio Sever	Rio Sever	11,73	14,77	22,64	20,91	17,52	23
Ribeira de Nisa	Ribeira de Nisa	10,54	11,38	18,45	14,43	13,7	14
Vala de Alpiarça e Ribeira de Ulme	Vala de Alpiarça e Ribeira de Ulme	23,55	16,07	21,25	21,75	20,66	22
Ribeira de Muge	Ribeira de Muge	23,54	16,08	21,42	26,85	21,97	23
Ribeira de Magos	Ribeira de Magos	19,45	11,86	15,04	16,97	15,83	17
Rio Sorraia	Sorraia1	25,82	22,24	29,80	27,25	26,28	26
	Sorraia 2	23,41	19,32	26,61	30,25	24,90	28
	Sorraia3	49,15	39,72	49,00	60,34	49,55	45
	Monforte (EH)	4,93	4,22	6,37	4,34	4,96	6

e) Hidrograma unitário sintético

Como referido anteriormente, o hidrograma unitário sintético adoptado foi o do SCS, que se caracteriza por ser um hidrograma curvilíneo adimensional, no qual os sucessivos caudais de cheia e instantes de ocorrência são apresentados como fracções do caudal de ponta de cheia do hidrograma e do tempo de ocorrência.

A duração da precipitação efectiva associada ao hidrograma unitário sintético é fixada automaticamente pelo programa, independentemente das diferenças temporais adoptadas na definição dos hietogramas. O HEC-HMS atribui à duração em causa o intervalo de tempo pretendido para a apresentação das sucessivas ordenadas dos hidrogramas de cheia a calcular. O hidrograma unitário sintético é caracterizado pelo tempo de resposta (ou de atraso) da bacia hidrográfica.

O SCS define este tempo de resposta como o tempo que decorre entre o centro da gravidade do hietograma da precipitação útil e a ponta do hidrograma de cheia, para uma duração pequena comparada com o tempo de concentração. Os valores do tempo de atraso, para cada uma das sub-bacias a modelar, são os que se apresentam no Quadro 2.69.

Quadro 2.69 – Tempo de atraso por sub-bacia.

Sub-bacia	Secção de referência	TLag (h)
Rio Erges	Rio Erges	13,2
Ribeira do Aravil	Ribeira do Aravil	6,6
Rio Pônsul	Pônsul1	6,6
	Pônsul2	8,4
Rio Ocreza	Rio Ocreza	14,4
Rio Zêzere	Zêzere1	18,0
	Zêzere2	15,0
	Agroal (EH)	7,2
	Fábrica da Matrena (EH)	10,8
Rio Almonda	Rio Almonda	8,4
	Ponte Nova (EH)	3,6
Rio Alviela	Rio Alviela	8,4
	Ponte Ribeira de Pernes (EH)	4,2
Rio Maior	Rio Maior	13,8
Rio Alenquer	Rio Alenquer	6,6
	Ponte de Barnabé (EH)	3,6
Rio Grande da Pipa	Rio Grande da Pipa	4,2
Rio Trancão	Rio Trancão	5,7
	Ponte Pinhal (EH)	2,4
Rio Sever	Rio Sever	13,8
Ribeira de Nisa	Ribeira de Nisa	8,7
Vala de Alpiarça e Ribeira de Ulme	Vala de Alpiarça e Ribeira de Ulme	13,2
Ribeira de Muge	Ribeira de Muge	13,8
Ribeira de Magos	Ribeira de Magos	10,2
Rio Sorraia	Sorraia1	15,6
	Sorraia 2	16,8
	Sorraia3	27,0
	Monforte (EH)	3,6

f) Hietograma de cheia

Na ausência de informação hidrométrica adequada na secção drenante das bacias hidrográficas do Tejo, o conhecimento aprofundado das características das precipitações intensas, precipitações capazes de ocasionar situações de cheia, contribuirá decisivamente para melhorar e tornar mais rigorosos os estudos e o dimensionamento das obras hidráulicas.

O procedimento para a determinação de uma precipitação de duração inferior ao dia é válido para construir um hietograma sintético. Assim, deve fixar-se uma duração Δt para cada intervalo de tempo do hietograma e procedea determinação da precipitação para instantes sucessivos, espaçados da duração. Seguidamente, o áculo da diferença entre duas precipitações de durações consecutivas resulta na obtenção da precipitação para cada intervalo de tempo do hietograma. Os incrementos são depois reorganizados de acordo com o hietograma sintético que se pretende utilizar no estudo. Usualmente são utilizados três tipos de hietogramas, nomeadamente crescente, decrescente e alternado.

Os hietogramas dos acontecimentos pluviométricos que usualmente se admitem estar na origem de cheias foram calculados para cada uma das sub-bacias da RH5, com excepção das sub-bacias Tejo Superior, Tejo Inferior, Estuário, Grande Lisboa e Água Costeira do Tejo.

g) Precipitações intensas de curta duração

A gama de durações das precipitações intensas a considerar é necessariamente vasta, em virtude da multiplicidade dos problemas em questão. Enquanto o dimensionamento de sistemas de drenagem pluvial urbanos exige o conhecimento dos valores da intensidade de precipitação correspondente a curtas durações, de minutos a horas, o dimensionamento das restantes obras implica o conhecimento da precipitação com duração de algumas horas até alguns dias, dependendo, em qualquer dos casos, do tipo e dimensão da bacia hidrográfica correspondente à secção onde se localizará a obra.

Lencastre & Franco (2006) define precipitação intensa de curta duração como chuvadas intensas com duração da ordem de alguns dias, até duração da ordem dos dez minutos. Os parâmetros característicos desta chuvada são fundamentalmente:

- Duração – tempo considerado pela chuvada: horas ou mesmo dia para cheias de rios e horas ou mesmo minutos para esgotos pluviais urbanos;
- intensidade – definida como o quociente entre a altura de precipitação caída e o seu tempo de duração;
- frequência – normalmente traduzidas pelo número de ocorrências.

As curvas de possibilidade udométrica ou curvas IDF determinam, para um dado posto udográfico, a relação entre a intensidade de precipitação e a duração associada a um dado período de retorno (ou probabilidade de não excedência).

Para os postos situados na RH5, Brandão *et al.*, (2001) obteve as curvas IDF associadas aos períodos de retorno 2, 5, 10, 20, 50, 100, 500 e 1 000 anos.

Para o cálculo dos hietogramas de precipitação efectiva foi necessário analisar o comportamento da precipitação máxima anual ao longo da RH5 para proceder ao cálculo, segundo as curvas IDF da precipitação para períodos inferiores às 24 horas. Deste modo, para o estudo das precipitações máximas diárias anuais foram recolhidos registos existentes no SNIRH na RH5 e bacia hidrográficas contíguas, ribeiras do Oeste, Lis, Mondego, Sado e Guadiana. À semelhança dos caudais instantâneos máximos anuais aplicou-se a lei de *Gumbel* e realizaram-se os testes de

ajustamento *Kolmogorov-Smirnov* e *Qui-Quadrado* para um nível de significância de 0,05. Deste exercício resultaram valores para os períodos de retorno de 5, 20, 50 e 100 anos de 125 estações udométricas cujos testes de ajustamentos não foram rejeitados. De seguida, foram elaboradas superfícies em SIG para os diferentes períodos de retorno. O Quadro 2.70 apresenta os valores de precipitação máxima diária anual para as secções de referência a modelar, assim como a estação IDF associada a cada uma delas. A obtenção da precipitação máxima anual por cada uma das secções de referência a modelar permitiu, assumindo a curva IDF que melhor se ajusta à estação, definir pequenos períodos de precipitação que dispostos alternadamente compõem o hietograma.

Quadro 2.70 – Precipitação máxima diária anual por secção de referência.

Sub-bacia	Secção de referência	Precipitação máxima diária anual (mm)				Estação IDF
		T=5 anos	T=20 anos	T=50 anos	T=100 anos	
Rio Erges	Rio Erges	66,8	90,55	105,6	117	Gralhas
Ribeira do Aravil	Ribeira do Aravil	62,2	84,34	98,38	109	Gralhas
Rio Pônsul	Pônsul1	69,7	94,0	109,4	121	Gralhas
	Pônsul2	69,7	94,0	109,4	121	Gralhas
Rio Ocreza	Rio Ocreza	69,7	92,0	106,2	117	Gralhas
Rio Zêzere	Zêzere1	86	114	132	146	Covilhã
	Zêzere2	73	95	109	119	Gralhas
	Agroal (EH)	69	89	101	111	Gralhas
	Fábrica da Matrena (EH)	69	90	103	112	Gralhas
Rio Almonda	Rio Almonda	66,1	86,58	99,55	109	S. Julião do Tojal
	Ponte Nova (EH)	70	91	105	115	S. Julião do Tojal
Rio Alviela	Rio Alviela	67,8	88,01	100,8	110	S. Julião do Tojal
	Ponte Ribeira de Pernes (EH)	68	87	100	109	S. Julião do Tojal
Rio Maior	Rio Maior	62,7	82,38	94,85	104	S. Julião do Tojal
Rio Alenquer	Rio Alenquer	65,6	87,87	102	113	S. Julião do Tojal
	Ponte de Barnabé (EH)	65	88	102	113	S. Julião do Tojal
Rio Grande da Pipa	Rio Grande da Pipa	64,5	87,49	102,1	113	S. Julião do Tojal
Rio Trancão	Rio Trancão	66	89,84	105	116	S. Julião do Tojal
	Ponte Pinhal (EH)	66	89	104	116	S. Julião do Tojal
Rio Sever	Rio Sever	62,8	81,9	94,0	103	Portalegre
Ribeira de Nisa	Ribeira de Nisa	63,1	83,22	95,99	106	Portalegre
Vala de Alpiarça e Ribeira de Ulme	Vala de Alpiarça e Ribeira de Ulme	62,1	82,87	96,02	106	Pavia
Ribeira de Muge	Ribeira de Muge	62	82,63	95,72	106	Pavia
Ribeira de Magos	Ribeira de Magos	60,4	81,56	94,99	105	Pavia
Rio Sorraia	Sorraia1	58	77	89	98	Pavia
	Sorraia 2	61	80	93	102	Pavia
	Sorraia3	60	80	93	103	Pavia
	Monforte (EH)	56	74	86	94	Pavia

Os Quadros 2.71 e 2.72 apresentam os valores de caudais de ponta de cheia obtidos por intermédio de modelação hidrológica para diferentes períodos de retorno.

Quadro 2.71 – Caudais de ponta de cheia obtidos por aplicação de modelação em sub-bacias não regularizadas.

Sub-bacia	Secções de referência	Caudais de ponta de cheia (m ³ /s)			
		T=5 anos	T=20 anos	T=50 anos	T=100 anos
Rio Erges	Rio Erges	301	468	578	663
Ribeira de Aravil	Ribeira de Aravil	240	372	459	526
Rio Zêzere	Agroal (EH)	297	444	542	616
	Fábrica da Matrena (EH)	476	699	844	954
Rio Almonda	Rio Almonda	144	220	269	306
	Ponte Nova (EH)	115	176	216	245
Rio Alviela	Rio Alviela	375	550	663	748
	Ponte Ribeira de Pernes (EH)	131	195	236	266
Rio Maior	Rio Maior	413	625	764	870
Rio Alenquer	Rio Alenquer	209	341	429	496
	Ponte de Barnabé (EH)	68	123	161	190
Rio Grande da Pipa	Rio Grande da Pipa	134	211	262	299
Rio Trancão	Rio Trancão	261	418	521	598
	Ponte Pinhal (EH)	84	143	182	212
Ribeira de Nisa	Ribeira de Nisa	116	184	230	266
Vala de Alpiarça e Ribeira de Ulme	Vala de Alpiarça e Ribeira de Ulme	214	326	398	453
Ribeira de Muge	Ribeira de Muge	187	318	408	478
Rio Sorraia	Monforte (EH)	118	188	234	269

Quadro 2.72 – Caudais de ponta de cheia obtidos por aplicação de modelação para sub-bacias regularizadas.

Sub-bacia	Secções de referência	Barragem	Caudal máximo descarregado (m ³ /s)	Caudais de ponta de cheia (m ³ /s)			
				T=5 anos	T=20 anos	T=50 anos	T=100 anos
Rio Pônsul	Pônsul1	Idanha	800	346	482	570	639
	Pônsul2	-	-	523	845	1 063	1 231
Rio Ocreza	Rio Ocreza	Pracana	1 650 / 2 560 ¹	743	1 078	1 294	1 455
Rio Zêzere	Zêzere1	Cabril	2 200	1 096	1 662	2 031	2 310
	Zêzere2	Castelo do Bode	4 000	1 789	2 429	2 836	3 141
Ribeira de Magos	Ribeira de Magos	Paúl de Magos	110	40	66	83	97

Nota: ¹ Descarregador adicional no âmbito da Inspeção de Segurança de Barragens

1.9.2.5.Regionalização dos caudais de ponta de cheia

A análise regional de cheias permite estimar, de forma expedita, caudais de ponta de cheia em secções de referência de bacias hidrográficas que não dispõem de registos hidrométricos ou em que o número de tais registos é insuficiente. Segundo Dias & Portela (s.d.), a estimativa de caudais de ponta de cheia, em situações de insuficiência ou de ausência

de dados de caudais instantâneos máximos anuais, pode utilizar a informação de carácter regional, nomeadamente bacias hidrográficas com comportamentos hidrológicos semelhantes em regime de cheia. O procedimento inerente à regionalização dos caudais de ponta de cheia implica o estabelecimento de duas etapas distintas, em primeiro lugar identificar regiões homogêneas em regimes excepcionais, e em segundo lugar regionalizar as suas curvas de distribuição de frequências.

Com a intenção de contribuir com uma forma expedita de cálculo de caudais de ponta de cheia na RH5, elaborou-se a seguinte análise que pretende estabelecer expressões que permitam o cálculo dos caudais em causa, tendo em conta não só as características regionais como também o período de retorno. Deste modo, procedeu-se à divisão da RH5 em três zonas por se observarem ajustamentos bastantes significativos quando se agruparam os dados de caudais de ponta cheia, após anulada a dispersão posicional devido às características morfológicas das bacias hidrográficas.

- Zona A – Aravil, Erges, Ocreza, Pônsul1, Pônsul2, Zêzere1, e Zêzere2;
- Zona B – Agroal (EH), Fábrica da Matrena (EH), Ponte de Barnabé (EH), Ponte Nova (EH), Ponte Pinhal (EH), Ponte Ribeira de Pernes (EH), Alenquer, Almonda, Alviela, Grande da Pipa, Magos, Muge, Rio Maior, Trancão e Vala de Alpiarça e Ribeira de Ulme;
- Zona C – Monforte (EH), Nisa, Sever.

O Quadro 2.73 apresenta os coeficientes das curvas do tipo $Q_p = C A^Z$ para as três zonas da RH5, que possibilita o cálculo expedito do caudal de ponta.

Quadro 2.73 – Parâmetros adoptados e caudais de ponta modelados.

Zona	Coeficientes	Período de retorno – T (anos)			
		5	20	50	100
A	C	0,388	0,859	1,443	2,131
	Z	1,052	0,998	0,949	0,909
	R ²	0,993	0,991	0,992	0,989
B	C	4,704	10,961	14,051	16,283
	Z	0,664	0,585	0,578	0,576
	R ²	0,769	0,719	0,725	0,730
C	C	49,177	84,848	107,040	123,460
	Z	0,169	0,154	0,151	0,151
	R ²	0,607	0,584	0,606	0,626

1.9.2.6. Abordagem realizada às cheias no Plano de Ordenamento do Estuário do Tejo

Relativamente a esta temática importa referir o trabalho efectuado no Plano de Ordenamento do Estuário do Tejo, (POE Tejo) no qual se desenvolveu uma análise orientada para a identificação das zonas que, em resultado de uma cheia, poderão vir a ser afetadas por inundações, com base em modelação matemática, simulando vários cenários hidrodinâmicos, e na comparação do levantamento histórico de cheias ocorridas no estuário do Tejo (POE Tejo, 2012).

Para o estudo das cheias, e dada a dimensão do estuário, este foi dividido em dois troços, um de montante e outro de jusante, sendo a secção que os separa definida entre a Ponta da Erva e a Póvoa de Santa Iria. Esta decisão permitiu uma maior aderência à realidade já que os fatores que estão na origem das cheias variam nestas duas zonas. O troço de montante, para além da influência do nível médio das águas do mar, é também influenciado pelos caudais do rio Tejo, ou seja, pelos fenómenos de cheia associados ao que ocorre na sua bacia hidrográfica. Por outro lado, no troço de

jusante as cheias provenientes do rio Tejo perdem alguma expressão, passando a ser o nível médio das águas do mar o fator primordial da ocorrência de inundações (POE Tejo, 2012).

Deste modo, o estudo das cheias no troço de montante incluiu, para além da subida do nível do mar para diferentes cenários de alterações climáticas (2050 – 0,5 m; 2100 – 0,8 m), também a análise das cheias no rio Tejo para diferentes períodos de retorno, bem como dos rios e ribeiras de menor dimensão afluentes ao troço de montante do estuário. Para o troço jusante foram analisadas a subida do nível do mar para diferentes cenários de alterações climáticas (2050 – 0,5 m; 2100 – 0,8 m) e as cheias dos rios e ribeiras afluentes ao troço de jusante do estuário (POE Tejo, 2012).

Tanto para o troço de montante como para o de jusante, considerou-se que a ocorrência de cheias no rio Tejo, no mar e nos rios e ribeiras afluentes ao estuário se verificava simultaneamente em todas as massas de água (POE Tejo, 2012).

1.9.3. Secas

A seca é definida como sendo uma ausência prolongada ou deficit significativo de precipitação persistentemente inferior à média que provoca uma diminuição da disponibilidade dos recursos hídricos e uma redução na capacidade de suporte dos ecossistemas.

As secas têm uma frequência, duração e severidade incertas, cuja ocorrência é de difícil previsão. Importa, por isso, o acompanhamento da situação de seca e a minimização dos seus efeitos.

Duração média da seca:

12% da região apresenta duração média da seca inferior a 20 meses.

77% da região apresenta duração média da seca entre 20 e 23 meses.

11% da região apresenta duração média da seca superior a 23 meses.

Para a análise das secas na área da RH5 recorreu-se à avaliação do índice de seca SPI (*Standardized Precipitation Index*) com o objectivo de identificar períodos de seca e avaliar a sua severidade considerando várias escalas temporais.

1.9.3.1. Índice de seca *Standardized Precipitation Index* (SPI)

O *Standardized Precipitation Index* (SPI) foi desenvolvido por McKee *et al.*, (1993) com o objectivo de identificar períodos de seca e avaliar a sua severidade, considerando várias escalas temporais. O SPI é calculado mensalmente a partir da distribuição de probabilidades da precipitação, ajustada a cada mês do ano.

Pode ser obtido para diferentes escalas de tempo, seis, nove, 12 meses ou mais. Deste modo, a precipitação acumulada nos últimos seis, nove e 12 meses é transformada no valor do índice SPI, por forma a reflectir os desvios observados em relação à precipitação ocorrida em períodos homólogos da série histórica. A escolha da escala temporal depende dos impactos que se pretendem avaliar; maiores escalas de tempo, 12 ou 24 meses, são geralmente utilizadas para estudar o efeito das anomalias da precipitação sobre o escoamento, as reservas hídricas subterrâneas e a disponibilidade dos recursos hídricos em geral, menores escalas de tempo para avaliar os efeitos da seca na agricultura.

Valores negativos do índice SPI identificam meses secos e a severidade da seca é tanto maior quanto mais negativo for o valor do índice. Apesar de mais vulgarmente utilizado para identificar e caracterizar secas, o SPI também identifica períodos em que a ocorrência de precipitação é superior aos valores 'normais'. O índice é adimensional e tem associada uma escala de severidade.

Os valores do índice dependem da função de distribuição escolhida, da amostra a partir da qual são estimados os parâmetros da distribuição e, ainda, do método utilizado na estimativa.

1.9.3.2.Cálculo do SPI, escala temporal de análise e severidade da seca

Para o cálculo do índice SPI usam-se, como dados de entrada, séries de precipitação mensal em cada local. O SPI é calculado para cada mês da série em causa. Escolheu-se uma escala temporal de análise de 12 meses, pelo que o valor do índice em cada mês reflecte a anomalia da precipitação acumulada nos últimos 12 meses (SPI-12). O SPI é classificado no que respeita à severidade de acordo com o Quadro 2.74. A probabilidade teórica de ocorrência de categorias de seca moderadas ou de maior severidade é de 0,159.

Quadro 2.74 – Classificação dos valores de SPI e tempo na categoria.

SPI	Categoria de seca	Probabilidade da categoria
0,00 a – 0,99	Seca ligeira (quase normal)	0,3413
–1,00 a – 1,49	Seca moderada	0,0918
–1,50 a – 1,99	Seca severa	0,0441
≤ – 2,00	Seca extrema	0,0228

Fonte: McKee et al., 1995

1.9.3.3.Estimativa da precipitação necessária para o desagramento da seca

Dada uma situação de seca, num dado mês, pretendeu-se estimar qual a precipitação necessária, no mês seguinte, para que a severidade da seca diminuísse, com base na classificação do SPI proposta por McKee *et al.*, (1993).

A estimativa do défice de precipitação acumulada, reportada aos 12 meses precedentes, num dado mês, para transição para classes de seca menos severas, dada a precipitação observada nos últimos 12 meses, baseou-se nos limites do SPI para as diferentes categorias (Quadro 2.74) e na função de distribuição gama utilizada para calcular o SPI nesse mês.

1.9.3.4.Análise local das secas recorrendo ao SPI-12

Considera-se que uma seca ocorre sempre que o SPI é continuamente negativo atingindo valores ≤ 1 e termina quando o SPI se torna positivo. Salienta-se que, de acordo com o exposto, o fim da seca só é atingido quando o SPI-12 se torna positivo, ou seja, quando no fim de um dado mês a precipitação acumulada nos últimos 12 meses atinge o valor normal, situação em que o défice de precipitação acumulado se anula.

Cada mês em que o evento persiste é caracterizado por uma dada severidade.

A duração de uma seca corresponde ao número de meses que decorrem entre o seu início e fim.

A soma dos valores mensais do SPI durante a seca designa-se por magnitude e o quociente entre a magnitude e a duração define a intensidade da seca.

O tempo de estabelecimento da seca corresponde ao número de meses decorridos desde que o SPI se torna negativo até que atinja o primeiro valor ≤ -1 .

Salienta-se que na aplicação desta metodologia de identificação das secas locais não foram consideradas secas com duração inferior a sete meses.

Em estudos anteriores (Santos, 1981; Santos, 1996) e na análise de secas nos PBH, o limite crítico escolhido para a identificação de anos secos foi o percentil 20 da precipitação anual observada em cada estação udométrica.

Com a metodologia adoptada, a caracterização fez-se mensalmente e o índice de seca SPI, num dado mês, traduz a anomalia da precipitação acumulada nos últimos 12 meses. A probabilidade de ocorrência, num dado mês, de seca

moderada ou de maior severidade é de 0,159, que corresponde aproximadamente ao percentil 16. Note-se que, uma seca só se confirma quando numa sequência de meses com $SPI < 0$ se atinge seca moderada ($SPI \leq -1$). Isto significa que uma seca ligeira durante vários meses dá lugar à confirmação da seca apenas quando evolui para categorias de maior severidade, caso tal não se verifique essa sequência de meses em seca ligeira não é considerada.

Do ponto de vista do acompanhamento e monitorização das secas, o índice de seca SPI tem vantagens em relação a metodologias anteriores, pois a avaliação é feita mensalmente e o valor do índice tem uma probabilidade de ocorrência associada. Em metodologias anteriores as análises são apenas reportadas ao início/fim de cada ano hidrológico, dificultando a adopção de medidas em tempo útil.

A monitorização em tempo real da evolução das condições hidrometeorológicas locais através deste índice permite avaliar, mensalmente, o grau de défice ou excesso de precipitação, reportado aos últimos k meses. A gestão do risco de secas poderá basear-se nesta informação, complementada com indicadores de necessidades e consumos dos vários sectores, e na definição de níveis de alerta, que possam levar à adopção de medidas de preparação e/ou mitigação dos efeitos das secas.

1.9.3.5. Seca na região hidrográfica

O conceito de área crítica, A_c , foi utilizado por Santos (1983) na definição de seca regional. Santos (1981) define seca regional como o intervalo de tempo durante o qual a proporção da área em défice iguala ou excede a A_c , a qual representa uma proporção arbitrária da área total da região.

A avaliação da seca na região hidrográfica fez-se recorrendo aos postos cuja área de influência esteja dentro da área da RH5. As séries de SPI determinadas mensalmente, em cada posto, fornecem a indicação do grau de severidade da seca no local. Calcularam-se, mensalmente, as percentagens de área em seca na região, por categoria de severidade. Uma seca regional foi identificada quando a área afectada por seca ligeira ou de severidade superior permanece continuamente acima da área crítica e, durante esse período de tempo, a área em que $SPI < -1$ excede a área crítica, num ou em mais meses. Esta proposta de identificação da seca regional corresponde a uma adaptação da identificação local proposta por McKee *et al.*, (1993).

A classificação da seca regional em termos de severidade utilizou diferentes limiares de A_c ; a classificação num determinado grau de severidade implica que as condições exigidas para a classificação em menores graus de severidade se tenham verificado (Quadro 2.75).

Quadro 2.75 – Classificação da severidade da seca com o SPI, para A_c variável.

Severidade Regional	Valor para A_c	Valores de SPI
Extrema	20%	$SPI \leq -2$
Severa	30%	$SPI \leq -1,5$
Moderada	40%	$SPI \leq -1,0$
Ligeira	50%	$SPI < 0$

Calculou-se, também, o SPI-12 regional que resulta da precipitação observada nos postos udométricos e ponderada pela respectiva área de influência.

Uma vez identificado o início e fim da seca pelos critérios atrás expostos, a caracterização da seca na região, em termos de magnitude e intensidade foi feita recorrendo ao SPI-12 regional. Para a RH5, foi calculado o índice de seca para 12 meses, SPI-12, com base nas séries de precipitação mensal no período de 1940/41 a 1998/99.

As secas mais severas ocorreram nos períodos:

- Dezembro de 1943 e fim em Maio de 1946 com uma intensidade média de -1,43;
- Outubro de 1991 e fim em Novembro de 1993 com uma intensidade média de -1,30;
- Fevereiro de 1980 a Fevereiro de 1982 com uma intensidade média de -1,27.

A seca de 1944/1945 foi a mais severa tendo uma área considerável da região estado em seca severa e/ou extrema durante 15 meses. Foi também a segunda seca mais longa, com uma duração de 29 meses.

A seca mais longa, iniciada em Fevereiro de 1973, teve uma duração de 46 meses e uma intensidade média de -0,80. Foi também a seca que demorou mais tempo a estabelecer-se, 22 meses, o que quer dizer que o SPI regional, agregado para a bacia, só atingiu pela primeira vez a categoria de seca moderada após 22 meses de permanência em seca ligeira.

A seca com maior extensão espacial foi também a seca mais severa (Dezembro de 1943 a Maio de 1946) com mais de 50% da área da bacia em seca severa ou extrema durante 10 meses.

Mais recentemente, a comumente denominada “seca de 2005”, foi, em vários locais, mais intensa do que todas as secas registadas no período de 1940 a 1999. Com efeito, a análise realizada de severidade da seca, para o período de Dezembro de 2002 a Setembro de 2006 (46 meses), revela que durante 12 meses, mais de 40% da região hidrográfica esteve em seca extrema e durante 17 meses mais de 40% da região hidrográfica esteve em seca moderada, severa ou extrema.

Após se proceder à identificação e caracterização dos períodos de seca com maior intensidade na RH5 e a sua distribuição espacial, fez-se uma análise das consequências do risco de seca nas actividades socioeconómicas desenvolvidas na área da bacia hidrográfica, designadamente no sector agrícola, uma vez que é o sector mais dependente do défice ou ausência de precipitação. Destacam-se, nomeadamente, os efeitos negativos sobre as culturas de regadio, que deixam de ser praticadas e sobre as culturas plurianuais, que podem perder a sua capacidade de regeneração.

1.9.4. Erosão hídrica

A erosão hídrica do solo é um processo natural que se caracteriza pela perda de material sólido, levando ao empobrecimento do solo e, em situações extremas, à desertificação. As principais características físicas e ecológicas mais directamente relacionadas com os fenómenos de erosão são o clima, os solos, a vegetação e a morfologia.

1.9.4.1. Modelo adoptado

O modelo utilizado teve como base a utilização de SIG, bem como a vantagem da simplicidade do modelo (R)USLE e da disponibilidade de parâmetros para modelação da erosão do solo em SIG. Esta metodologia permitiu estimar a perda de solo e identificar as áreas com elevado potencial de erosão na RH5 e nas suas sub-bacias hidrográficas.

A Equação Universal de Perda de Solo – USLE, e a versão revista – RUSLE, permitem prever, ao longo de um determinado período de tempo, a perda anual média de solo (*A*). Ambos os modelos são representados pela equação seguinte, envolvendo seis factores de erosão:

$$\text{Equação Universal de Perda de Solo } A = R \times K \times L \cdot x \ S \times C \times P$$

em que:

- A – é a perda de solo, erosão específica ($t\ ha^{-1}$);
- R – representa o factor de associado à precipitação média ($MJ\ ha^{-1}\ mm\ h^{-1}$);
- K – é o factor de erodibilidade do solo, medindo a resistência dos solos ao destacamento e transporte ($t\ h\ MJ^{-1}\ mm^{-1}$);
- L – é o factor de comprimento de encosta, considerando o efeito do comprimento da encosta na perda de solo (adimensional);
- S – é o factor de declive, considerando o efeito do declive na perda do solo (adimensional);
- C – é o factor relativo ao coberto vegetal, considerando a influência das acções de gestão do coberto na perda solo (adimensional);
- P – é o factor de prática agrícola ou medidas de controlo de erosão (adimensional).

A carta de erosão foi elaborada com base na Equação Universal de Perda de Solo, a partir de um modelo de avaliação de risco de erosão, por modelação geográfica de álgebra de cartas, conforme a representação esquemática da Figura 2.18.

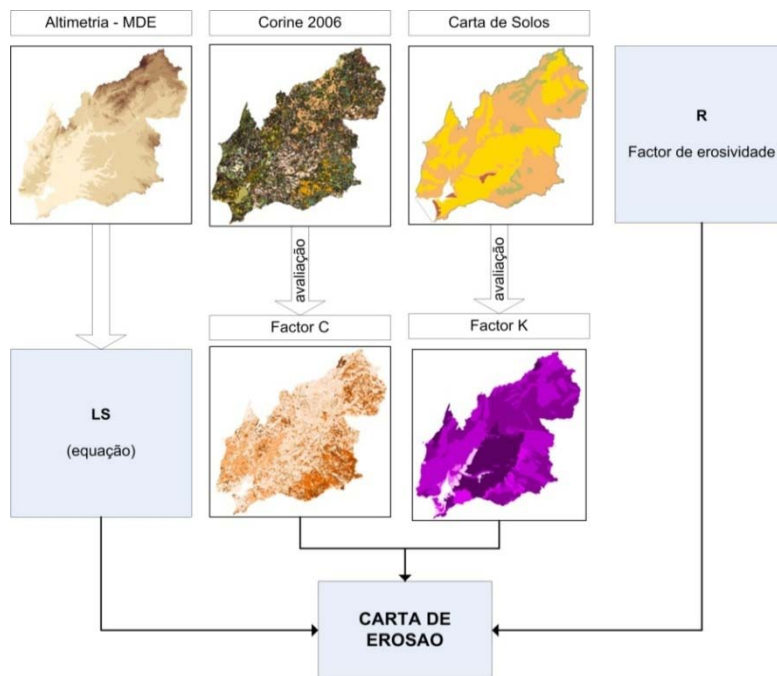


Figura 2.18 – Esquema de cálculo da carta de erosão.

1.9.4.2. Factor de erosividade de precipitação (R)

Para o factor da erosividade de precipitação (R) considerou-se que o valor médio do factor R, de $1\ 000\ MJ.mm.ha^{-1}.h^{-1}$ (Coutinho, 1986), é representativo do valor médio deste factor para a área da RH5. No entanto, este valor não é uniforme, variando espacialmente ao longo da região. Para efectuar a distribuição espacial deste coeficiente, utilizou-se a relação entre a precipitação média na área da região hidrográfica e a precipitação média em determinado local no período 1959 1990.

1.9.4.3. Factor de erodibilidade dos solos (K)

Para o factor de erodibilidade dos solos (K), recorreu-se à cartografia de solos segundo a classificação da FAO, sendo, apenas esta, que em formato digital, cobre a totalidade do País. Para este efeito considerou-se a relação, estabelecida por Bessa e Marado (1973), entre a classificação da FAO e a classificação adoptada no SROA, esta última, usada nas cartas à escala 1:25.000 e 1:50.000, tendo por base o trabalho de campo efectuado por Cardoso (1965) em diferentes perfis de solo. Com base nesta relação, Pimenta (1998), sistematizou os valores do factor K para os dois tipos de classificações, tornando, assim, possível estabelecer os valores K para as classes e tipos de solos presentes à escala 1:1.000.000, que se apresentam no Quadro 2.76.

Quadro 2.76 – Valores para o factor de erodibilidade dos solos (K).

Solos	Factor K
Cambissolos calcicos	0,032
Cambissolos cromaticos	0,031
Cambissolos cromaticos calcarios	0,032
Cambissolos cromaticos calcarios verticos	0,032
Cambissolos districos	0,031
Cambissolos districos – rochas sedimentares post-Paleozoicas	0,031
Cambissolos districos – xistos e quartzitos do Ordovicio	0,031
Cambissolos eutricos – rochas eruptivas	0,031
Cambissolos eutricos – rochas sedimentares post-Paleozoicas	0,031
Cambissolos eutricos – xistos e quartzitos do Ordovicio	0,031
Cambissolos humicos – associados a Cambissolos districos (rochas eruptivas)	0,032
Cambissolos humicos – rochas eruptivas	0,032
Cambissolos humicos – rochas sedimentares post-Paleozoicas	0,032
Cambissolos humicos – xistos	0,032
Cambissolos humicos – xistos (associados a Luvissolos, forte influencia atlântica)	0,032
Cambissolos humicos – xistos (associados a Luvissolos, fraca influencia atlântica)	0,032
Cambissolos humicos – xistos e quartzitos do Ordovicio (moderada influencia atlântica)	0,032
Cambissolos humicos cromaticos	0,031
Fluissolos calcarios	0,041
Fluissolos districos	0,026
Fluissolos eutricos	0,019
Fluissolos eutricos – associados a Fluissolos calcários	0,031
Litossolos eutricos	0,039
Litossolos eutricos – associados a Luvissolos	0,039
Litossolos eutricos – rochas ultrabásicas	0,039
Luvissolos férricos	0,031
Luvissolos gleizados	0,023
Luvissolos gleizados albicos	0,023
Luvissolos orticos	0,036
Luvissolos rodocromaticos	0,036
Luvissolos rodocromaticos calcicos	0,038
Luvissolos rodocromaticos calcicos verticos	0,038
Luvissolos verticos	0,023

Solos	Factor K
Planossolos eutrícos	0,025
Podzóis ortícos	0,028
Podzóis ortícos – associados a Cambissolos calcários	0,051
Podzóis ortícos – associados a Cambissolos distrícos	0,051
Podzóis ortícos – associados a Cambissolos eutrícos	0,051
Podzóis ortícos – associados a Luvissolos gleizados	0,051
Podzóis ortícos – associados a Regossolos eutrícos	0,028
Rankers	0,051
Regossolos distrícos	0,006
Regossolos eutrícos	0,006
Solonchaks gleizados	0,018
Vertissolos crómicos	0,032
Vertissolos crómicos calcários	0,034
Vertissolos pelícos	0,032
Vertissolos pelícos calcários	0,034

1.9.4.4.Factor fisiográfico (LS)

Os factores comprimento de encosta (L) e declive (S) representam o factor fisiográfico, quando combinados, representam a taxa relativa de perda de solo para um solo sem coberto, quando comparado com a parcela de referência (Jenny, 1983). Este factor fisiográfico é gerado a partir do modelo digital de elevação, de acordo com procedimentos *standard* em *ArcView Spatial Analyst*, segundo a equação seguinte:

$$LS = \left(\left(\frac{\text{flowaccGrid}}{22,13} \right)^{0,4} \right) \times 1,4 \left(\left(\frac{\text{SlopeGrid} \cdot \sin}{0,0896} \right)^{1,3} \right)$$

1.9.4.5.Factor de coberto vegetal (C) e práticas agrícolas (P)

No factor de coberto vegetal (C), segundo Tomás (1992), para as condições de uso do solo devem ser contempladas várias variáveis, nomeadamente: culturas e as suas fases de crescimento e sistemas de rotação inter-anual; períodos de sementeira; densidade de coberto vegetal e desenvolvimento das raízes; produções agrícolas e estado do solo e quantidades de resíduos deixados após a colheita. Deve-se, igualmente, dar especial atenção à distribuição da erosividade ao longo do ano e à sua relação com o estado de desenvolvimento das culturas. Ainda segundo Tomás (1993), a protecção oferecida pela cobertura vegetal necessita de ser suportada por práticas agrícolas que reduzam a velocidade do escoamento superficial e, conseqüentemente, a erosão. O factor de práticas agrícolas (P) traduz essas práticas, tendo-se considerado, no presente estudo, e na ausência de melhor informação, o valor um para este factor.

A metodologia para a determinação do factor C, proposta por Wischmeier e Smith (1978), segundo Tomás (1993), exige um conhecimento razoável das culturas e maneiras da zona em que se pretende calcular a erosão. Assim, quando não se dispõe dos elementos necessários para a sua determinação, e segundo a metodologia proposta, é sugerida a utilização dos elementos constantes do Quadro 2.77, no qual se apresentam as estimativas aproximadas do factor C.

Quadro 2.77 – Valores para factor de coberto vegetal (C).

Solos	Factor C
Arrozais	0,050
Culturas anuais associadas às culturas permanentes	0,400
Descargas industriais, zonas espalhamento lixos	0,100
Espaços florestais degradados	0,100
Espaços industriais/comerciais e equipamentos gerais	0,010
Espaços verdes urbanos	0,020
Estaleiros	0,010
Estuários, Lagunas e cordões litorais, Linhas de água, Planos de água, lagos	0,000
Floresta c/mistura de várias espécies	0,050
Folhosas	0,100
Infra-estruturas da rede viária e ferroviária	0,010
Landes e matagal	0,020
Olivais	0,100
Pastagens	0,020
Pastagens pobres, trilhos	0,050
Pedreiras, extracção areia, minas céu aberto	0,500
Perímetros regados	0,200
Pomares	0,050
Praias, dunas, areais e solos s/coberto vegetal	0,050
Resinosas	0,050
Rochas nuas	0,010
Salinas, Sapais, Zonas apaúladas, Zonas intertidais	0,005
Sistemas culturais e parcelares complexos	0,200
Tecido urbano contínuo	0,005
Tecido urbano descontínuo	0,010
Terras agrícolas/espaços naturais importantes	0,300
Territórios agro-florestais	0,300
Vegetação esclerofítica	0,020
Vinhas	0,200
Zonas equipamento desportivo, ocupação tempos livres	0,020
Zonas incendiadas recentemente	0,500
Zonas portuárias	0,010
Zona de utilização agrícola fora perímetros florestais	0,400

1.9.4.6. Aplicação do modelo de erosão

Como resultado da aplicação da Equação Universal de Perda de Solo, obtiveram-se *grids* da perda potencial do solo para ano médio, húmido e seco em t/ha, procedeu-se à sua classificação por perigosidade, de acordo com o critério apresentado no Quadro 2.78.

Quadro 2.78 – Classes de perda potencial anual de solo.

Perda potencial do solo (t/ha)	<5	5 – 12	12 – 50	50 – 100	100 – 200	> 200
Classes de perda potencial anual de solo	Muito baixo	Baixo	Moderado	Grave	Muito Grave	Extremamente grave

Fonte: Irvem et al., 2007

Esta classificação, utilizada em estudos recentes sobre erosão, foi, também, a utilizada no anterior PBH Tejo (INAG, I.P., 2001), pelo que se considera a mais adequada. No entanto, importa referir que perdas de solo inferiores a 50 t/ha/ano poderão ser igualmente graves, caso não sejam repostos os sedimentos destacados.

Na RH5 verifica-se que o risco de perda de solo por erosão hídrica é, na generalidade, bastante diminuto. Com efeito, verifica-se apenas risco potencial de perda de solo grave, muito grave ou extremamente grave em menos de 1% da área da região hidrográfica. No Quadro 2.79 apresentam-se as estimativas da perda potencial média de solo por erosão hídrica, para as várias sub-bacias que fazem parte da RH5.

Quadro 2.79 – Perda potencial de solo média por sub-bacia.

Sub-bacia	Área da sub-bacia (ha)	Perda de solo (t/ha/ano)	Perda total de solo por sub-bacia (t/ano)
Rio Erges	59 226	5,1	302 053
Ribeira do Aravil	42 684	4,5	192 078
Rio Pônsul	129 574	4,9	634 913
Rio Ocreza	142 942	8,5	1 215 007
Rio Zêzere	502 872	10,1	5 079 007
Rio Almonda	21 281	2,8	59 587
Rio Alviela	48 308	4,5	217 386
Rio Maior	92 285	4,0	369 140
Rio Alenquer	28 741	5,0	144 705
Rio Grande da Pipa	11 838	7,7	91 153
Rio Trancão	27 901	5,1	142 295
Grande Lisboa	17 196	3,9	67 064
Rio Sever	30 990	4,9	151 851
Ribeira de Nisa	26 415	4,4	116 226
Vala de Alpiarça e Ribeira de Ulme	45 728	3,0	137 184
Ribeira de Muge	70 311	3,8	267 182
Ribeira de Magos	20 047	2,0	40 094
Rio Sorraia	761 114	3,4	2 587 788
Tejo Superior	209 031	5,5	1 149 671
Tejo Inferior	54 627	3,1	169 344
Estuário	121 484	1,3	157 929
Ribeiras Costeiras do Sul	10 637	1,3	13 828
Água Costeira do Tejo	15 265	2,5	38 163

Nota: As áreas apresentadas não incluem o plano de água nas sub-bacias Estuário e Água Costeira do Tejo. A área do plano de água nestas duas sub-bacias é, respectivamente, 368 km² e 380 km², pelo que a área total das sub-bacias, incluindo o plano de água é 1 595 km² e 533 km².

Para área da região hidrográfica verifica-se uma perda potencial média de solo de 5,4 t/ha, correspondendo a um total de 13 x 10⁶ toneladas. A sub-bacia Estuário é a que apresenta uma menor perda potencial média de solo, com um valor de 1,3 t/ha/ano, enquanto que a sub-bacia Rio Zêzere apresenta a maior perda potencial média de solo, na ordem dos 10,1 t/ha/ano.

1.9.5. Erosão costeira

A caracterização da erosão costeira na RH5, nomeadamente nas diferentes unidades litorais existentes, foi realizada com base nos Planos de Ordenamento da Orla Costeira (POOC) e em bibliografia existente, identificando-se deste modo as zonas com um elevado grau de vulnerabilidade à erosão costeira. Dada a abrangência da área territorial em causa não é objectivo do Plano realizar estudos de pormenor relacionados com estes aspectos, sendo que estes serão tratados no âmbito da revisão do POOC Sintra-Sado, cuja decisão de revisão foi tomada através do Despacho n.º 9166/2011 de 20 de Julho, publicada no Diário da República, 2ª Série.

Zonas de maior vulnerabilidade:

Entre **Cascais** e **S. Julião da Barra**.

Entre a **Cova do Vapor** e a **Praia da Mata**, incluindo toda a zona costeira da **Costa da Caparica, Fonte da Telha e Lagoa de Albufeira**.

A erosão costeira corresponde ao recuo da linha de costa e à perda de território emerso, de forma linear ou descontínua, durante um horizonte temporal suficientemente longo que se sobreponha à variabilidade inter-anual, sendo causada por uma série de factores indutores de origem natural ou antrópica.

As causas da erosão costeira de origem natural são a acção dos ventos, temporais, correntes junto à linha de costa e a subida do nível médio do mar, sendo as de origem antrópica a artificialização das bacias hidrográficas (construção de barragens), dragagens/exploração de inertes junto à linha de costa e/ou em rios/estuários e a construção de obras pesadas de engenharia costeira (defesa do litoral).

A erosão costeira e conseqüente recuo da linha de costa, caso interfira com a ocupação humana, constitui fonte geradora de risco, o qual apresenta características distintas consoante o conteúdo geomorfológico presente. Em litoral de arriba, os principais riscos para a ocupação humana relacionam-se com a ocorrência de movimentos de massa de vertente, assumindo relevância em litoral arenoso os fenómenos de inundação/galgamento oceânico e o recuo/amputação da praia emersa e do cordão dunar frontal.

A intensidade e frequência dos processos erosivos intrínsecos à evolução do litoral, a par com os usos e ocupação por actividades humanas, têm originado frequentes situações de risco para pessoas e bens localizados em alguns aglomerados populacionais e em diversos troços costeiros com utilização balnear.

Neste âmbito, importa referir o segmento costeiro da Costa de Caparica, caracterizado por um elevado grau de vulnerabilidade à erosão costeira. Esta zona tem sido fortemente intervencionada, verificando-se a existência de inúmeras estruturas de protecção litoral quer transversais quer longitudinais, bem como alimentação artificial de areias para reforço do cordão dunar.

1.9.6. Movimentos de massa

A identificação de zonas sujeitas a riscos de movimentos de massa foi realizada com base na análise dos IGT, em particular nos PROT com abrangência na área da RH5, nomeadamente:

- Plano Regional de Ordenamento do Território do Oeste e Vale do Tejo (PROT-OVT);
- Plano Regional de Ordenamento da Área Metropolitana de Lisboa (PROT-AML);
- Plano Regional de Ordenamento do Território do Centro (PROT-Centro);
- Plano Regional de Ordenamento do Território do Alentejo (PROTA).

Os perigos associados a movimentos de massa em vertentes enquadram-se nos perigos naturais, dependendo estes de vários factores, com destaque para factores de natureza geológica, da morfologia dos terrenos e da precipitação. No contexto da gestão dos recursos hídricos trata-se de um aspecto relevante na medida em que movimentos de massa importantes podem originar, para além dos prejuízos directos relacionados com perda de vidas humanas e bens materiais, aterramentos de linhas de água ou ondas em albufeiras provocadas por deslizamentos para o seu interior, o que pode, em consequência, induzir outras situações de risco. A RH5 apresenta uma parcela significativa do seu território sujeita a riscos de movimentos de massa em vertentes

De acordo com informação presente nos PROT, nomeadamente no PROT-Centro, 18,5% da área da zona centro situa-se nas classes de susceptibilidade elevada e muito elevada. Ressaltam classificações de elevado e muito elevado em dois sectores correspondentes às Serras da Cordilheira Central e da Gardunha e às Serras do Caramulo e do Maciço da Gralheira. Acrescem a estes sectores as vertentes das serras do Sicó e de Porto de Mós, bem como vales encaixados.

Tendo em consideração o constante no PROT-OVT, verifica-se que 7,5% da área de abrangência deste Plano apresenta maior susceptibilidade a movimentos de massa em vertentes, sendo particularmente importante nas regiões do Oeste e do Médio Tejo, por serem mais acidentadas e por terem uma litologia mais favorável a este tipo de fenómeno.

Por sua vez, o PROT-AML, refere que 9% desta área apresenta risco de instabilidade de vertentes, com especial relevância nos municípios de Loures, Odivelas, Vila Franca de Xira e Setúbal.

Em litoral de arriba, o recuo da linha de costa processa-se fundamentalmente pela ocorrência intermitente e descontínua de movimentos de massa de vertente de diferentes tipos e dimensões (Sunamura, 1992; Marques, 1997b; Teixeira, 2006). De acordo com Marques & Andrade (2009), estes eventos de recuo são normalmente desencadeados por um conjunto de factores operantes ao longo do tempo, designadamente a acção erosiva das ondas do mar, escorrência superficial, infiltração e circulação de água subterrânea ou pela imposição de vibrações e sobrecargas (factores condicionantes externos), sendo auxiliados pela degradação progressiva das características de resistência dos materiais, incluindo a composição, grau de meteorização e estrutura dos maciços interessados. Os movimentos de massa de vertente em arribas são predominantemente do tipo queda de blocos, escorregamento planar e tombamento, e implicam a mobilização de volumes variáveis de material que vão desde pequenos blocos decimétricos a milhares de metros cúbicos.

A faixa costeira abrangida pela RH5 apresenta conteúdo geológico e geomorfológico diferenciado, condicionando a tipologia e as características dimensionais dos movimentos de massa de vertente, pelo que a área foi subdividida em dois sectores: troço Cabo da Roca – São Julião da Barra e troço Meco – Cabo Espichel.

No troço Cabo da Roca – São Julião da Barra são frequentes os sintomas de actividade, marcada por acumulações de sopé, contendo blocos de dimensão métrica caídos das arribas. As taxas de recuo são de um modo geral pequenas, sendo as ocorrências de movimentos de massa de vertente localizadas, bem separadas no tempo, podendo no entanto atingir dimensões consideráveis.

De acordo com Andrade *et al.*, (2010), no concelho de Cascais foram registados 67 movimentos de massa entre 1942 e 2008, com distribuição muito irregular em termos espaciais (64% no troço compreendido entre a Praia das Avencas e a zona imediatamente a leste do Forte de Santo António), correspondendo à queda, escorregamento ou tombamento de fatias de rocha esbeltas. No segmento costeiro com maior densidade de ocupação humana (Cascais e São Julião da Barra) foi observado recuo local máximo de 7 m.

A morfologia das arribas ao longo do troço Meco – Cabo Espichel é bastante variada, reflectindo controlos da litologia e estrutura geológica, traduzindo-se em diferentes taxas de evolução e recuos máximos locais.

De acordo com Marques (1997), entre 1958 e 1989, entre a praia dos Lagosteiros e a Foz, as taxas de evolução destas arribas são extremamente baixas (0,001 m/ano), tendo a largura máxima dos movimentos registada sido de 5 m. Para norte, no troço Bicas-Penedo, as taxas médias de recuo aumentam uma ordem de grandeza, com largura máxima dos movimentos de 11 m. Na zona do Meco/Moinho de Baixo, as taxas de evolução das arribas atingem valores próximo de 1,0 m/ano.

1.9.7. Risco sísmico

A caracterização e análise de vulnerabilidades associadas ao risco sísmico foi, essencialmente, baseada em informação constante nos PROT com incidência na RH5, bem como no Regulamento de Segurança e Acções para Estrutura de Edifícios e Pontes (RSAEEP), aprovado pelo Decreto-Lei n.º 235/83, de 31 de Maio, que considera, para efeitos de quantificação da acção dos sismos, o país dividido em quatro zonas decrescentes de sismicidade.

Em consequência do seu contexto tectónico, o território português constitui uma zona de sismicidade significativa. Nas últimas décadas, foram reconhecidas no território português, imerso e submerso, diversas estruturas activas, muitas delas associadas a epicentros de sismos com magnitudes médias a elevadas. Pese embora este facto, a sismicidade em Portugal continental não é muito intensa, nem muito frequente.

A RH5, de acordo com o Regulamento de Segurança e Acções para Estrutura de Edifícios e Pontes (RSAEEP), aprovado pelo Decreto-Lei n.º 235/83, de 31 de Maio, engloba as três zonas de maior risco sísmico do território continental português, nomeadamente as zonas A, B e C.

Considerando os sismos históricos entre 1901 e 1971, a intensidade sísmica máxima atingiu o valor de 10 na zona Oeste da RH5, afigurando-se esta como a zona de maior intensidade sísmica do território continental português.

1.9.8. Riscos associados a infra-estruturas

De entre as infra-estruturas com significado para a gestão da água destacam-se as barragens, designadamente devido ao importante papel que desempenham na disponibilização de água para fins múltiplos, bem como aos riscos potenciais envolvidos, na eventualidade da ocorrência de acidentes ou rupturas, com os associados impactes sociais, económicos e ambientais. Neste sentido, as barragens são objecto de regulamentação específica, onde o controlo de segurança se exerce desde a fase de projecto e se prolonga ao longo de todo o seu ciclo de vida.

Na análise de risco associado a barragens importa destacar as infra-estruturas que se enquadram no Regulamento de Segurança de Barragens (RSB), anexo ao Decreto-Lei n.º 344/2007, de 10 de Outubro, por serem aquelas às quais estarão, em princípio, associados os maiores danos, tendo sido abordados os seguintes aspectos:

- As disposições regulamentares com relevância na segurança de barragens, apresentando-se, de forma sumária, os diplomas legais que enquadram a forma como se exerce o controlo de segurança de barragens e que demonstram a importância que reveste esta questão desde a fase de projecto e ao longo toda a vida das barragens;
- as finalidades das barragens abrangidas pelo RSB, demonstrando-se a importância que assumem estas barragens no contexto das barragens existentes na RH5, em termos dos volumes armazenados e dos usos a elas associadas;
- as barragens abrangidas pelo RSB com classificação aprovada pelo INAG, Autoridade Nacional de Segurança de Barragens, tecendo-se algumas considerações de ordem qualitativa relativamente ao modo como tem sido aplicada a legislação em vigor;
- o modo como o risco sísmico condiciona a concepção e dimensionamento de barragens, tendo-se sobreposto as barragens abrangidas pelo RSB com o zonamento sísmico estabelecido no RSAEEP;

Barragens associadas a maiores danos:

Das 24 barragens com classificação aprovada:

- 13 na Classe I de danos potenciais;
- 9 na Classe II de danos potenciais;
- 2 na Classe III de danos potenciais.

Das barragens abrangidas pelo RSB:

- 12% estão na zona de risco sísmico A;
- 54% estão na zona de risco sísmico B;
- 34% estão na zona de risco sísmico C.

Refere-se que o levantamento de barragens e respectivas características, teve por base informação recolhida junto da ARH Tejo, bem como informação disponibilizada pelo INAG.

Na RH5 estão abrangidas pelo RSB 136¹¹ barragens, das quais 24 têm classificação aprovada pelo INAG. Importa referir que a designada classificação de risco das barragens abrangidas pelo RSB se associa a classes de gravidade de danos potenciais, associados à onda de inundação no vale a jusante, e não necessariamente a riscos de rotura da barragem. Deste modo, esta classificação não fornece indicação relativamente às condições de segurança das barragens e ao inerente risco associado.

Em complemento à classificação de barragens fornecida pelo INAG revela-se importante referir que as barragens classificadas na classe de maiores riscos potenciais (13 a nível da RH5) devem possuir Planeamento de Emergência, que se materializa no Plano de Emergência Interno (PEI) e no Plano de Emergência Externo (PEE). Neste âmbito, encontram-se em apreciação pela Autoridade Nacional da Protecção Civil (ANPC) alguns PEI, tendo apenas sido implementados quatro, nenhum deles na RH5. De acordo com a informação recolhida, não foi, ainda, desenvolvido nenhum PEE referente a barragens na RH5.

¹¹Incluindo as barragens do Alvito e de Almourol previstas no PNBEPH

1.9.9. Riscos de poluição acidental

1.9.9.1. Águas de superfície

A avaliação do risco de poluição acidental tem por objectivo fornecer informação relativa aos riscos a que as MA da RH5 estão sujeitas, bem como aos impactes que estão associados à eventual afectação dos usos associados às mesmas, dos quais se destacam as captações destinadas à produção de água para consumo humano.

O conhecimento sobre as situações de potencial risco acidental das MA, com especial incidência para aquelas onde se localizam captações destinadas ao abastecimento público, constitui um elemento importante na gestão dos recursos hídricos, permitindo planear medidas e preparar acções de prevenção e de minimização de danos.

Para este efeito, procedeu-se à adaptação de uma metodologia comumente utilizada para o cálculo de um índice de susceptibilidade à poluição das águas superficiais, de modo a se adequar à realidade da área em estudo, tendo-se adicionalmente definido uma metodologia para o estabelecimento do risco de contaminação acidental, baseada na susceptibilidade anteriormente definida. Esta análise foi extensiva a toda a área da região hidrográfica, tendo-se utilizado a informação fornecida pela ARH Tejo relativamente às actividades económicas e outras fontes poluentes existentes na região.

Adicionalmente, tendo-se considerado como relevante, no contexto da gestão dos recursos hídricos, avaliar as consequências que poderão advir para as captações de água superficial destinadas à produção de água para consumo humano, em resultado de uma contaminação acidental das várias MA, foi estabelecida uma metodologia para avaliação de tais impactes.

a) Vulnerabilidade, probabilidade e risco

A metodologia seguida para a determinação do risco de poluição acidental de uma MA, considera que este é dado pelo produto entre a vulnerabilidade à poluição e a probabilidade de ocorrência de uma falha ou acidente, tal como expresso na seguinte equação:

Para o estabelecimento da vulnerabilidade recorreu-se ao índice *WRASTIC*, resultando este da aplicação de uma metodologia expedita que se baseia nas principais características da MA, usos do solo presentes e existência de fontes potencialmente poluentes, tóxicas ou difusas. A aplicação deste índice à RH5 requereu algumas adaptações ao nível das categorias que integram os parâmetros de determinação, apresentando o Quadro 2.81 os elementos utilizados para o seu cálculo e sendo este conseguido segundo a seguinte equação:

na qual os parâmetros que integram o índice são:

- *W* – presença de águas residuais;
- *R* – presença de actividades recreativas;
- *A* – presença de actividades agrícolas;
- *D* – dimensão da bacia hidrográfica;
- *T* – categoria das vias de transporte;
- *I* – presença de actividades industriais;
- *C* – cobertura vegetal do solo;

e os índices I e P representam, respectivamente, a classificação atribuída à categoria e o factor de ponderação do parâmetro.

No que respeita à informação utilizada para a atribuição de uma categoria aos vários parâmetros relacionados com a presença de actividades económicas, utilizados para o cálculo do índice, recorreu-se às seguintes fontes de informação:

- Para a identificação da tipologia e localização das instalações abrangidas pelos parâmetros “presença de águas residuais” e “presença de actividades industriais”, utilizou-se a informação cedida pela ARH Tejo, constante nos TURH, nas Licenças Ambientais e no REF;
- na categoria “outras” do parâmetro “presença de actividades industriais”, foram consideradas as instalações referentes à agro-indústria, à indústria transformadora e a instalações diversas, nos termos em que se encontram agrupadas nas bases de dados cedidas pela ARH Tejo;
- a informação referente aos estabelecimentos abrangidos pela Directiva Seveso II proveio do sítio da Agência Portuguesa do Ambiente (APA) (APA, 2010).

No que toca aos restantes parâmetros que integram o índice, foi utilizada para a “cobertura vegetal do solo” e para a “presença de actividades agrícolas” a informação proveniente da CLC 2006, e para a “dimensão da bacia hidrográfica” a informação proveniente da ARH Tejo.

A classificação da vulnerabilidade das MA à poluição accidental foi realizada de acordo com os critérios estabelecidos no Quadro 2.80.

Quadro 2.80 – Classificação do índice WRASTIC de vulnerabilidade à poluição accidental.

Classificação	Pontuação
Elevada (3)	Vulnerabilidade ≥ 50
Moderada (2)	$26 \leq$ Vulnerabilidade < 50
Baixa (1)	Vulnerabilidade < 26

Quadro 2.81 – Critérios e ponderadores para o cálculo do índice de vulnerabilidade à poluição accidental.

	Parâmetros	Categorias	Índices de classificação (I)	Factores de ponderação (P)
Vulnerabilidade	Presença de águas residuais (W)	Efluentes com substâncias prioritárias	5	3
		Efluentes provenientes da pecuária e indústria	4	
		Efluentes provenientes de colectores	3	
		Efluentes provenientes de ETAR	2	
		Ausência de descargas de águas residuais	1	
	Presença de actividades recreativas (R)	Presença de actividades motorizadas permitidas na água (albufeiras e troços navegáveis)	5	2
		Presença de actividades não motorizadas permitidas na água (Praias Fluviais)	4	
		Existência de acessos permitidos a veículos	3	
		Sem acessos a veículos	2	
		Sem actividades recreativas	1	
	Presença de actividades agrícolas (A)	> 536 ha de área cultivada	5	2
263 – 536 ha de área cultivada		4		
142 – 263 ha de área cultivada		3		

Parâmetros	Categorias	Índices de classificação (I)	Factores de ponderação (P)
	82 – 142 ha de área cultivada	2	
	< 82 ha de área cultivada	1	
Dimensão da bacia hidrográfica (D)	> 1 942 km ²	5	1
	388 – 1 942 km ²	4	
	155 – 388 km ²	3	
	39 – 155 km ²	2	
	<39 km ²	1	
Categoria das vias de transporte rodoviário (T)	Auto-estradas	5	1
	Itinerários Principais (IP), Itinerários Complementares (IC) e vias rápidas	4	
	Estradas Nacionais (EN) e Estradas Municipais (EM) (pavimentadas)	3	
	Estradas não pavimentadas	2	
	Inexistência de vias de transporte na bacia hidrográfica	1	
Presença de actividades industriais (I)	Indústrias Seveso – Nível superior de perigosidade	8	4
	Indústrias Seveso – Nível inferior de perigosidade	6	
	Outras (restante indústria transformadora)	4	
	Inexistência de indústrias na bacia hidrográfica	1	
Cobertura vegetal do solo (C)	0 - 5% de solo coberto por vegetação	5	1

Fonte: adaptado de NMED/DWB, 2000 in IRAR, 2009

A determinação da probabilidade de ocorrência de um acidente de poluição, baseou-se expeditamente no número de factores de risco, descritos pelo número de instalações inseridas nos parâmetros “Presença de águas residuais” e “Presença de actividades industriais”, no pressuposto de que, à maior presença destas estará associada a maior probabilidade de ocorrência de possíveis cenários de poluição accidental. Neste sentido, foram consideradas cinco classes de probabilidade de ocorrência, estas explicitadas no Quadro 2.82.

Quadro 2.82 – Classificação da probabilidade de ocorrência de poluição accidental.

Classificação	Pontuação
Muito elevada (5)	Número de factores de risco ≥ 35
Elevada (4)	$25 \leq$ Número de factores de risco < 35
Moderada (3)	$15 \leq$ Número de factores de risco < 25
Baixa (2)	$5 \leq$ Número de factores de risco < 15
Muito baixa (1)	Número de factores de risco < 5

Uma vez dispendo da vulnerabilidade à contaminação, traduzida pela classificação atribuída ao índice WRASTIC (variável entre 1 e 3), e associando-lhe uma probabilidade de ocorrência de poluição accidental (variável entre 1 e 5) tornou-se possível espacializar o risco de poluição accidental para cada MA, tendo por base os critérios de classificação de risco estabelecidos no Quadro 2.83.

Quadro 2.83 – Classificação do risco de poluição accidental.

Classificação	Pontuação
Elevado	Risco ≥ 10
Moderado	$5 \leq$ Risco < 10
Baixo	Risco ≤ 5

b) Gravidade e significância dos impactes

Por fim, no contexto da gestão dos recursos hídricos, considerou-se ser relevante complementar o apuramento do risco de contaminação accidental das várias MA com a avaliação das consequências que daí poderão advir, para o importante uso que consiste na captação de água superficial para produção de água para consumo humano (avaliação esta individualizada para as 32 captações existentes na RH5).

Para este efeito, foi estabelecida uma escala de gravidade, que pretende qualificar a importância de um eventual episódio de poluição accidental, recorrendo à tipologia e à classificação das actividades potencialmente poluentes, de acordo com os critérios indicados no Quadro 2.84, e uma escala de significância, que pretende qualificar os danos associados a um eventual episódio de poluição accidental, considerando a população servida por cada captação, de acordo com os critérios indicados no Quadro 2.85.

Quadro 2.84 – Classificação da gravidade dos impactes.

Tipologia das actividades	Gravidade
Instalações Seveso	Muito elevada
Instalações com descarga de substâncias prioritárias	Elevada
Indústria e Pecuária	Moderada
Colectores e ETAR municipais	Baixa
Outras (as restantes actividades incluídas nos parâmetros “presença de actividades recreativas”, “presença de actividades agrícolas” e “vias de transporte rodoviário” do índice de vulnerabilidade)	Muito baixa

Quadro 2.85 – Classificação da significância dos impactes.

Número de habitantes servidos	Significância
> 20 000	Muito elevada
10 000 – 20 000	Elevada
5 000 – 10 000	Moderada
1 000 – 5 000	Baixa
<1 000	Muito baixa

c) Resultados

Tendo em conta os resultados obtidos, verifica-se que o risco de poluição accidental na região hidrográfica do Tejo é na generalidade baixo, embora, cerca de 10% do total de MA apresente um risco moderado e 1% um risco elevado. Relativamente às MA onde estão localizadas captações, verifica-se que apenas em três destas o risco é moderado (Ribeira da Meimoa, Albufeira de Castelo de Bode e Rio Tejo (HMWB – Jusante Bs. Castelo de Bode e Belver), apresentando as restantes um risco classificado como baixo.

Analisando conjuntamente os resultados obtidos para o risco de poluição accidental e para a gravidade e significância dos impactos expectáveis nas captações localizadas na RH5, verifica-se que as captações que estão localizadas em MA com risco de poluição accidental moderado e que apresentam simultaneamente uma classificação da gravidade e significância dos impactos expectáveis igual ou superior a moderada são as captações: Castelo de Bode, Castelo de Bode – Rio Fundeiro e Cabeça Gorda – Castelo de Bode.

1.9.9.2. Águas Subterrâneas

Na determinação dos riscos de poluição accidental associados às águas subterrâneas, o mais usual é analisar-se o risco associado à probabilidade de ocorrência de um episódio de poluição. O risco de poluição é obtido cruzando a informação da localização das infra-estruturas que oferecem um determinado potencial de poluição com a vulnerabilidade à poluição do meio nas zonas onde se situam essas infra-estruturas. Assim, a magnitude do perigo e do tipo de impactes expectáveis resultam das características físico-químicas dos elementos libertados, da vulnerabilidade do meio e da distância ao alvo que se pretende proteger (e.g. captação para abastecimento público).

Os tipos de acidentes mais graves estão associados ao derrame de produtos do petróleo e produtos químicos, não só pela dificuldade na sua reabilitação mas também porque os elementos que libertam são tóxicos para os animais e as plantas mesmo em muito baixas concentrações, podendo causar a eutrofização e o aparecimento de zonas mortas de forma irreversível para os ecossistemas aquáticos. O risco traduz a forma como o meio é afectado por uma carga poluente. É, por isso, definido como uma combinação dos efeitos da carga poluente contínua (e.g., por más práticas agrícolas) ou accidental, com as características do meio (traduzidas pela vulnerabilidade do meio).

O risco de poluição depende não só da vulnerabilidade mas também da existência de cargas poluentes significativas que possam entrar no ambiente subterrâneo. O meio pode atenuar a concentração do poluente, reduzindo-a a um valor aceitável. Assim, é possível ter uma situação de risco baixo se, apesar de a carga poluente ser elevada, a vulnerabilidade do meio for reduzida. Pode também existir uma situação de baixo risco, se, independentemente da vulnerabilidade (mesmo que seja elevada), a carga poluente for reduzida. Um meio de vulnerabilidade elevada e sujeito a uma carga poluente elevada confere uma situação de risco elevado.

Os métodos para caracterização do risco podem ser de previsão ou de resposta. Os métodos de previsão podem caracterizar o risco por dois processos: um que considera o cálculo, em separado, da vulnerabilidade e da carga poluente; e outro que acopla a carga poluente e as características intrínsecas do meio. Os métodos de resposta usam a composição da água subterrânea para afirmar se determinada área em análise tem boas ou más condições de preservação das características actuais da qualidade da água, isto é, que o risco é baixo ou que o risco é elevado.

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 MA subterrâneas, são as seguintes:

- Aterros sanitários mal isolados, lixeiras e fossas sépticas;
- solos contaminados;
- áreas industriais abandonadas, contendo substâncias perigosas;

Risco de poluição accidental nas massas de água superficiais

- Baixo: **89%** das massas de água;
- Moderado: **10%** das massas de água;
- Elevado: **1%** das massas de água.

Risco de poluição accidental nas captações superficiais de água destinada ao consumo humano:

- **9** captações superficiais para abastecimento urbano localizam-se em massas de água com risco de poluição accidental moderado (num total de 3 massas de água abrangidas)

- 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 suínícolas e bovinas);
- lagares e matadouros com processos de rejeição não adequados.

Os locais particularmente sensíveis à poluição accidental, são os seguintes:

- Áreas de implantação de captações de água subterrânea para abastecimento público, quer tenham ou não os respectivos perímetros de protecção já delimitados;
- Áreas Sensíveis, de acordo com as definições adoptadas pelos diplomas legais:
 - 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);
 - Decreto-Lei n.º 227/98, de 17 de Julho (reservas marinhas e parques marinhos).

As áreas sujeitas a poluição accidental deverão ser classificadas em cinco graus de risco, tal como indicado no quadro seguinte, definindo este de acordo com a confluência de proximidade de duas situações:

- Actividades/ocupações do solo potencialmente indutoras de picos de poluição, na sequência de hipotéticos acidentes de origem natural ou artificial;
- locais especialmente sensíveis a tais picos de poluição, a saber, captações de água subterrânea para abastecimento público e áreas protegidas.

Quadro 2.86 – Grau de risco dos focos potenciais de poluição accidental e áreas afectadas.

Grau de risco	Focos de poluição accidental	Áreas afectadas
Grau 1	Distância inferior a 1 km	Captações de abastecimento público
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 público
Grau 5	Distância superior a 1 km	Áreas sensíveis e restantes áreas

A cartografia dos graus de risco de poluição accidental deverá ser elaborada da seguinte forma:

- Em torno de cada uma das actividades ou ocupações do solo onde se admite que hipotéticos acidentes poderão causar episódios de poluição foi marcado um círculo com 1 km de raio;
- os círculos ou as partes desses círculos que ficaram sobrepostos com as áreas de implantação de captações de água para consumo humano foram classificados no Grau 1,
- os círculos ou as partes desses círculos que ficaram sobrepostos com Áreas Sensíveis foram classificados no Grau 2;
- os círculos ou as partes desses círculos que não ficaram sobrepostos com nenhum dos locais anteriores foram classificadas no Grau 3;

- as áreas de implantação de captações de água para consumo humano, quando não sobrepostas aos círculos anteriores, foram classificadas no Grau 4;
- todas as outras áreas não abrangidas, quer pelos círculos desenhados, quer pelas áreas de implantação de captações de água para consumo humano e respectivos perímetros de protecção, foram classificadas no Grau 5.

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 no Decreto-lei n.º 382/99, de 22 de Setembro.

Além da metodologia acima apresentada, destinada à avaliação o risco de poluição accidental ligado a infra-estruturas fixas, deverá ainda considerar-se o risco de poluição accidental durante o transporte de substâncias potencialmente perigosas. Atendendo ao facto de as estradas serem os locais onde existe maior risco de ocorrência de acidentes de poluição durante o transporte, apresenta-se uma metodologia para a definição desse risco, com base numa simplificação do trabalho apresentado em Leitão *et al.*, (2005).

Os autores apresentam um conceito de zonas hídricas sensíveis aos poluentes rodoviários que define *zonas do domínio hídrico interior – subterrâneo e superficial, de transição e costeiro que, pelas suas características físicas e químicas intrínsecas, pelos seus usos e pelos ecossistemas que suportam constituem, separadamente ou cumulativamente, áreas mais sensíveis à poluição gerada pela circulação rodoviária.*

As zonas sensíveis são entendidas como áreas a proteger, para onde não se devem fazer descargas directas de águas de escorrência de estradas (e, portanto, também muito sensíveis a derrames accidentais de quaisquer substâncias estranhas à actividade rodoviária), e onde se devem implementar sistemas de tratamento adequados, promovendo a diminuição da poluição proveniente das estradas para níveis aceitáveis, antes da descarga.

A aplicação simplificada deste conceito, que tem por base a análise de um conjunto de características intrínsecas do meio hídrico receptor, para uma análise expedita de riscos de poluição accidental, visa definir as estradas onde haverá maior risco de poluição no caso de ocorrer um acidente, que correspondem a áreas intrinsecamente mais sensíveis e/ou com restrições legais de uso relativas a estradas (zonas em risco) e áreas de menor risco (outras zonas).

A aplicação desta metodologia no contexto do Plano diz respeito apenas à componente de águas subterrâneas, e foi efectuada através da aplicação do fluxograma da Figura 2.19 (adaptado de Leitão *et al.*, 2005).

As situações contempladas no fluxograma são brevemente explicadas nos parágrafos seguintes.

As duas situações concretas onde passou a ser proibida a construção de estradas, atendendo à necessidade de protecção dos recursos hídricos subterrâneos são: a zona de protecção imediata de captações de águas subterrâneas para abastecimento público e de captações que exploram recursos hidrominerais, Decretos-Lei n.º 382/99, de 22 de Setembro, e Decreto-Lei n.º 90/90, de 16 de Março, respectivamente. As estradas que se encontram nessa situação (construídas antes destes decretos serem publicados) são consideradas zonas de risco.

Para a caracterização da sensibilidade do meio hídrico subterrâneo aos poluentes rodoviários devem-se distinguir as áreas hidrogeológicas de importância regional, classificadas em sistemas aquíferos e outras formações hidrogeológicas. São as primeiras que merecem uma atenção especial na medida em que habitualmente constituem fontes de abastecimento privilegiadas.

As principais características do meio hídrico subterrâneo, que condicionam a maior ou menor facilidade de migração dos poluentes, são a capacidade de infiltração e de circulação da água no meio. Consideram-se duas hipóteses:

- A existência de meios carsificados ou muito fissurados, onde as fracturas se encontram interligadas e contínuas em profundidade, aflorando estes meios à superfície;
- os restantes meios.

Nos primeiros existem caminhos preferenciais de infiltração profunda, facilitando a chegada de qualquer poluente à zona saturada, desde que haja água de recarga, pelo que constituem zonas em risco.

Embora os meios carsificados e os muito fissurados constituam meios de evidente sensibilidade à poluição, há outras situações hidrogeológicas onde a elevada facilidade de infiltração pode determinar a classificação de zonas em risco. As áreas de infiltração máxima são um dos exemplos e as zonas com o nível piezométrico temporariamente muito próximo da superfície, outro.

As áreas de infiltração máxima, tal como vêm definidas no Decreto-Lei n.º 93/90, de 19 de Março, são todas as áreas em que, devido a natureza do solo e do substrato geológico e ainda às condições de morfologia do terreno, a infiltração das águas apresenta condições favoráveis, contribuindo assim para a alimentação dos lençóis freáticos. Para a delimitação destas áreas deverá ser utilizado o índice IFI (Índice de Facilidade de Infiltração), desenvolvido por Oliveira e Lobo Ferreira (2002). Esta metodologia será descrita no capítulo 2.4.2.3.

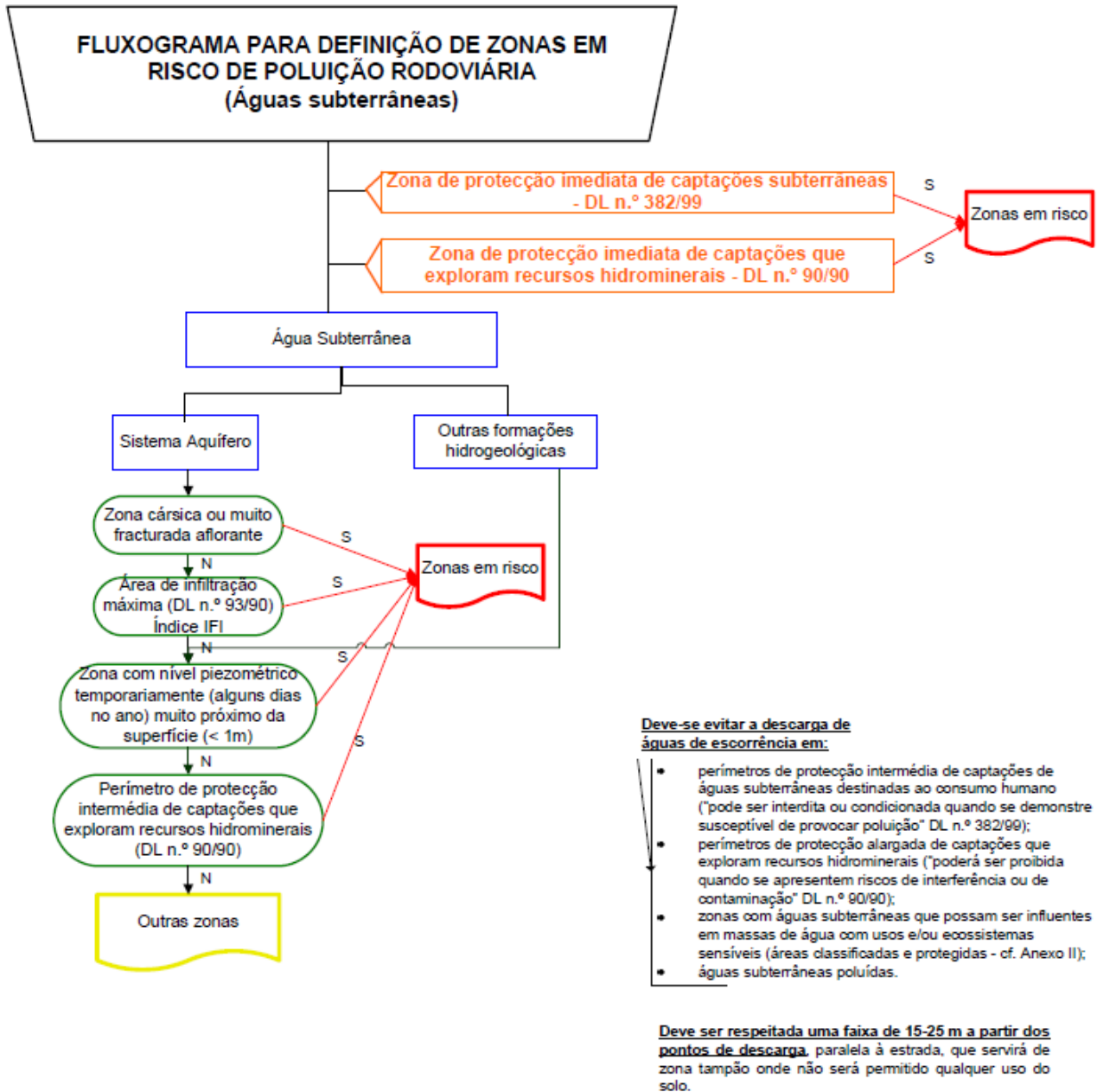


Figura 2.19 – Fluxograma para a definição de zonas em risco de poluição rodoviária, componente águas subterrâneas (adaptado de Leitão *et al.*, 2005).

Finalmente importa ainda considerar para a definição de zonas em risco, os condicionamentos legais relativos à protecção dos usos de águas subterrâneas. Assim, de acordo com o Decreto-Lei n.º 90/90, de 16 de Março, relativo aos recursos hidrominerais (águas minerais naturais ou águas mineroindustriais), é proibida a construção de estradas na zona de protecção intermédia, "salvo quando devidamente autorizadas pela entidade competente da Administração, se da sua prática, comprovadamente, não resultar interferência no recurso ou dano para a exploração" (Artigo 43.º). Este perímetro é uma zona sensível, a não ser que o contrário seja provado, com base em estudos hidrogeológicos e de vulnerabilidade à poluição.

Para a elaboração desta cartografia, deverá ser utilizada a escala com quatro classes de risco apresentada no Quadro 2.87, adaptada do índice IFI. Salienta-se ainda que deverão ser identificadas todas estas situações numa zona

com 1 km adjacente às estradas e que devem ser classificadas como “zonas em risco” as correspondentes às classes Alto e Muito Alto.

Quadro 2.87 – Grau de risco de poluição acidental e respectivas classes.

Grau de risco	Áreas afectadas
Baixo	3 a 15
Médio	16 a 20
Alto	21 a 25
Muito alto	26 a 30

A delimitação das áreas sujeitas a risco de poluição acidental permite planear 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 articulação das autoridades de protecção civil, no sentido de desencadear os meios visando atenuar os episódios de poluição acidental.

2. CARACTERIZAÇÃO DAS MASSAS DE ÁGUA

2.1. MASSAS DE ÁGUA DE SUPERFÍCIE

2.1.1. Tipologia

2.1.1.1. Rios

Relativamente às MA da categoria rios, Portugal pertence à Eco-região Ibérico-Macaronésica. Relativamente à rede hidrográfica existente, foram apenas considerados todos os cursos de água cuja bacia de drenagem é igual ou superior a 10 km² e as MA com comprimento superior a 2 km. No caso de cursos de água de dimensão inferior, ou (i) foram incluídos em MA contíguas com a mesma classe de dimensão de bacia de drenagem, atribuindo-se-lhe o tipo da MA a jusante caso o curso seja de cabeceira, ou (ii) se a MA correspondente tiver bacia drenante pequena e confluir com outra de dimensão superior, esta não é considerada, sendo eliminada (INAG, I.P., 2008).



Mapa 35 – Tipos de Rios.

A tipologia de rios resultou da aplicação do Sistema B (Anexo II, DQA) e da sua validação biológica ou seja, da (i) selecção dos factores facultativos, (ii) de análise estatística multivariada (ordenação e classificação) das variáveis quantitativas climáticas e morfológicas para a identificação de regiões morfoclimáticas, (iii) da intercepção do resultado obtido com a geologia e dimensão da bacia de drenagem, (iv) do confronto, para efeitos de validação da tipologia abiótica, com informação biológica das comunidades de invertebrados bentónicos, diatomáceas (fitobentos), macrófitos e peixes, obtida em campanhas de amostragem promovidas pelo INAG em locais considerados de referência, nas Primaveras de 2004 a 2006.

Obtiveram-se 15 tipos de rios em Portugal Continental, estando apenas nove representados na RH5, apresentando-se no Quadro 2.88 as suas características gerais (INAG, I.P., 2008).

Quadro 2.88 – Principais características dos tipos da categoria rios que existem na RH5 (INAG, I.P., 2008).

Tipos	Altitude (m)	Latitude (°)	Longitude (°)	Área de drenagem (km ²)	Geologia	Escoamento (Interquartil) (mm)	Precipitação média anual (mm)	Temperatura média anual (°C)	Amplitude térmica média anual (°C)
Rios Montanhosos do Norte (M)	506,42 ± 299,75	40°16'N a 42°03'N	7°26'W a 8°40'W	< 100	Siliciosa, de baixa mineralização	800 a 1400	1944,36 ± 379,12	10,96 ± 1,52	9,09 ± 1,28
Rios do Norte de Pequena Dimensão (N1 ≤ 100 km ²)	413,27 ± 242,20	39° 55' N a 41° 57' N	6° 12' W a 8° 51' W	< 101	Siliciosa, de baixa mineralização	300 a 800	1190,25 ± 357,80	12,42 ± 1,26	10,07 ± 1,31
Rios do Norte de Média - Grande Dimensão (N1 > 100 km ²)	274,05 ± 204,58	39° 54' N a 41° 52' N	6° 22' W a 8° 42' W	> 100	Siliciosa, de baixa mineralização	300 a 800	1196,35 ± 347,30	132,62 ± 1,23	10,19 ± 1,22
Rios de Transição Norte-Sul (N 4)	279,79 ± 121,65	39° 28' N a 40° 09' N	7° 34' W a 8° 22' W	> 10	Siliciosa, de baixa mineralização	300 a 800	1065,08 ± 168,20	14,13 ± 0,74	11,15 ± 1,30
Grande Rio do Centro (rio Tejo)	Rio de grande área de drenagem (> 10 000 km ²) que atravessa vários tipos geológicos e com grande amplitude de temperatura								

Tipos	Altitude (m)	Latitude (°)	Longitude (°)	Área de drenagem (km ²)	Geologia	Escoamento (Interquartil) (mm)	Precipitação média anual (mm)	Temperatura média anual (°C)	Amplitude térmica média anual (°C)
Rios Montanhosos do Sul (S2)	175,00 ± 146,91	37° 16' N a 39° 31' N	7° 14' W a 9° 26' W	451 ou < 10	Siliciosa e Calcária, de baixa, intermédia e elevada mineralização	200 a 300	742,75 ± 84,90	15,35 ± 0,33	9,26 ± 0,47
Rios do Sul de Pequena Dimensão (S1 ≤ 100 km ²)	183,21 ± 75,28	37° 08' N a 40° 04' N	6° 54' W a 8° 54' W	< 100	Siliciosa e Calcária, de baixa e intermédia mineralização	100 a 200	627,81 ± 85,56	15,71 ± 0,88	11,30 ± 1,17
Rios do Sul de Média - Grande Dimensão (S1 > 100 km ²)	136,90 ± 67,59	37° 10' N a 40° 04' N	6° 54' W a 8° 50' W	> 100	Siliciosa e Calcária, de baixa e intermédia mineralização	100 a 200	587,05 ± 83,88	15,75 ± 0,92	11,38 ± 1,15
Depósitos Sedimentares do Tejo e Sado (S3)	54,35 ± 44,56	37° 47' N a 39° 57' N	7° 57' W a 9° 19' W	> 100	Mista, de elevada mineralização	100 a 200	729,34 ± 118,30	15,59 ± 0,38	11,56 ± 1,15

2.1.1.2.Lagos

Não existem lagos naturais na RH5.

2.1.1.3.Águas de Transição

Portugal inscreve-se na Eco-região do Atlântico Norte. O desenvolvimento da tipologia baseou-se no Sistema B (Anexo II, DQA) por se adequar mais à realidade nacional, tendo em consideração que o número de tipos deveria ser relativamente reduzido, reflectindo, contudo, com rigor a diversidade de sistemas existentes. Para efeitos metodológicos de identificação tipológica foram apenas considerados os sistemas de águas de transição mais relevantes, ou seja com mais de 1 km² (Bettencourt *et al.*, 2003).



Mapa 36 – Tipos de Águas de Transição.

De acordo com Bettencourt *et al.*, (2003) as tipologias das águas de transição foram definidas recorrendo a duas metodologias sequenciais: i) análise pericial (“*top-down*”); e ii) análise de *clusters* (“*bottom-up*”).

Na análise pericial os sistemas maiores de 1 km² foram agrupados em tipos com base numa caracterização conjugada dos factores obrigatórios com os factores facultativos seleccionados. O agrupamento dos sistemas em tipos baseou-se na caracterização dada pelos diversos factores descritores comuns. A lista preliminar de tipologias assim obtida foi amplamente revista e discutida por peritos nacionais e consultores internacionais até se atingir uma lista final consensual.

Para a análise de *clusters* recorreu-se à DISCO (*Deluxe Integrated System for Clustering Operations*), utilizando os mesmos tipos de factores obrigatórios e facultativos definidos na análise pericial. O número inicial de *clusters* foi designado como sendo o mesmo número de tipos obtido na análise pericial.

Obtiveram-se dois tipos de águas de transição, mas apenas um ocorre na RH5, o tipo A2 – Estuário Mesotidal homogéneo com descargas irregulares do rio, correspondendo ao estuário do Tejo. As principais características gerais deste tipo são apresentadas no Quadro 2.89 (Bettencourt, *et al.*, 2003).

Quadro 2.89 – Principais características dos tipos para a categoria águas de transição na RH5 (Bettencourt *et al.*, 2003).

Tipo	Latitude (°)	Longitude (°)	Regime de Marés (m)	Salinidade (‰)	Mistura
A2 Estuário mesotidal homogéneo com descargas irregulares de rio	40° 37' N – 37° 09' N	08° 43' W – 07° 23' W	Mesotidal (3,3-3,8m)	Polihalina (20)	Homogéneo

2.1.1.4. Águas Costeiras

Para as águas costeiras, Portugal inscreve-se na eco-região do Atlântico Norte. A metodologia utilizada para a definição da tipologia das águas costeiras foi a mesma que a descrita para as águas de transição (Bettencourt *et al.*, 2003).



Mapa 37 – Tipos de Águas Costeiras.

De acordo com Bettencourt *et al.*, 2003, para a definição da tipologia das águas costeiras, foram apenas considerados os sistemas com mais de 1 km². Aos sistemas de menores dimensões foram criteriosamente atribuídas tipologias dentro das identificadas para os sistemas maiores de 1 km².

Foram identificados cinco tipos de águas costeiras, dois relativos a lagoas e três de costa aberta em Portugal continental, dos quais somente dois ocorrem na RH5: o tipo A3 Lagoa Mesotidal semi-fechada, representado pela Lagoa de Albufeira, e o tipo A6 de costa aberta ou seja, Costa Atlântica Mesotidal Moderadamente Exposta, cujas características principais se encontram no Quadro 2.90 (Bettencourt, *et al.*, 2003).

Quadro 2.90 – Principais características dos tipos para a categoria águas costeiras na RH5 (Bettencourt, *et al.*, 2003).

	Latitude (°)	Longitude (°)	Regime de Marés (m)	Salinidade (‰)	Exposição às vagas	Forma	Profundidade (m)
A3 Lagoa mesotidal semi-fechada	39° 26' N - 38° 05' N	09° 13' W - 08° 47' W	Mesotidal (2 m)	Mesohalina *	-	Semi-fechada	Pouco profunda (<2 m)
A6 Costa Atlântica mesotidal moderadamente exposta	39° 21' N - 37° 04' N	09° 24' W - 08° 40' W	Mesotidal (3,4-3,5 m)	Euhalina (35)	Moderadamente exposta	-	-

No Quadro 2.91 apresenta-se em síntese, para cada categoria de MA, os tipos que ocorrem na RH5.

Quadro 2.91 – Número de tipos existentes por categoria de MA na RH5.

Categoria	Número de Tipos	Designação dos Tipos
Rios	9	Rios Montanhosos do Norte (M)
		Rios do Norte de Pequena Dimensão (N1 ≤ 100 km ²)
		Rios do Norte de Média – Grande Dimensão (N1 > 100 km ²)
		Rios de Transição Norte-Sul (N 4)
		Grande Rio do Centro (rio Tejo)
		Rios Montanhosos do Sul (S2)
		Rios do Sul de Pequena Dimensão (S1 ≤ 100 km ²)
		Rios do Sul de Média – Grande Dimensão (S1 > 100 km ²)
		Depósitos Sedimentares do Tejo e Sado (S3)
Águas de Transição	1	A 2 – Estuário mesotidal homogéneo com descarga irregular de rio
Águas Costeiras	2	A3 – Lagoa Mesotidal Semi-fechada
		A 6 – Costa Atlântica Mesotidal Moderadamente Exposta

2.1.2. Delimitação

A delimitação das MA baseou-se nos princípios fundamentais da DQA (CIS-WFD, 2003), tendo sido desenvolvida no âmbito do Relatório Síntese sobre a Caracterização das Regiões Hidrográficas previstas no Artigo 5.º da DQA:

- Considerar uma MA como uma subunidade da região hidrográfica para a qual os objectivos ambientais possam ser aplicados, ou seja, para a qual o estado possa ser avaliado e comparado com os objectivos estipulados;
- permitir associar um único estado ecológico a cada MA (homogeneidade de estado), sem contudo conduzir a uma fragmentação de unidades difícil de gerir.

Em síntese, procurou-se minimizar a delimitação das MA, identificando uma nova MA apenas quando se verificaram alterações significativas do seu estado.

A metodologia utilizada baseou-se na aplicação sequencial de factores gerais, comuns a todas as categorias de águas, e na aplicação de factores específicos a cada categoria, quando justificável. Os factores gerais aplicados na delimitação das MA de superfície foram os seguintes:

- Tipologia – critério base fundamental;
- Massas de água Fortemente Modificadas (MAFM) ou Massas de água Artificiais (MAA);
- pressões antropogénicas significativas;
- dados de monitorização físico-química;
- dados biológicos existentes.

2.1.2.1. Rios, águas costeiras e de transição

No caso da categoria rios, e após a delimitação resultante da tipologia e da identificação das MAFM ou MAA, face à escassez de dados biológicos, a delimitação foi concluída essencialmente com base em descritores de qualidade físico-química.

Para o efeito, foram estabelecidos gradientes de impacto das pressões antropogénicas sobre as MA, baseados nas concentrações dos nutrientes que afectam o estado trófico (azoto e fósforo) e nas concentrações de matéria orgânica que afectam as condições de oxigenação. Procedeu-se de forma iterativa à delimitação de uma nova MA sempre que parâmetros físico-químicos variavam significativamente devido ao impacto das pressões, mais precisamente, quando os parâmetros colocavam as MA em risco, ou seja, quando violavam as concentrações consideradas adequadas para um bom suporte dos elementos biológicos. Os dados de monitorização das estações de amostragem contribuíram para aferir o estado de qualidade das MA, com recurso a um conjunto mais vasto de parâmetros, incluindo poluentes específicos e substâncias prioritárias e outros poluentes.

Com base em análise pericial, as MA foram sendo iterativamente agrupadas de modo a conduzir a um número mínimo de MA que permitisse estabelecer normas de qualidade ambiental.

Relativamente às águas de transição, a metodologia utilizada foi desenvolvida no âmbito do Projecto MONAE (www.monae.org) constando de Ferreira *et al.* (2006). A metodologia teve como base a conjugação de dois grupos de factores distintos: (i) as características naturais que afectam o impacto das pressões antropogénicas e o estado ecológico das MA (factores específicos), tais como a morfologia e a salinidade, e (ii) as pressões antropogénicas.

Para as características naturais, aplicou-se um factor adimensional que reflecte a influência da geometria da coluna de água nos processos ecológicos e efectuou-se um zonamento da salinidade em três classes, que estabelecem o gradiente entre águas doces e marinhas, após o qual foram aplicados métodos de agregação para minimizar o número de MA obtidas através do factor das características naturais.

No que se refere às pressões antropogénicas, foram estimadas cargas afluentes de azoto e fósforo a partir da carta *CORINE Land Cover* digital e na estimativa da concentração de nutrientes limitativa para a produção primária (razão *Redfield*). Um coeficiente de adimensionalização foi utilizado para agregar MA contíguas com níveis de pressão semelhantes. O estado de qualidade dos sistemas foi utilizado para agregação das MA assim delimitadas, com base nas concentrações em oxigénio dissolvido e clorofila *a*.

Foi utilizada uma análise pericial para harmonização final da delimitação obtida pelos dois grupos de factores, com o objectivo de reduzir a um número mínimo de MA em cada sistema.

Para as águas costeiras, a metodologia utilizada para o tipo A3, foi idêntica à utilizada para a delimitação das MA de transição (www.monae.org), Ferreira *et al.* (2006).

Para as tipologias de costa aberta, tipos A5 e A6, o principal critério foi a existência de estruturas morfológicas naturais (estuários) que exportam água doce para as MA costeiras e as cargas antropogénicas a ela associadas (www.monae.org) constando de Ferreira *et al.* (2006).

Considerando a influência dos estuários, as MA costeiras foram classificadas em dois grupos: (i) MA costeiras adjacentes a estuários e lagoas costeiras com comunicação permanente com o mar, que recebem quantidades significativas de águas doces ao longo de todo o ano e descargas de poluentes associadas; (ii) MA costeiras que demonstram evidência de não serem significativamente influenciadas por afluências de águas e sólidos suspensos resultantes de acções antropogénicas.

A metodologia utilizada na delimitação geográfica das áreas de influência dos estuários sobre as zonas costeiras baseou-se em: perfis de salinidade, perfis de concentração em sólidos suspensos, concentração de contaminantes no meio aquático e nos sedimentos, para identificação da extensão das plumas de poluentes.

Dado que se considerou que as pressões antropogénicas directas sobre as outras MA costeiras como, por exemplo, emissários submarinos, não eram suficientemente significativas para alterar o estado ecológico, a identificação das MA deste grupo foi efectuada tendo em consideração as variações tipológicas e a delimitação das regiões hidrográficas.

No Quadro 2.92 encontra-se a distribuição das MA de superfície por categoria, e nos Quadros 2.93 a 2.95 distribuição das MA por tipo.

Quadro 2.92 – Distribuição das MA naturais de superfície por categoria na RH5.

	Rios	Águas de Transição	Águas Costeiras
N.º de MA	362	4	2
Extensão (km) ou Área (km ²)	5 863 km	368 km ²	382 km ²

Quadro 2.93 – Número de MA por tipo de rio e representatividade dos tipos na RH5.

Tipologia de MA	N.º de MA	Proporção do total de MA (%)	Comprimento total das MA (km)	Comprimento médio das MA (km)	Área total das bacias das MA (km ²)	Área média das bacias das MA (km ²)
Rios Montanhosos do Norte (M)	5	1,4%	34	7	170	34
Rios do Norte de Pequena Dimensão (N1 ≤ 100 km ²)	37	10,2%	464	13	1 681	45
Rios do Norte de Média – Grande Dimensão (N1 > 100 km ²)	12	3,3%	185	15	950	79
Rios de Transição Norte-Sul (N4)	46	12,7%	990	22	2 956	64
Rios Montanhosos do Sul (S2)	11	3,0%	115	10	821	75
Rios do Sul de Pequena Dimensão (S1 ≤ 100 km ²)	127	35,1%	1 461	12	5 677	45
Rios do Sul de Média - Grande Dimensão (S1 > 100 km ²)	23	6,4%	559	24	1 818	79
Depósitos Sedimentares do Tejo e Sado (S3)	101	27,9%	2 055	20	8 100	80
Total	362	100%	5 863	-	22 173	-

Quadro 2.94 – Número de MA de transição e representatividade na RH5.

Tipo de Águas de Transição	N.º de MA	Proporção do total de MA (%)	Área total das MA (km ²)	Área média das MA (km ²)	Área total das bacias das MA (km ²)	Área média das bacias das MA (km ²)
A2 Estuário Mesotidal Homogéneo c/ descarga irregular de rio	4	100%	368	92	803	201
Total	4	100%	368	92	803	-

Quadro 2.95 – Número de MA costeiras e representatividade na RH5.

Tipo de Águas Costeiras	N.º de MA	Proporção do total de MA (%)	Área total das MA (km ²)	Área média das MA (km ²)	Área total das bacias das MA (km ²)	Área média das bacias das MA (km ²)
A3 Lagoa Mesotidal Semi-Fechada	1	50,0%	2	2	22	22
A6 Costa Atlântica Mesotidal Moderadamente Exposta	1	50,0%	380	380	56	56
Total	2	100%	382	-	78	-

2.1.2.2. Massas de água Fortemente Modificadas

A identificação das MAFM, realizada no âmbito do cumprimento do Artigo 5.º da DQA, assim como a sua posterior designação, foram realizadas de acordo com o procedimento iterativo estabelecido no *Guidance Document N.º4. Identification and Designation of Heavily Modified and Artificial Water Bodies (CISWFD, 2003)* tendo-se verificado a sua identificação e designação sempre que:



Mapa 38 – Massas de Água Fortemente Modificadas.

- Existiam alterações hidromorfológicas significativas derivadas de alterações físicas resultantes da actividade humana;
- as alterações hidromorfológicas não permitiam atingir o bom estado ecológico;
- verificava-se a alteração substancial do carácter da MA devido a essas alterações hidromorfológicas;

- a introdução das alterações nas características hidromorfológicas dessa MA, necessárias para atingir o bom estado ecológico:
 - tinha efeitos adversos sobre o ambiente em geral e/ou sobre os usos a que se destinava essa MA e/ou sobre outras actividades igualmente importantes para o desenvolvimento sustentável;
 - os objectivos benéficos associados a essas alterações não podiam ser atingidos por outros meios que representassem uma melhor opção ambiental por razões de exequibilidade técnica ou custos desproporcionados.

a) Massas de água Fortemente Modificadas da categoria Rios, troços de rio a jusante de barragens

As MA da categoria rios localizadas a jusante das barragens foram designadas como fortemente modificadas quando se verificava uma redução ou alteração significativa do escoamento. Esta avaliação foi realizada com base na análise das curvas de duração de caudais e no caudal modelar nas situações de pré-barragem e pós-barragem, recorrendo aos dados hidrológicos disponíveis no SNIRH.

Nos casos em que não existiam dados hidrológicos, ou que os dados não eram suficientes, a designação dos troços a jusante de barragens como MAFM teve lugar quando:

- Se constatou uma alteração/redução significativa dos caudais no curso de água a jusante da barragem;
- não estava implementado um regime de caudais ecológicos adequado;
- o comprimento da MA, definida até à confluência com uma MA com área de bacia de drenagem superior a 50 km², era superior a 2 km (dimensão mínima de uma massa da categoria rios), e homogéneo em termos de tipologia.

Foi também considerado como critério a presença de uma passagem para peixes (PPP).

Os troços de rio limitados por aproveitamentos hidráulicos em cascata, caso da cascata do Zêzere, foram considerados MAFM.

Foram designadas 26 MA da categoria rios como fortemente modificadas, a jusante de barragens. A tipologia destes rios é correspondente à tipologia dos rios naturais (Quadro 2.96).

Quadro 2.96 – Número de MAFM da categoria Rios, troços de rio a jusante de barragens e representatividade na RH5.

Tipo de MAFM da categoria Rios (a jusante de Barragens)	N.º de MA	Proporção do total de MA (%)	Comprimento total das MA (km)	Comprimento médio das MA (km)	Área total das bacias das MA (km ²)	Área média das bacias das MA (km ²)
Rios do Norte de Pequena Dimensão (N1 ≤ 100 km ²)	2	7,7%	11	6	23	11
Rios de Transição Norte-Sul (N4)	4	15,4%	41	10	114	28
Grande Rio do Centro (rio Tejo)	3	11,5%	125	42	351	117
Rios Montanhosos do Sul (S2)	1	3,9%	1	1	1	1
Rios do Sul de Pequena Dimensão (S1 ≤ 100 km ²)	5	19,2%	31	6	76	15
Rios do Sul de Média - Grande Dimensão (S1 > 100 km ²)	4	15,4%	15	4	42	11
Depósitos Sedimentares do Tejo e Sado (S3)	7	26,9%	168	24	623	89
Total	26	100%	392	-	1 230	-

O Quadro 2.99 apresenta o comprimento total das MAFM da categoria rios, troços de rio a jusante de barragens.

b) Massas de água Fortemente Modificadas da categoria Rios, troços de rio a montante de barragens, designados como albufeiras

Os troços a montante de barragens foram designados por MAFM, designados por albufeiras, quando estas tinham usos considerados no Artigo 4.º da DQA e uma área inundada superior a 0,39 km².



Mapa 39 – Tipos de Rios Fortemente Modificados a montante de barragens (albufeiras).

Foram designadas 24 MAFM da categoria rios, troços a montante de barragens, designadas por albufeiras.

Para a identificação dos tipos de albufeiras foi aplicado o sistema B proposto para a categoria lagos, sendo estas as MA a que as albufeiras mais se assemelham (Anexo II, DQA). Estas MA dividem-se em três tipos: Norte, situadas a Norte do rio Tejo, Sul, situadas a Sul do rio Tejo, e Curso Principal (rio Tejo), cujas principais características se encontram nos Quadros 2.97 e 2.98.

Quadro 2.97 – Principais características (média aproximada ou tendência) dos tipos de MAFM a montante de barragens designadas como albufeiras, existentes na RH5.

	Altitude (m)	Área de drenagem (km ²)	Volume (hm ³)	Geologia dominante	Desenvolvimento da Margem (Área/Perímetro)	Distância à nascente (km)	Dureza total (mg/l)	Precipitação média anual (mm)	Temperatura média anual (°C)
Tipo 1 Norte	400	700	Médio a Grande	Siliciosa; baixa mineralização	5	60	30	1500	12
Tipo 2 Sul	120	300	Variável	Siliciosa; média mineralização	6	40	100	700	16
Tipo 3 Curso Principal	200	70 000	Pequeno a Médio	Siliciosa; elevada mineralização	8	>500	130	Variável	Variável

Quadro 2.98 – Número de MAFM da categoria Rios, troços de rio a montante de barragens, designados como albufeiras e representatividade na RH5.

Tipo de MAFM a montante de Barragens	N.º de MA	Proporção do total de MA (%)	Área total das MA (km ²)	Área média das MA (km ²)	Área total das bacias das MA (km ²)	Área média das bacias das MA (km ²)
Albufeiras Tipo Norte	12	50,0%	80	7	881	73
Albufeiras Tipo Sul	9	37,5%	45	5	436	49
Albufeiras de Troço Principal	3	12,5%	23	8	2467	822
Total	24	100%	148		3784	

O Quadro 2.99 apresenta a área total das MAFM da categoria rios, troços de rio a montante de barragens, designadas por albufeiras.

c) Massas de água Fortemente Modificadas da categoria Águas de Transição

Uma MA da categoria águas de transição foi considerada fortemente modificada quando:

- As alterações físicas se verificam em mais de 50% da extensão total do perímetro da MA;
- as alterações físicas se verificam entre 30 e 50% da extensão total do perímetro da MA, e por análise pericial se considerou que essas alterações físicas alteravam o carácter da MA.

Recorrendo a estes critérios apenas uma MA do estuário do Tejo, PT05TEJ1139, foi identificada como fortemente modificada. No entanto, no âmbito do presente Plano, e em resultado da monitorização efectuada, constatou-se que não se justificava a sua designação, dado que apesar das alterações morfológicas das margens do estuário, estas não determinavam uma mudança do carácter da MA, sendo possível ser atingido o bom estado ecológico.

A área da MA PT05TEJ1139 inicialmente considerada como fortemente modificada, no âmbito do relatório do Artigo 5.º da DQA, é de 186 km².

Quadro 2.99 – Área ou extensão das MAFM na RH5.

	MAFM Rios	
	Troços de rio a jusante de barragens	Troços de rio a montante de barragens (albufeiras)
N.º de MA	26	24
Extensão (km)	392	-
Área (km ²)	-	148

2.1.2.3. Massas de água Artificiais

Uma MA é considerada artificial quando foi criada pela actividade humana em áreas onde antes não existia qualquer plano de água.



Mapa 40 – Massas de Água Artificiais.

Foram designadas como MAA, os canais das redes primárias dos perímetros de rega públicos, num total de sete MA (Quadro 2.100).

Quadro 2.100 – Área ou extensão das MAA na RH5.

	MAA Rios
N.º de MA	7
Extensão (km)	502

2.1.3. Condições de Referência

2.1.3.1. Rios

As condições de referência para a generalidade dos tipos de rios foram definidas considerando locais de referência para cada tipo, seleccionados de acordo com critérios comuns (CIS-WFD, 2003). Estes locais encontram-se distribuídos por todo o território nacional, uma vez que os tipos foram estabelecidos para a sua globalidade, tendo sido amostrados uma vez na Primavera, no período 2004-2006. Foram amostrados todos os elementos biológicos previstos na DQA, macrófitos e fitobentos, macroinvertebrados bentónicos, peixes. O fitoplâncton apenas foi amostrado no tipo “Grande rio do Centro” dado que se considerou que este elemento biológico não tem expressão nos restantes tipos de rios, devido ao regime hidrológico marcadamente torrencial que os caracteriza, inviabilizando o estabelecimento de uma comunidade estável fitoplanctónica.

Foram considerados métodos de amostragem definidos à escala nacional, pelo INAG, com base nas normas CEN (*European Committee for Standardization*).

No caso dos tipos para os quais se dispunha de poucos locais de referência, foram também considerados os “melhores locais disponíveis” recorrendo a informação histórica e a análise pericial.

As condições de referência são traduzidas pelos valores de referência de cada índice ou métrica para a caracterização dos elementos biológicos e para a caracterização dos elementos hidromorfológicos de suporte e valores de referência para os elementos químicos e físico-químico de suporte do estado ecológico, que constam dos *Critérios para a Classificação do Estado das Massas de Água Superficiais* (INAG, I.P., 2009).

2.1.3.2. Águas de Transição

As condições de referência para esta categoria de MA ainda não foram estabelecidas, estando estas a serem desenvolvidas pelo INAG no âmbito do Projecto EEMA (Avaliação do Estado Ecológico das MA Costeiras e de Transição e do Potencial Ecológico das MAFM)¹².

2.1.3.3. Águas Costeiras

As condições de referência para esta categoria de MA ainda não foram identificadas, estando estas a ser desenvolvidas pelo INAG no âmbito do Projecto EEMA.

2.1.4. Síntese

No Quadro 2.101 apresenta-se uma síntese do número de MA e da área total para cada categoria na RH5.



Mapa 41 – Massas de Água Superficiais e respectivas bacias de drenagem.

Quadro 2.101 – Número de MA e respectiva área ou extensão total por categoria na RH5.

MA	Categoria	Número de MA	Área total das MA (km ²)	Extensão total das MA (km)
Naturais (n = 368)	Rios	362	-	5 863
	Transição	4	368	-
	Costeiras	2	382	-
Total MA Naturais		368	750	5 863
MAFM (n = 50)	Rios (Troços a Jusante de Barragens)	26	-	392
	Rios (Troços de Rio a Montante de Barragens – Albufeira)	24	148	-
Total MAFM		50	148	392
MAA (n=7)	Rios	7	-	502
Total MAA		7	-	502
TOTAL		425	897	6 757

¹² Financiado pelo Fundo de Coesão no âmbito do Eixo Prioritário III (Prevenção, Gestão e Monitorização de Riscos Naturais e Tecnológicos), Domínio de Combate à Erosão e Defesa Costeira, do Programa Operacional Temático Valorização do Território (POVT)

2.2. MASSAS DE ÁGUA SUBTERRÂNEAS

2.2.1. Delimitação das massas de água

A metodologia preconizada para identificação e delimitação das MA foi definida a nível de Portugal Continental pelo INAG no âmbito da elaboração do Relatório Síntese sobre a Caracterização das Regiões Hidrográficas prevista no Artigo 5.º da DQA.

Do conjunto de 16 MA subterrâneas referidas no capítulo 1.4.3, apenas 12 estão afectas à RH5. Conforme disposto no n.º 2 do Artigo 1.º do Decreto-Lei n.º 347/2007, de 19 de Outubro, existem três MA subterrâneas em parte localizadas na RH5 cuja gestão foi atribuída à região hidrográfica do Vouga, Mondego, Lis e Ribeiras do Oeste (RH4), e uma MA subterrânea atribuída à Região Hidrográfica do Guadiana (RH7), designadamente: Penela-Tomar, Sicó-Alviázere, Maciço Calcário Estremenho e Elvas-Vila Boim.

Estas quatro MA são caracterizadas em pormenor nos Planos das respectivas regiões hidrográficas. No que respeita às três MA afectas à região hidrográfica do Vouga, Mondego e Lis e atendendo à área significativa que ocupam na RH5, será apresentada neste Plano uma breve descrição em cada capítulo. Relativamente à MA Elvas-Vila Boim, dada a sua reduzida área na RH5 apenas será referida no que respeita à inventariação das pressões naturais e incidências antropogénicas significativas.

2.2.2. Caracterização das massas de água

2.2.2.1. Área de drenagem das massas de água subterrâneas

Como área de drenagem considera-se a área de afloramento da MA subterrânea acrescida da área adjacente à mesma onde o escoamento directo se faz para dentro dos seus limites, através ou não de uma rede de drenagem superficial, e onde, devido às características de infiltração dos solos sobrejacentes à MA subterrânea, esse escoamento directo se poderá infiltrar recarregando os aquíferos.

Considera-se que em todas as MA subterrâneas afectas à RH5 as áreas de drenagem coincidem com as áreas de afloramento das MA, excepto para as MA Escusa, Monforte-Alter do Chão e Estremoz-Cano.

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

No caso da MA subterrânea Estremoz-Cano considera-se também que a água de escoamento directo ou superficial da parte central não carbonatada do sinclinal de Estremoz deverá infiltrar-se nas formações carbonatadas carsificadas quando atravessam este sinclinal.

No caso da MA subterrânea Monforte-Alter do Chão a área de drenagem é pouco importante, inferior a 2% da área do aquífero.

O Quadro 2.102 representa as áreas de drenagem das MA subterrâneas. As Figuras 2.20 a 2.22 representam as áreas de drenagem das MA subterrâneas Escusa, Monforte-Alter do Chão e Estremoz-Cano. Relativamente às três MA afectas à RH4, a área de drenagem corresponde à sua área total.

Quadro 2.102 – Áreas de drenagem das MA subterrâneas.

MA	Área (km ²)	Área de drenagem fora da MA (km ²)	Área total de drenagem (Km ²)
Maciço Antigo Indiferenciado da Bacia do Tejo	14268,13	-	14268,13
Escusa	7,7	6,57	14,27
Monforte-Alter do Chão	97,87	1,67	99,54
Estremoz-Cano	202,1	34,4	236,5
Orla Ocidental Indiferenciada da Bacia do Tejo	1371,2	-	1371,2
Ourém	315,54	-	315,54
Ota-Alenquer	9,38	-	9,38
Pisões-Atrozela	22,09	-	22,09
Bacia do Tejo-Sado Indiferenciado da Bacia do Tejo	926,29	-	926,29
Bacia do Tejo-Sado/Margem Direita	1629,03	-	1629,03
Bacia do Tejo-Sado/Margem Esquerda	6875,44	-	6875,44
Aluviões do Tejo	1113,2	-	1113,2

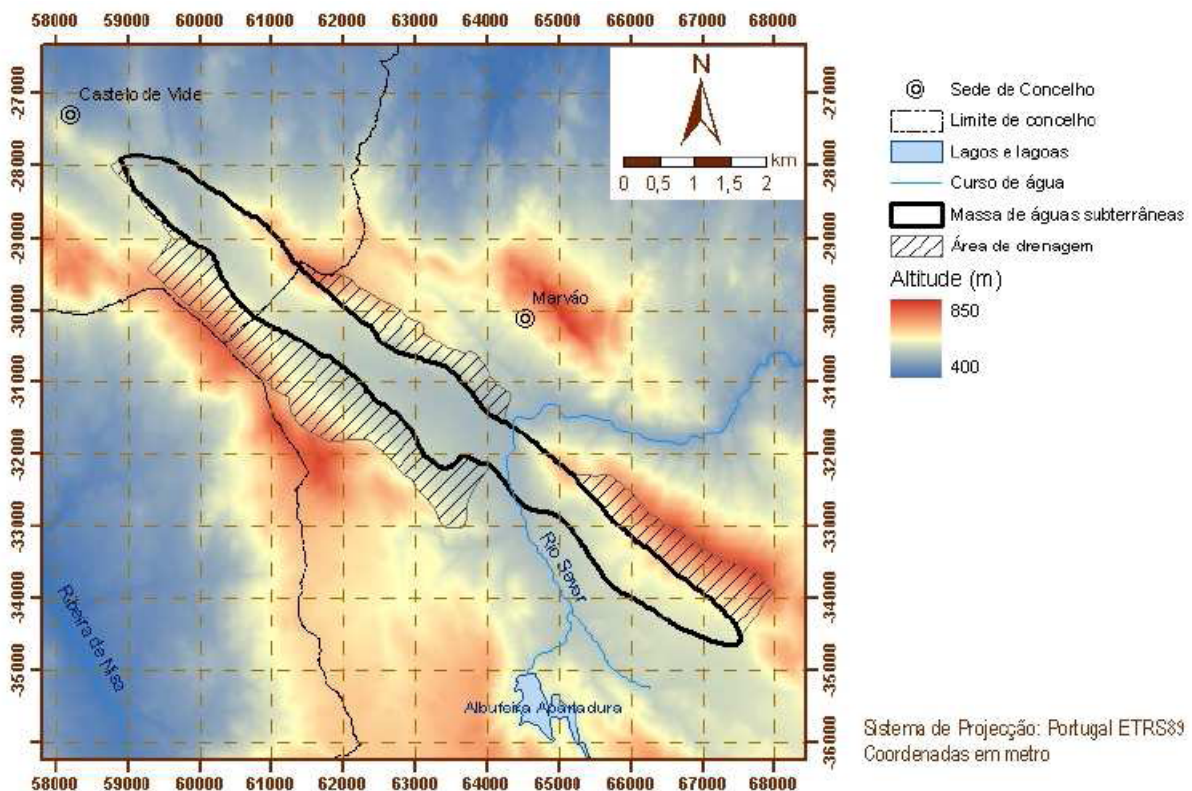


Figura 2.20 – Área de drenagem da MA subterrânea de Escusa.

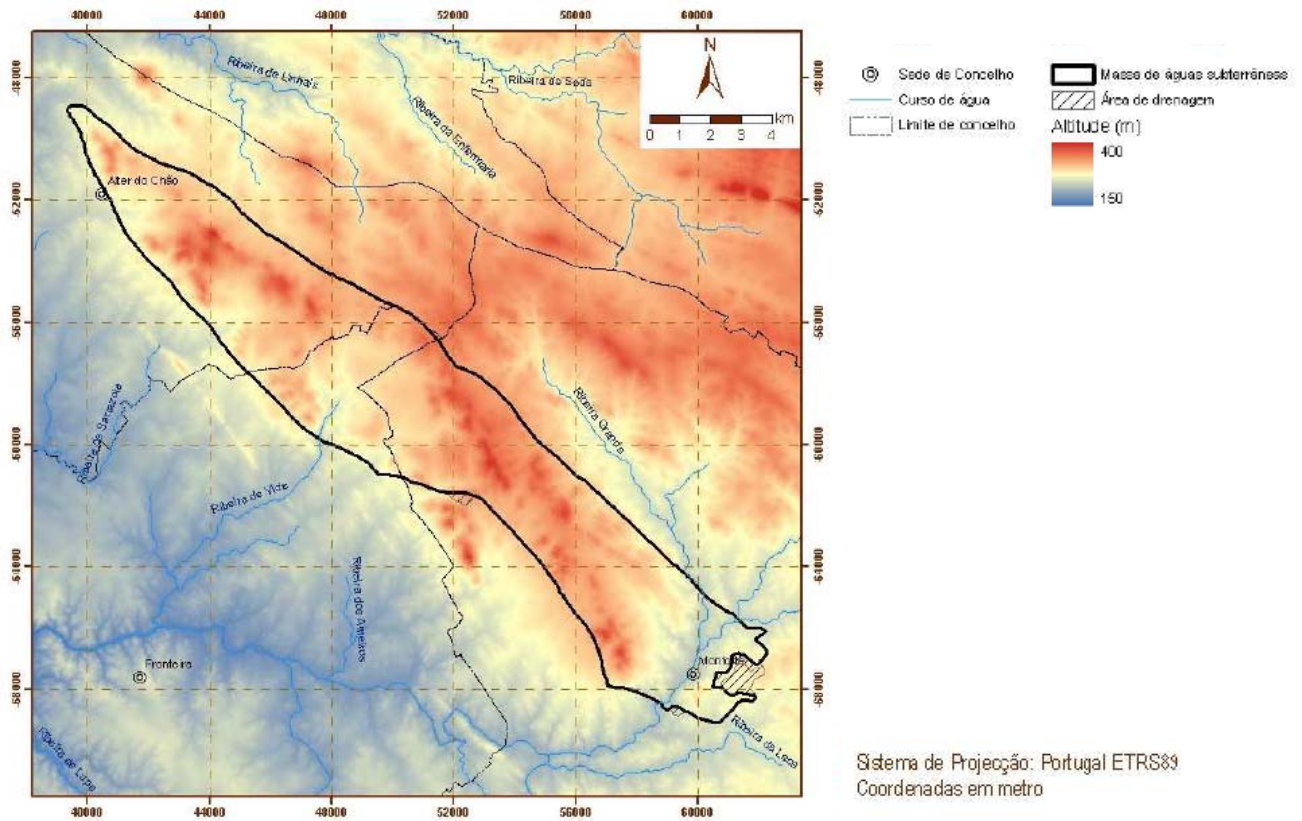


Figura 2.21 – Área de drenagem da MA subterrânea de Monforte-Alter do Chão.

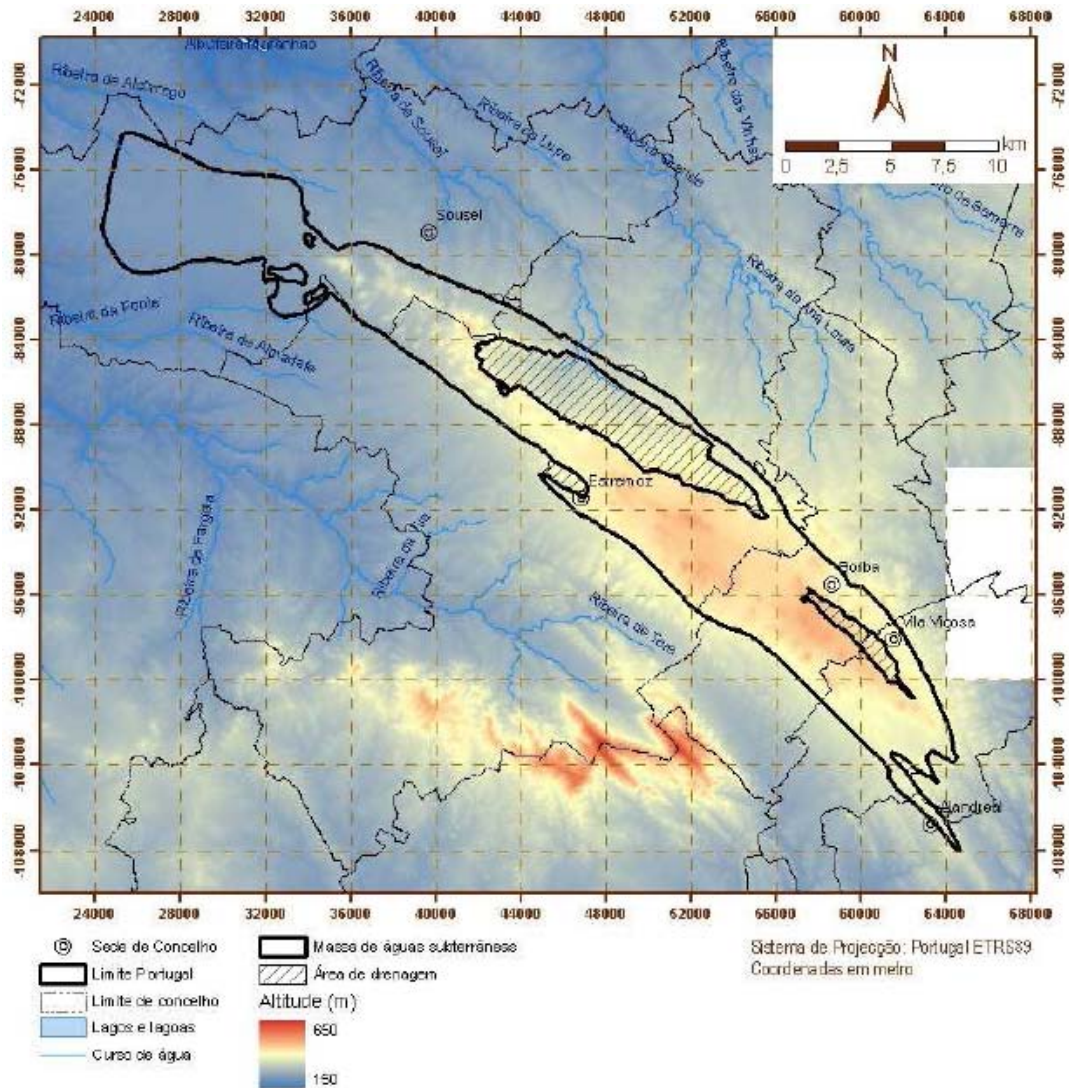


Figura 2.22 – Área de drenagem da MA subterrânea de Estremoz-Cano.

2.2.2.2. Características gerais dos estratos da área de drenagem

Do ponto de vista geológico, as MA subterrâneas existentes na RH5 apresentam uma enorme variabilidade de tipos litológicos, englobando formações geológicas desde o Proterozóico até à actualidade. Esta variabilidade conduz à existência de MA com características e comportamento hidrogeológico distintos (Quadro 2.103).

Quadro 2.103 – Tipos litológicos existentes nas MA subterrâneas afectas à RH5.

MA	Estratigrafia	Litologia
Maciço Antigo Indiferenciado da Bacia do Tejo	Cabrela e Montemor-o-Novo	Proterozóico superior a Carbónico inferior
	Penha Garcia	Ordovícico
	Serra de São Mamede-Marvão-Portalegre	Ordovícico e Silúrico
	Beira Baixa	Paleogénico a Quaternário

MA	Estratigrafia	Litologia	
	Serra de Ossa	Câmbrico e Ordovícico	Quartzofilitos, quartzomicaxistos, metagrauwaques, paragneisses, quartzitos, quartzitos micáceos, filitos, micaxistos, e anfibolitos.
	Alter do Chão-Cabeço de Vide	Pós-Câmbrico a pós-Ordovícico	Peridotitos, dunitos, piroxenitos e serpentinitos, gabros.
	Montemor-o-Novo e Almansor	Proterozóico inferior	Migmatitos, gnaisses e gnaisses migmatíticos, granitos pegmatíticos e pegmatitos, granitos biotíticos, granodioritos, dioritos, anfibolitos, trondhjemitos.
		Devónico superior a início do Carbónico	Rochas ígneas de natureza tonalítica, de grão médio, textura hipidiomórfica granular, orientada.
	Região de Nisa-Castelo de Vide	Ordovícico a Carbónico	Granitos calco-alcalinos, granitos alcalinos, granodioritos, quartzodioritos, microgranitos, ortogneisses, granitos alcalinos gnaissóides, dioritos e granodioritos, microdioritos, sienitos de grão médio a fino, monzonitos, lamprófiros.
	Região da Serra da Estrela-Serra de Santo António	Carbónico a Pérmico	Granitos calco-alcalinos, porfíroides, de grão grosseiro a muito grosseiro, frequentemente muito alterados. granitos alcalinos, não porfíroides mas que localmente podem apresentar tendência porfíroide, muito alterados na maior parte dos casos.
Outras áreas	Ante-Mesozóico e Cenozóico	Formações ígneas e metamórficas; formações sedimentares de cobertura.	
Escusa	Devónico médio	Calcários dolomíticos e dolomitos, com uma espessura conhecida de pelo menos 139 m.	
Monforte-Alter do Chão	Câmbrico inferior	Calcários e Dolomitos cristalinos: dolomitos, mármore calcíticos, calcários dolomíticos, corneanas, com uma espessura conhecida de 113 m.	
	Ordovícico	Complexo Básico de Alter do Chão-Cabeço de Vide: gabros, gabros olivínicos e anortosíticos, peridotitos, dunitos, piroxenitos, em que a camada produtiva tem uma espessura de poucas dezenas de metros.	
Estremoz-Cano	Câmbrico	Formação Dolomítica de Estremoz: rochas dolomíticas cristalinas de grão fino, calcários dolomíticos ou calcários.	
	Ordovícico	Mármore de Estremoz: calcários cristalinos, de grão médio e calcoxistos.	
	Plistocénico	Calcários do Cano-Casa Branca: tufo calcários com algumas intercalações argilosas, calcários dolomíticos cristalinos, dolomitos, com espessura de 25 a 30 m.	
Orla Ocidental Indiferenciada da Bacia do Tejo	Região de Arruda dos Vinhos	Jurássico superior	Camadas de Freixial: conjunto essencialmente detrítico, onde as camadas francamente calcárias são raras. Complexo pteroceriano incluindo as Camadas com Lima pseudo-alternicosta: alternância de níveis greso-margosos e calcários. Camadas corálicas de Amaral: calcários recifais, calcários compactos, calcários oolíticos, margo-calcários e grés. Camadas de Abadia: complexo predominantemente margo-argilo-calcário, constituído por grés, argilas, calcários e margas.
		Lisboa	Cenomaniano e Turoniano
	Miocénico		Argilas, calcários, margas, arenitos, areias, arenitos calcários, calcários margosos.
	Montejunto	Jurássico médio	Calcários margosos, calcários dolomíticos, calcários, calcários dolomitizados, dolomitos.
		Jurássico superior	Calcários de Ota e Monte Redondo: são calcários recifais e calcários compactos. Calcários Corálicos de Amaral: calcários, por vezes com intercalações de grés calcário e argilas. Camadas de Abadia: margas e argilas com intercalações de grés calcários, argilas margosas, arenitos, conglomerados e calcários recifais. Camadas de Montejunto: calcários sublitográficos, calcários oolíticos, margas e calcários margosos. Camadas de Cabaços: calcários, calcários margosos, calcários detríticos, margas conglomeráticas, margas.
			Vale de Lobos

MA		Estratigrafia	Litologia
	Arrábida	Jurássico inferior	Sequência de calcários compactos, calcários dolomíticos por vezes com intercalações de margas dolomitizadas, calcários margosos, margas e dolomitos.
		Jurássico médio	Conjunto de calcários compactos, dolomíticos, oolíticos, margosos e margas; por vezes ocorre conglomerados e grés.
		Jurássico superior	Calcários compactos, nalguns casos com zonas dolomitizadas e passagens margosas a areníticas, calcários margosos, margo-calcários, margas, arenitos margosos, arenitos calcários e argilas, tomando um carácter essencialmente arenítico nos termos finais.
		Cretácico	Conglomerados na base, margas por vezes arenosas, calcários compactos, calcários margosos, arenitos por vezes margosos e algumas argilas.
	Outras áreas	Pós-Paleozóico	Rochas sedimentares, ígneas e metamórficas de contacto.
Ourém		Cenomaniano	Complexo Carbonatado: margas, calcários argilosos, calcários fossilíferos e calcários com rudistas.
		Cretácico inferior	Arenitos do Carrascal: arenitos mais ou menos grosseiros e conglomerados, de matriz argilosa, com espessura a variar entre 75 e 200 m.
Ota-Alenquer		Jurássico superior	Formação de Ota e Alenquer: calcários oolíticos, calcários dolomíticos, calcários gresosos que num furo realizado na zona de Ota, apresentavam 203 m de espessura.
Pisões-Atrozela		Cretácico inferior	Calcários e margas com A. lusitanica, M. purbeckensis e Trocholina incluindo os níveis de Calcários amarelo-nanquim: calcários compactos, calcários margosos e margas com nódulos calcários.
		Jurássico superior	Margo-calcários Xistosos: alternância de calcários compactos, brechas calcárias, calcários margosos, com espessura superior a 60 m. Calcários Nodulares de Farta Pão: alternância de calcários compactos, um pouco margosos e margas, com uma espessura de 400 m.
Bacia do Tejo-Sado Indiferenciado da Bacia do Tejo		Paleogénico a Quaternário	Séries predominantemente detríticas, consolidadas ou não consolidadas e níveis carbonatados.
Bacia do Tejo-Sado/Margem Direita		Miocénico	Calcários de Almoester: calcários mais ou menos compactos, calcários margosos e margas, com espessura muito variável Arenitos de Ota: arenitos de origem continental, argilas e, por vezes, pequenas lenticulas de calhaus, com espessura entre 200 e 500 m.
Bacia do Tejo-Sado/Margem Esquerda		Pliocénico	Areias, com intercalações lenticulares de argilas, com espessura muito variável.
		Miocénico	Arenitos de Ota: arenitos com algumas intercalações de argilas. Série calco-gresosa marinha: arenitos calcários, margas, com espessura superior a 450 m.
Aluviões do Tejo		Holocénico	Aluviões: areias, argilas e na base seixos e calhaus, com uma espessura total de 70 m.
		Plistocénico	Terraços fluviais: depósitos basais com seixos e calhaus, seguidos de um complexo formado por areias e argilas.

As três MA afectas à RH4 são constituídas essencialmente por formações de natureza carbonatada do Jurássico.

No que respeita à caracterização hidrogeológica das MA, apresenta-se no quadro seguinte uma síntese da caracterização da transmissividade, com os dados de Almeida *et al.*, (2000) e de Oliveira *et al.*, (2000). 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.

Apresenta-se também no quadro seguinte a caracterização da produtividade das MA 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:

- 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 MA 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 MA subterrâneas.

Quadro 2.104 – Caracterização da transmissividade e da produtividade das MA subterrâneas.

MA	Transmissividade (m ² /dia)				Produtividade (l/s)					
	Mediana	Mínimo	Máximo	N.º de determinações	Mediana	Mínimo	Máximo	N.º de determinações	Classe	
Maçio Antigo Indiferenciado da Bacia do Tejo	-	-	-	-	-	0,4	11	várias	Baixa a Média	
Escusa	-	5,5 ⁽¹⁾	4 050 ⁽¹⁾	várias	9,6	0,8	92	11	Alta	
Monforte-Alter do Chão	Calcários	-	65 ⁽¹⁾	540 ⁽¹⁾	várias	3,3	0,04	16,5	27	Média
	Gabros	-	-	-	-	-	1,69	16	5	Média ⁽⁴⁾
Estremoz- Cano	-	230	5 500	várias	2,5	0	20	51	Média	
Orla Ocidental Indiferenciado da Bacia do Tejo	-	-	-	-	-	0,4	41,7	várias	Baixa a Média ⁽⁴⁾	
Ourém	-	3 ⁽³⁾	527 ⁽³⁾	> 4	4,5	0	25	57	Média	
Ota- Alenquer	-	1 000 ⁽²⁾	14 700 ⁽²⁾	várias	-	100	280	várias	Alta ⁽⁴⁾	
Pisões- Atrozela	-	-	-	-	4,0	0,6	24,4	9	Média ⁽⁴⁾	
Bacia do Tejo-Sado Indiferenciado da Bacia do Tejo	-	-	-	-	-	3	10	6	Média ⁽⁴⁾	
Bacia do Tejo-Sado / Margem Direita	Calcários de Almoester	-	0,1 ⁽²⁾	1200 ⁽²⁾	34	6	0,1	20,8	31	Média a Alta
	Arenitos da Ota	-	1 ⁽²⁾	4 100 ⁽²⁾	168	11,1	0,08	75	143	Alta
Bacia do Tejo-Sado / Margem Esquerda	Pliocénico	-	19 ⁽³⁾	3 000 ⁽³⁾	150	15,5	0,08	66,6	124	Alta
	Arenitos da Ota	-	3 ⁽³⁾	1 500 ⁽³⁾	178	9,7	0,5	90	134	Alta
	Série calcogresosa marinha	-	29 ⁽³⁾	4 100 ⁽³⁾	103	35	4,1	110	67	Alta
Aluviões do Tejo	Terraços	1 573 ⁽¹⁾	92 ⁽¹⁾	5 794 ⁽¹⁾	28	10	1,1	50,0	73	Alta
	Aluviões	1 493 ⁽¹⁾	6 ⁽¹⁾	5 575 ⁽¹⁾	80	12,0	1,0	80,0	135	Alta

⁽¹⁾ estimada com base em ensaio de bombagem

⁽²⁾ estimada com base no caudal específico

⁽³⁾ estimada com base no caudal específico ou em ensaio de bombagem

⁽⁴⁾ valores não são estatisticamente relevantes dado o reduzido número de observações realizado

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

Nas MA afectas à RH5 predomina a classe de produtividade Média (mediana ≥ 1 l/s e < 6 l/s), seguida da classe Alta (mediana > 6 l/s), tal como ilustra a figura seguinte.

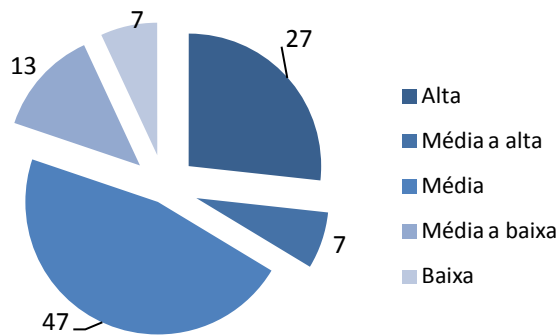


Figura 2.23 – Percentagem (%) de MA subterrânea por classes de produtividade.

As três MA afectas à RH4 apresentam produtividade média a baixa. Quanto à transmissividade, apenas a MA Penela-Tomar apresenta valores relativos à mediana, que corresponde a 48 m²/dia.

Relativamente ao modelo de funcionamento hidrogeológico, em traços gerais considera-se que todas as MA 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 MA subterrânea. As MA subterrâneas podem também receber água por escoamento subterrâneo lateral proveniente de MA 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.

As principais saídas das MA subterrâneas serão em direcção aos cursos de águas superficiais que as drenam e, no caso das MA subterrâneas costeiras em direcção ao mar ou estuários. As saídas das MA 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.

Particularizam-se algumas situações por MA subterrâneas:

- Maciço Antigo Indiferenciado da Bacia do Tejo: regiões hidrogeologicamente muito variáveis, divididas em diferentes sectores admissivelmente com funcionamentos hidrogeológicos distintos;
- Escusa: de acordo com Monteiro (2001), as relações hidráulicas desta MA subterrânea com o meio circundante caracterizam-se pela transferência de água para o rio Sever e, secundariamente, para as rochas graníticas que contactam com o sector Noroeste da MA. Estes locais de descarga permitem a definição de três sectores de escoamento: de Escusa para Castelo de Vide a Noroeste, de Escusa para o rio Sever na zona central e de Porto de Espada para o rio Sever a Sudeste. Existe ainda uma componente importante de recarga alóctone proveniente da área de drenagem do sistema aquífero.
- Monforte-Alter do Chão: Esta MA é constituída por duas unidades em conexão hidráulica entre si (Fernandes e Francés, 2010): (1) sector central – correspondente ao Maciço Básico e Ultrabásico de Alter do Chão-Cabeço de Vide, (2) sector periférico – corresponde às unidades carbonatadas câmbrias. Localmente podem existir

sectores que não parecem possuir ligação com o sistema regional. O fluxo dá-se, à escala regional, para Sudoeste, excepto no extremo sul do sistema, em que se dirige para Sudeste, e no extremo norte, em que a direcção toma um rumo Sul-Sudeste (Almeida *et al.*, 2000; Fernandes 2001). As descargas fazem-se por nascentes temporárias e perenes, ocupando essencialmente as zonas de contacto entre: (1) as litologias básicas e os calcários e (2) os calcários e os xistos. As nascentes perenes situam-se no geral no bordo SW do sistema aquífero, no contacto entre a formação carbonatada e os xistos (Almeida *et al.*, 2000; Fernandes e Francés, 2010).

- Estremoz-Cano: trata-se de uma MA desenvolvida em formações carbonatadas de idade paleozóica e de idade pliocénica, que pode ser dividido em dois sectores:
 - Sector do Cano – onde se define o aquífero superior desenvolvido nos calcários do Cano, com um fluxo de Sudeste para Noroeste, com as principais áreas de descarga em Monte da Capela e Vale de Freixo; e o aquífero inferior desenvolvido nas formações calcárias subjacentes, que constituem o prolongamento do anticlinal de Estremoz para a região do Cano, que faz a sua descarga para as formações sobrejacentes dos calcários do Cano.
 - Sector do anticlinal de Estremoz – admitindo-se que é constituído por um conjunto de diferentes níveis produtivos, devidos às numerosas intercalações de metavulcanitos e também à fragmentação em blocos hidráulicamente semi-independentes, delimitados por fracturas preenchidas por material vulcânico que funciona como barreira à circulação (ERHSA, 2001). A fracturação, e as condutas cársicas associadas, são os principais controladores da circulação, em associação com a presença de barreiras hidráulicas. Podem-se definir dois subsectores distintos (Midões e Costa, 2010), aproximadamente a partir de Estremoz: subsector Noroeste do anticlinal, pouco compartimentado, com uma inexistência quase total de nascentes nos flancos do anticlinal, e uma distribuição razoavelmente uniforme das piezometrias que sugere a existência dum fluxo de Sudeste para Noroeste; e subsector Sudoeste do anticlinal, apresentando grande compartimentação em blocos hidráulicamente semi-independentes, reflectindo-se na variabilidade da piezometria e direcções de fluxo; embora se possa considerar a presença de um fluxo regional orientado para Sudeste, esta zona é sobretudo dominada por fluxos de distribuição centrífuga radial em direcção aos flancos do anticlinal;
- Orla Ocidental Indiferenciado da Bacia do Tejo: trata-se de uma região hidrogeologicamente variável, dividida em diferentes sectores admissivelmente com funcionamentos hidrogeológicos distintos;
- Ourém: de acordo com Nascimento (2010), esta MA subterrânea apresenta as seguintes direcções de fluxo (com base numa campanha de medições de níveis piezométricos em Setembro de 2007): Sector central – de Oeste para Este; Sector Norte – de Noroeste para Sudeste; Sector Sul – de Sudoeste para Nordeste. A principal área de descarga é a zona Sudeste do aquífero, verificando-se uma convergência do fluxo para a região de Caxarias. Com base na distribuição das direcções de fluxo Almeida *et al.*, (2000) consideram que é possível que ocorra conexão hidráulica entre esta MA subterrânea e a de Pousos-Caranguejeira;
- Ota-Alenquer: MA subterrânea descarregada por um conjunto de nascentes (de que as mais importantes se situam na Ota e em Alenquer) as quais estarão associadas à rede cársica e fazem a regulação hídrica do sistema, constituindo-se na sua descarga natural. A recarga faz-se por infiltração directa na área de afloramento do sistema aquífero mas também a partir da Serra de Montejunto, admitindo-se que existe

conexão hidráulica entre esta área aflorante e os calcários do Jurássico médio e superior da Serra de Montejuento;

- Pisões-Atrozela: a fracturação e a carsificação controlam as direcções e áreas preferenciais de fluxo subterrâneo, podendo as cavidades cársticas subterrâneas funcionar também como reservatórios (Almeida *et al.*, 2000). A fracturação e a rede filoneana tenderão a compartimentar o sistema aquífero em blocos com funcionamentos semi-independentes. As principais áreas de descarga correspondem às exurgências de Atrozela, sitas a Noroeste desta povoação, na vertente Norte do sinclinal de Alcabideche, na margem Norte da ribeira da Penha Longa; outras áreas de descarga correspondem a nascentes dispersas, de menor importância (ex.: região de Sintra-Abrunheira);
- Bacia do Tejo-Sado Indiferenciado da Bacia do Tejo: Constitui uma faixa extensa e estreita, por vezes descontínua, que em grande parte da sua extensão faz a transição entre as grandes MA subterrâneas Bacia do Tejo-Sado/Margem Esquerda e do Maciço Antigo Indiferenciado da Bacia do Tejo;
- Bacia do Tejo-Sado / Margem Direita: Almeida *et al.*, (2000) individualizam duas unidades aquíferas: (1) Calcários de Almoester, definindo um aquífero carbonatado, (2) Arenitos da Ota, desenvolvido em rochas detríticas. O fluxo regional será de Noroeste para Sudeste (Simões, 1998). Localmente as direcções de fluxo podem ser distintas das regionais acima citadas. O sistema aquífero descarrega igualmente para as aluviões do Tejo, por drenância ascendente (Lopo Mendonça, 2010). O regime de fluxo é contudo afectado em numerosas áreas devido à exploração do sistema aquífero, pelo que o sentido do fluxo está invertido, nomeadamente na parte central, onde o potencial hidráulico no sistema aluvionar se tornou superior ao potencial hidráulico na parte superior do sistema aquífero terciário (Lopo Mendonça, 2010). Pode haver escoamento subterrâneo proveniente das formações do Maciço Calcário Estremenho e dos calcários de Ota e Alenquer (PNUD, 1980; Gestáguas, 1996; Simões, 1998), embora Almeida *et al.*, (2000) considerem que este volume de escoamento subterrâneo seja pouco importante devido à ocorrência de formações com permeabilidades baixas na base da sequência sedimentar terciária. Há ligação hidráulica entre este sistema aquífero e a zona do estuário do Tejo, expressa pela ocorrência de fenómenos de intrusão salina nas zonas de Alverca, Alhandra, Vila Franca de Xira e Azambuja;
- Bacia do Tejo-Sado / Margem Esquerda: o fluxo natural tem uma componente vertical entre as várias unidades aquíferas, que é porém subordinada à circulação horizontal, de orientação global em direcção ao rio Tejo (por fluxo ascendente através das aluviões do Tejo), ao estuário do Tejo, ao estuário do Sado ou ao oceano Atlântico (Simões, 1998). A exploração do sistema aquífero alterou o sentido do fluxo em muitas áreas da bacia, tendo por vezes ocorrido a sua completa inversão, como na parte central da bacia, onde o potencial hidráulico no sistema aluvionar é actualmente superior ao potencial hidráulico na parte superior do sistema aquífero da Margem Esquerda, ocorrendo fluxo não em sentido ascendente mas descendente (Lopo Mendonça, 2010). Por vezes a sobre-exploração origina contudo fluxos ascendentes, como ocorre na região da Margueira (Almada). Acresce ainda o facto de que a desativação das instalações da Lisnave pode ter levado a uma alteração no funcionamento do aquífero nesta área;
- Aluviões do Tejo: de acordo com Lopo Mendonça (1990) o sistema aquífero pode ser dividido em três unidades da mais superficial para a mais profunda: (1) areias com alternâncias de lodos, (2) lodos e (3) areias e cascalheiras, cada um com a sua superfície piezométrica específica. Segundo Simões (1998), Almeida *et al.*, (2000), o Tejo comporta-se como o grande eixo longitudinal de drenagem do sistema aquífero, a que se associam, para a drenância das camadas mais superficiais do sistema aquífero, a vala de Alpiarça e o rio

Sorraia na margem esquerda, e a vala da Azambuja na margem direita. Esta tendência de fluxo é também seguida pelas unidades intermédias sitas entre as areias mais superficiais e as areias e cascalheiras de base (Lopo Mendonça, 1990). Além do fluxo de componente predominantemente horizontal ocorre também fluxo vertical das formações miocénicas e pliocénicas subjacentes para as Aluviões do Tejo.

Relativamente às MA afectas à RH4 verifica-se que, constituindo aquíferos cársicos, o fluxo subterrâneo faz-se em direcção às áreas de exurgências, que estão relacionadas com a rede de condutas cársicas (e em consequência com a fracturação e unidades morfo-estruturais que condicionam estas condutas).

Do ponto de vista hidrogeológico, as MA subterrâneas afectas à RH5 foram analisadas com base na informação disponível até 2009.

Quadro 2.105 – Caracterização hidrogeológica das MA subterrânea.

MA	Fácies dominante	Período de análise
Maçio Antigo indiferenciado da Bacia do Tejo	Bicarbonatada cálcica e/ou magnésiana; cloretada mista	2000 – 2009
Escusa	Bicarbonatada cálcica e/ou magnésiana	2000 – 2009
Monforte- Alter do Chão	Bicarbonatada cálcica e/ou magnésiana	2000 – 2009
Estremoz- Cano	Bicarbonatada cálcica e/ou magnésiana	2000 – 2009
Orla Ocidental Indiferenciado da Bacia do Tejo	Cloretada sódica; bicarbonatada mista	2001 – 2009
Ourém	Bicarbonatada cálcica e cloretada sódica	2001 – 2009
Ota -Alenquer	Bicarbonatada cálcica	2001 – 2009
Pisões-Atrozela	Bicarbonatada cálcica	2001 – 2009
Bacia do Tejo- Sado Indiferenciado da Bacia do Tejo	Bicarbonatada cálcica e/ou magnésica; cloretada cálcica e/ou magnésiana	2000 – 2009
Bacia do Tejo- Sado / Margem Direita	Bicarbonatada calco-sódica e/ou calco-magnésiana; cloretada mista	2000 – 2009
Bacia do Tejo-Sado / Margem Esquerda	Cloretada sódica; bicarbonatada sódica e mista	2000 – 2009
Aluviões do Tejo	Bicarbonatada cálcica; cloretada sódica e mista	2000 – 2009

Relativamente à caracterização hidrogeológica das MA verifica-se que ocorre grande variabilidade de fácies, condicionada principalmente pela variedade litológica e pelos tempos de circulação da água subterrânea, sendo a fácies predominante a bicarbonatada cálcica.

As três MA afectas à RH4 apresentam, de um modo geral, uma fácies hidroquímica bicarbonatada-cálcica, naturalmente condicionada pelo tipo de formações geológicas que as constituem. Esta análise foi também efectuada a partir de dados disponíveis no período compreendido entre 2000 e 2009.

2.2.2.3. Avaliação das disponibilidades

A avaliação das disponibilidades foi efectuada a partir da análise da tendência de evolução dos níveis piezométricos e a avaliação da recarga natural.

A análise das séries de níveis piezométricos foi feita a dois níveis:

- Utilizando a totalidade das séries, independentemente das lacunas existentes;
- considerando os máximos por ano hidrológico para os anos hidrológicos cujas séries mensais se apresentam aproximadamente completas.



Mapa 42 – Evolução dos níveis piezométricos por ponto de monitorização.

Para cada um destes níveis foram traçadas rectas de regressão linear cujo pendore dá uma tendência de evolução (Quadro 2.106). Dado que a totalidade das séries pode apresentar muitas lacunas mensais, as conclusões foram retiradas principalmente a partir dos máximos por ano hidrológico. Considerou-se, para a avaliação de tendências, como valor crítico a tendência de descida de 100 mm/ano (0,274 mm/dia).

Quadro 2.106 – Análise da tendência de evolução dos níveis piezométricos nas MA subterrâneas.

MA	N.º de estações				Avaliação final
	Sem valores suficientes	Sem tendência de descida	Com tendência de descida	N.º total	
Maciço Antigo Indiferenciado da Bacia do Tejo	1	1	-	2	Sem tendência de descida
Escusa	5	-	-	5	Sem tendência de descida
Monforte-Alter do Chão	3	-	-	3	Sem tendência de descida
Estremoz-Cano	13	5	2	20	Sem tendência de descida
Orla Ocidental Indiferenciada da Bacia do Tejo	4	-	-	4	Sem tendência de descida
Ourém	1	5	4	10	Com tendência de descida
Ota-Alenquer	-	-	-	0	Sem tendência de descida
Pisões-Atrozela	2	-	-	2	Sem tendência de descida
Bacia do Tejo-Sado Indiferenciado da Bacia do Tejo	1	1	-	2	Sem tendência de descida
Bacia do Tejo-Sado/Margem Direita	15	4	3	22	Com tendência de descida
Bacia do Tejo-Sado/Margem Esquerda	32	34	9	75	Com tendência de descida
Aluviões do Tejo	4	11	3	18	Com tendência de descida

O estudo da evolução dos níveis piezométricos foi realizado para as estações de monitorização da rede do estado quantitativo das MA subterrâneas, considerando os dados disponíveis até Maio de 2010. A análise desta informação permitiu verificar que existe tendência de descida dos níveis piezométricos nas seguintes MA: Ourém, Bacia do Tejo-Sado / Margem Direita, Bacia do Tejo-Sado / Margem Esquerda e zona norte da MA Aluviões do Tejo.

Apesar da avaliação das tendências de evolução dos níveis piezométricos ao longo do tempo ter identificado algumas situações de descida, tal como acima referido, considera-se que a extensão das séries e a irregularidade dos períodos de medição dos níveis não permite com segurança confirmar uma tendência de descida. Salienta-se também que as situações identificadas são pontuais e localizadas em algumas áreas da MA, tal como se verifica no Mapa 42, não podendo ser consideradas representativas da totalidade da MA. Acresce ainda o facto de existirem algumas lacunas de informação associadas às características dos piezómetros. Desta forma, a avaliação do estado prossegue com a realização do balanço hídrico subterrâneo, para o qual é necessário quantificar a recarga, e com a aplicação dos testes relativos aos ecossistemas dependentes ou associados às águas subterrâneas.

Relativamente às três MA afectas à RH4 e de acordo com os dados disponíveis na ARH do Tejo e no SNIRH, não existe tendência de descida dos níveis piezométricos. No entanto, destaca-se que a maior parte das estações de monitorização do estado quantitativo existentes nas MA Penela-Tomar e Sicó-Alvaiázere são nascentes, não permitindo por isso a correcta análise da evolução dos níveis piezométricos.

A recarga de águas subterrâneas é calculada utilizando procedimentos que modelam de uma forma sequencial diária (Figura 2.24) a precipitação, a infiltração no solo, o aumento do armazenamento no solo devido a essa infiltração, o

escoamento directo que se produz por a capacidade de infiltração do solo ser inferior à precipitação, a evapotranspiração da água do solo e a água que se infiltra abaixo da base do solo (infiltração profunda) quando o teor de humidade do solo é superior ao valor da sua capacidade de campo e a água drena por acção da gravidade. A água de infiltração profunda é utilizada como um estimador da recarga da zona saturada mais próxima da superfície.

Estes procedimentos podem ser implementados em modelos de balanço hídrico sequencial diário. Dois destes modelos são o BALSEQ, desenvolvido por Lobo Ferreira (1981), e o BALSEQ_MOD, desenvolvido em Oliveira (2004). O segundo resulta de uma actualização/complementação do primeiro e pode ser corrido para cada fracção de território onde se possa assumir homogeneidade no solo e na ocupação do solo; neste modelo cada ocupação do solo pode ser descrita por até três cobertos diferentes: solo com coberto 1, solo com coberto 2, e solo descoberto.

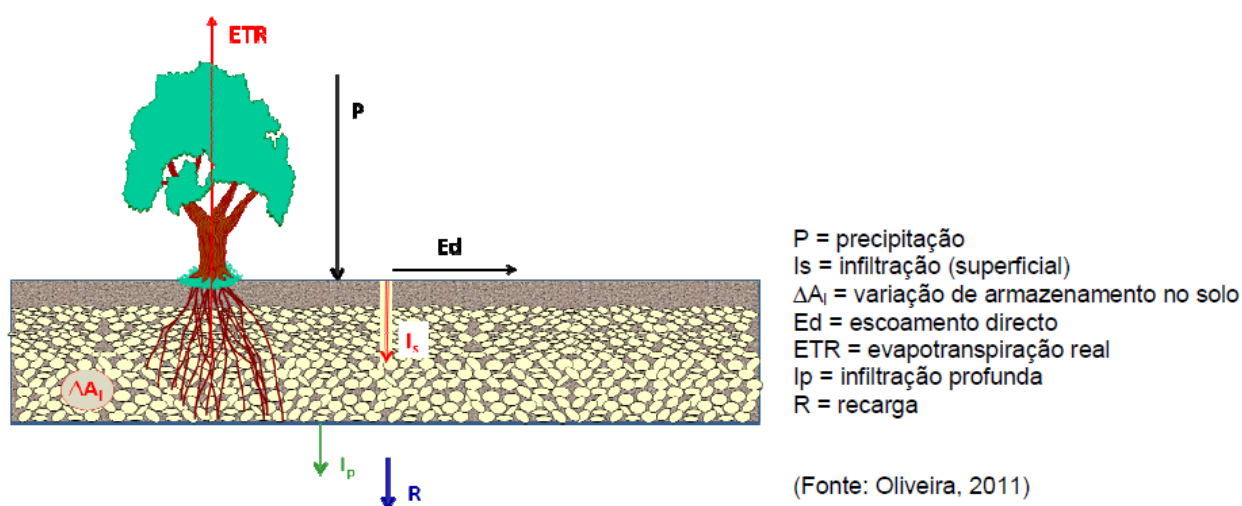


Figura 2.24 – Conceptualização do processo de recarga no modelo de balanço hídrico sequencial diário.

O modelo BALSEQ_MOD foi aplicado a todas as MA subterrâneas deste Plano com o objectivo de introduzir um maior detalhe no cálculo da sua recarga. Foram utilizados dados de séries de precipitação diária, de evapotranspiração de referência mensal ou diária, de parâmetros do solo e de parâmetros de ocupação do solo. As séries analisadas compreendem, de um modo geral, um período de 30 anos, havendo um período comum de 21 anos entre 1-10-1980 a 30-9-2002. Para a MA Ota - Alenquer o período analisado corresponde a um intervalo de 22 anos, dado serem os dados disponíveis, no entanto a taxa de recarga calculada foi complementada com informação obtida a partir de outros estudos realizados nesta MA.

Para cada solo é necessário caracterizar porosidade, porosidade eficaz, ponto de emurchecimento permanente, condutividade hidráulica vertical e material do horizonte superior do solo. Para cada ocupação do solo é necessário dar, para cada coberto considerado, indicação se ele é permeável ou não e se o for caracterizar os períodos de desenvolvimento dos tipos culturais se eles existirem, a data de início do período de desenvolvimento, as profundidades atingidas pelas raízes das plantas durante os períodos de desenvolvimento e as fracções de terreno abrangidas, os seus coeficientes culturais e o limite de depleção de água do solo a 100%. No caso do coberto conferir impermeabilidade ao meio é necessário definir a fracção de área impermeável.

Embora a informação dependente de cada solo possa resultar de análises de perfis de solos específicos de um local a estudar, neste caso não havia disponibilidade dessas análises. Nesta situação recorreu-se em primeiro lugar ao trabalho desenvolvido por Oliveira (2004) que procedeu à interpretação dos dados de perfis de solos publicados em SROA

(1973), tendo caracterizado os parâmetros necessários à corrida do modelo. Os perfis de solos referidos correspondem aos solos da classificação da cartografia de solos publicada pelo IHERA às escalas 1:25 000 e 1: 50 000.

Para caracterizar os solos presentes nas MA subterrâneas, no âmbito deste PGRH, utilizou-se a cartografia de solos à escala 1:25 000 para a MA subterrâneas de Monforte - Alter do Chão e, nas restantes MA subterrâneas, procurou-se fazer uma analogia entre as formações geológicas representadas na carta geológica de Portugal à escala 1:500 000, publicada pelo ex. Instituto Geológico Mineiro, e a classificação da carta de solos do IHERA à escala 1:25 000, fazendo atribuir a cada formação geológica um solo desta classificação.

Os parâmetros dependentes da ocupação do solo, no que diz respeito aos cobertos vegetais, podem ser extraídos do conhecimento existente localmente ou, na ausência deste, de publicações como a de Allen *et al.*, (1998) que refere as propriedades de muitos tipos de cobertos vegetais. A caracterização espacial da ocupação do solo utilizada neste Plano foi a do *CORINE Land Cover 2006* desenvolvida pelo Instituto Geográfico Português (IGP).

Este modelo de balanço hídrico sequencial diário pode ser aplicado a todos os tipos litológicos desde que se conheçam os parâmetros característicos do meio, e utilizando especificidades na interpretação dos seus resultados (Oliveira, 2011):

- Nos meios de porosidade intergranular com a presença de um solo, independentemente do terreno ser coberto ou descoberto, o método aplica-se directamente;
- no caso de afloramentos rochosos o método também se aplica directamente assumindo que os parâmetros correspondentes ao solo têm as propriedades da rocha e que, no caso de haver fracturação que permita a entrada de água na rocha, uma percentagem do escoamento directo que é calculado pela corrida do modelo também se infiltra, constituindo recarga, ficando o escoamento directo diminuído deste volume;
- o caso da ocorrência de formações carsificadas aflorantes encerra outra particularidade. No caso de constituírem afloramentos rochosos (rocha nua) e de não haver formas de retenção de água à superfície que armazene a água e depois permita a sua evaporação, pode-se considerar que toda a precipitação se infiltra;
- no caso de ocorrência de sistemas cársicos aflorantes, onde exista um solo onde se pode ou não desenvolver um coberto vegetal (Figura 2.25), o modelo de balanço hídrico sequencial diário também pode ser utilizado, existindo a evapotranspiração resultante da presença desse solo (que terá as propriedades de um solo proveniente de calcários, muitas vezes um solo argiloso – terra rossa). O escoamento directo que é gerado, tratando-se de formações carsificadas, após um percurso à superfície acaba por se infiltrar, constituindo também recarga do aquífero. Nestas situações deixa de haver escoamento directo. No caso da ocupação do solo existente dar origem a áreas impermeabilizadas, por exemplo áreas urbanas, pode-se considerar que o escoamento directo é colectado e desviado para fora do sistema aquífero, não constituindo neste caso recarga do aquífero.

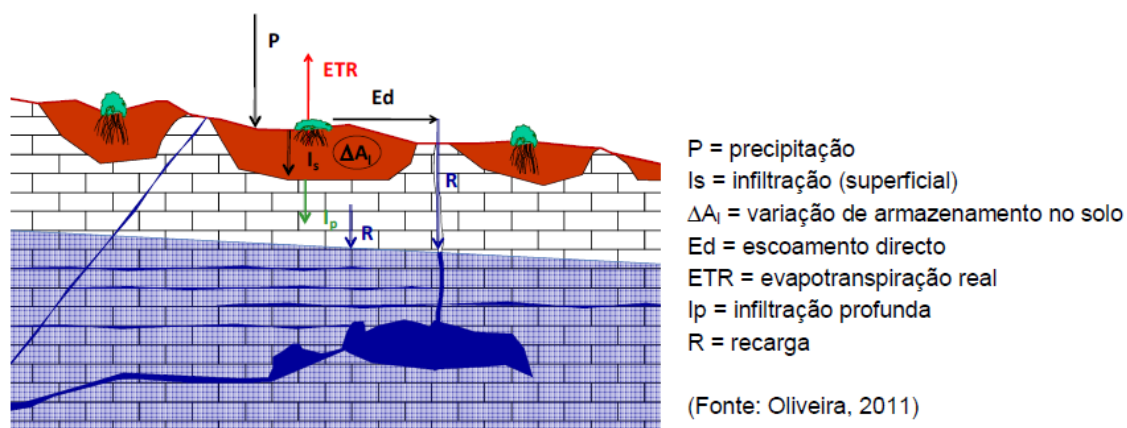


Figura 2.25 – Conceptualização do processo de recarga em meios cárscicos.

Na aplicação realizada às MA subterrâneas cárscicas, nas zonas onde este carso aflora, considerou-se que toda a água de escoamento directo se infiltrava constituindo também recarga excepto nas zonas com coberto impermeável, onde se manteve como escoamento directo.

Cada MA subterrânea foi analisada individualmente. Para as MA de área pequena ou onde a variação espacial da precipitação anual média de 30 anos era relativamente reduzida (neste caso dada pela superfície de precipitação apresentada em Nicolau, 2002) optou-se por seleccionar uma série de precipitação diária de um posto existente dentro ou próximo da MA subterrâneas, preenchendo eventuais lacunas existentes a partir dos dados de postos udométricos vizinhos. Na maior parte dos casos a precipitação diária do posto sem dados foi calculada afectando a precipitação diária do posto udométrico com dados de um factor dado pela relação entre as médias de precipitação (para períodos comuns aos dois postos udométricos com dados) entre o posto sem dados e o posto com dados.

Para as MA subterrâneas mais extensas, onde a variabilidade da precipitação permitiu definir áreas com precipitações distintas, dividiu-se a MA subterrâneas para que cada área dividida assumisse a mesma série de precipitação diária, calculada da mesma forma que anteriormente. Essa divisão em áreas foi feita com base em uma ou mais isoietas determinadas a partir da superfície de precipitação de Nicolau (2002).

A evapotranspiração de referência mensal utilizada foi calculada a partir de séries que se reportam aos anos hidrológicos de 1959/60 a 1987/88, tendo sido necessário estender estas séries para o período pós 1987/88. Neste caso optou-se por atribuir a cada mês o valor da média das evapotranspirações de referência do mesmo mês no período com dados. Uma vez que o balanço hídrico sequencial é feito a nível diário, esta simplificação influencia pouco os cálculos.

Para as MA subterrâneas de extensão pequena atribuiu-se apenas uma série de evapotranspiração de referência mensal. As MA subterrâneas com áreas maiores foram divididas de acordo com as áreas de influência atribuídas a cada série de evapotranspiração.

A corrida do modelo foi feita para cada subárea de cada MA subterrâneas resultante da intersecção do mapa de ocupação dos solos CLC2006 do IGP, com o mapa de solos definido de acordo com a metodologia referida, com a área de influência de cada série de evapotranspiração de referência mensal, com a área de influência de cada série de precipitação diária.

Cada corrida originou para cada subárea uma série de dados diários de recarga. Cada série pode ser utilizada individualmente ou integrada para a MA subterrâneas para produzir séries diárias, mensais ou anuais de recarga, podendo-se assim caracterizar a distribuição espaço-temporal da recarga.

O Quadro 2.107 sintetiza por MA subterrânea as séries temporais analisadas e os valores finais de recarga anual média e sua relação com a precipitação anual média.

Quadro 2.107 – Valores de recarga por MA.

MA	Período analisado		Precipitação (mm/ano)	Recarga		
	Série	N.º de anos		(mm/ano)	(hm ³ /ano)	% Precipitação
Maciço Antigo Indiferenciado da Bacia do Tejo	10/1979 – 9/2009	30	794	71	1006,48	9%
Escusa	10/1979 – 10/2010	31	776	621(1)	4,79(1)	62%
Monforte-Alter do Chão	10/1979 – 9/2009	30	640	173(2)	16,96(2)	26%
Estremoz-Cano	10/1979 – 10/2010	31	567	244(3)	49,35(3)	36%
Orla Ocidental Indiferenciado da Bacia do Tejo	10/1980 – 9/2009	29	744	64	87,64	9%
Ourém	10/1979 – 9/2009	30	808	154	48,74	19%
Ota-Alenquer	10/1979 – 9/2002	22	721	415	3,89(4)	58%
Pisões-Atrozela	10/1980 – 9/2010	30	693	287	6,34	41%
Bacia Tejo-Sado Indiferenciado da Bacia do Tejo	10/1980 – 9/2009	29	629	143	132,56	23%
Bacia Tejo-Sado Margem Direita	10/1979 – 9/2009	30	668	123	172,80	18%
Bacia Tejo-Sado Margem Esquerda	10/1980 – 9/2009	29	642	167	1005,91	26%
Aluviões do Tejo	10/1979 – 9/2009	30	629	207	217,87	33%

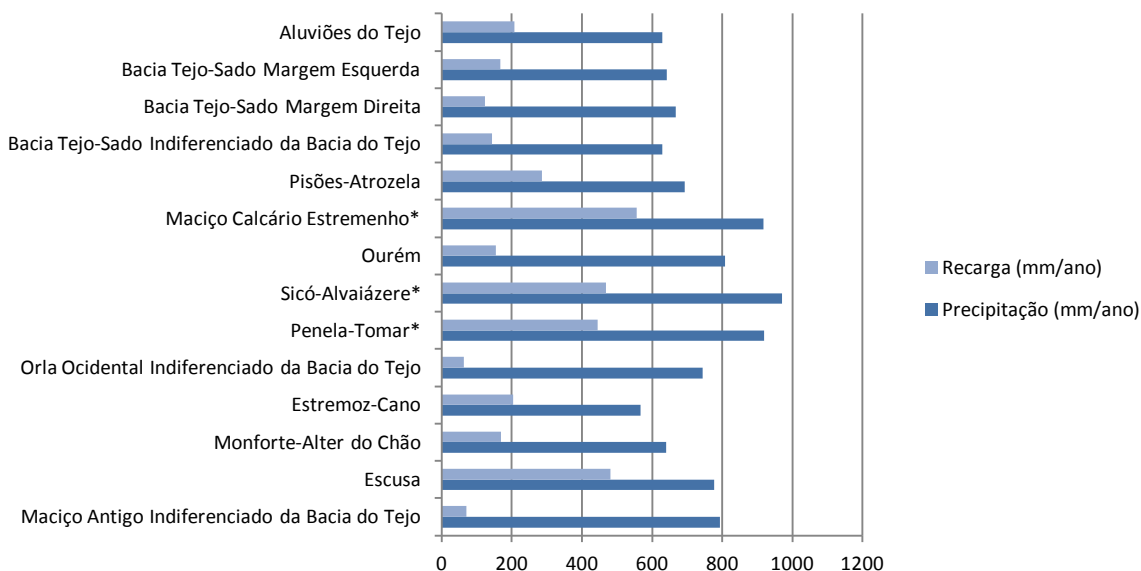
- (1) O volume de recarga apresentado inclui 139 mm/ano ou 1,07 hm³/ano de recarga de água proveniente do escoamento directo das áreas de drenagem da MA subterrânea;
- (2) O volume de recarga apresentado inclui 4 mm/ano ou 0,43 hm³/ano de recarga de água proveniente do escoamento directo das áreas de drenagem da MA subterrânea;
- (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 MA subterrânea;
- (4) O volume de recarga apresentado considera apenas o estimado para a área de ocorrência da MA subterrânea. No entanto, tal como referido em Almeida *et al.*, (2000), devem ser tidos em conta mais 21 hm³/ano provenientes da recarga que ocorre na serra de Montejunto e que se encontrará ligada hidráulicamente com a área da MA subterrânea, constituindo o seu principal local de recarga.

Relativamente às três MA afectas à RH4, foi calculada a recarga para a totalidade da sua área, dado que não seria correcto do ponto de vista hidrogeológico calcular estes valores apenas para uma parte da MA (Quadro 2.108).

Quadro 2.108 – Valores de recarga para as MA afectas à RH4.

MA	Período analisado		Precipitação (mm/ano)	Recarga		
	Série	N.º de anos		(mm/ano)	(hm ³ /ano)	% Precipitação
Penela-Tomar	10/1979 – 9/2009	30	920	445	108,96	48%
Sicó-Alvaiázere	10/1979 – 9/2009	30	971	469	155,43	48%
Maciço Calcário Estremenho	10/1980 – 9/2009	29	917	556	426,79	61%

A Figura 2.26 seguinte sintetiza por MA subterrânea os valores de recarga anual média e a sua relação com a precipitação anual média. Como se verifica pela análise da Figura 2.26, as MA cársicas são as que apresentam maiores taxas de recarga.



* MA afectas à RH4

Figura 2.26 – Relação da recarga das MA subterrânea com a precipitação.

Relativamente à MA Ota-Alenquer, o volume de recarga representado no gráfico considera apenas o estimado para a área de ocorrência da MA subterrânea. No entanto, tal como referido em Almeida *et al.*, (2000), devem ser tidos em conta mais 21 hm³/ano provenientes da recarga que ocorre na serra de Montejunto e que se encontrará ligada hidráulicamente com a área da MA subterrânea, constituindo o seu principal local de recarga.

2.2.2.4. Massas de água associadas a ecossistemas aquáticos de superfície ou ecossistemas terrestres que delas dependem directamente

Os ecossistemas dependentes das águas subterrâneas podem ser ecossistemas aquáticos (EDAS), por exemplo cursos de água e lagos cujo balanço hídrico depende parcialmente das contribuições das águas subterrâneas (caudal de base), e nascentes (sendo estas áreas de descarga das águas subterrâneas), como podem ser ecossistemas terrestres (ETDAS) que dependem da disponibilidade de água subterrânea no solo, na zona radicular, como é o caso das zonas rícolas dos cursos de água dotados de caudal de base, ou o caso de zonas húmidas resultantes da percolação ascendente difusa de água subterrânea, podendo nestas existir presença de água à superfície temporariamente.



Mapa 43 – Ecossistemas Terrestres.

Neste contexto, a identificação e caracterização dos ecossistemas aquáticos de superfície ou ecossistemas terrestres dependentes de MA subterrâneas foi efectuada com base nas metodologias descritas de seguida.

a) Contexto de Análise da Relação entre Águas Superficiais e Subterrâneas e Ecossistemas Dependentes de Águas Subterrâneas

A identificação das MA subterrânea e superficiais entre as quais existe conectividade hidráulica, bem como o sentido das transferências que ocorrem entre elas varia no espaço e no tempo. Este tipo de fenómenos só raramente é conhecido e quantificado em casos para os quais existem estudos hidrológicos e/ ou hidrogeológicos em que se tentaram interpretar estes processos. No caso da maior parte das MA subterrâneas da região do presente Plano o modelo conceptual de escoamento que se apresentou nos capítulos anteriores baseia-se numa proposta de definição

das áreas e mecanismos de recarga e descarga naturais. Este conhecimento baseia-se no conhecimento acerca dos locais de alimentação e localização das áreas de saída de água naturais dos sistemas regionais de escoamento, entre as quais se processa o fluxo de águas subterrâneas. O volume de escoamento por unidade de tempo entre estas áreas de recarga e descarga correspondente ao valor da recarga anual média a longo termo, menos o volume de extracções praticado no aquífero.

Tal como acima referido, os ecossistemas dependentes das águas subterrâneas podem ser ecossistemas aquáticos associados aos aquíferos (EDAS), por exemplo rios e lagos, cujo balanço hídrico depende parcialmente da água subterrânea e também nascentes (casos particulares em que se verifica emergência natural de águas subterrâneas à superfície do terreno em localizações pontuais, em vez de ao longo de alinhamentos extensos, como acontece ao longo dos troços efluentes dos cursos de água). Os ecossistemas dependentes das águas subterrâneas podem ser também ecossistemas terrestres (ETDAS), por exemplo as áreas ripícolas dos cursos de água, cujo estado ecológico depende não apenas da água dos rios mas também da presença do nível freático próximo da superfície, e do próprio caudal de base que, a partir dos aquíferos, alimenta a rede hidrográfica. Existem igualmente ecossistemas em zonas de percolação ascendente difusa de água subterrânea. Para além de poderem corresponder a troços efluentes de cursos de água, estas zonas de percolação ascendente de água subterrânea podem reflectir-se na paisagem através da presença de zonas em que a superfície freática se encontra próxima da superfície topográfica, facultando a existência de vegetação freatófita (capaz de obter água, através das raízes, directamente a partir da zona saturada do solo). Outro tipo de ecossistemas dependentes de águas subterrâneas existe no próprio seio dos aquíferos, onde existem espécies que só actualmente começam a ser identificadas. Para este tipo de ecossistemas os dados actualmente disponíveis são muito escassos, não só para a esmagadora maioria dos sistemas aquíferos em Portugal mas também para a maioria dos aquíferos em todo o mundo.

Os ecossistemas são identificados, numa primeira fase, como os locais onde o estado actual do conhecimento hidrogeológico permite verificar interdependências entre águas superficiais e subterrâneas que facultam condições para o suporte de ecossistemas cujo suprimento de água é assegurado, total ou parcialmente, a partir de águas subterrâneas. Para os casos das MA subterrâneas para as quais o estado actual do conhecimento, previamente à realização do presente trabalho, não inclui um modelo conceptual de fluxo suficientemente detalhado para interpretar as relações rio-aquífero, efectuou-se uma cuidadosa análise de todos os dados disponíveis. Nomeadamente as relações entre as unidades hidrostratigráficas presentes, os dados de piezometria existentes e a sua relação com a altitude dos cursos de água. Esta análise permitiu, por um lado, inferir os tipos de interacções entre águas subterrâneas e superficiais, e por outro analisar casuisticamente as relações entre as MA subterrânea e as zonas protegidas, identificadas no Anexo 4 DQA. Neste caso encontram-se as zonas designadas para a protecção de habitats ou de espécies em que a manutenção ou melhoramento do estado da água é um dos factores importantes para a protecção, incluindo os sítios relevantes da rede Natura 2000, designados ao abrigo da Directiva 92/43/CEE (relativa à preservação dos habitats naturais e da fauna e da flora selvagens) e ainda da Directiva 79/409/CEE (dedicada a garantir a protecção das populações selvagens das várias espécies de aves).

Através do trabalho realizado foi assim possível identificar diversos ambientes hidrogeológicos para os quais é possível mostrar que se está seguramente em presença de ecossistemas, normalmente parcialmente dependentes de águas subterrâneas. Os rios e os ecossistemas ripários podem ser classificados como altamente dependentes, proporcionalmente dependentes ou ainda oportunamente dependentes de águas subterrâneas, de acordo com Hatton *et al.*, (1998). Estes graus de dependência podem ser determinados tendo em conta a proporção dos caudais de base (oriundos dos aquíferos) no total de escoamento do curso de água. No caso dos rios existentes na área do presente plano variam entre situações de alta dependência e de dependência parcial das águas subterrâneas, no caso em que

são permanentes, uma vez que o escoamento neste tipo de cursos de água está necessariamente associado, durante os períodos de estiagem, às transferências de água oriundas dos aquíferos. Tanto nestes casos como naqueles em que os cursos de água são efémeros ou temporários é possível determinar, através de diferentes métodos, o volume de transferências dos aquíferos para as linhas de água associadas (por exemplo a decomposição de hidrogramas dos cursos de água e/ ou a construção de modelos matemáticos de escoamento que permitam quantificar os volumes de transferências rio-aquífero). A aplicação deste tipo de metodologias sai no entanto do âmbito do actual PGRH, por exigir meios e prazos incompatíveis com a realização deste tipo de trabalho para todas as dezenas de cursos de água para os quais foram identificadas interações rio-aquífero.

Dada a existência de dados bastante esparsos de piezometria, quer nas MA indiferenciadas, quer nas MA correspondentes a sistemas aquíferos com geometria individualizada mais precisa, tudo indica que a existência de ecossistemas deverá ocorrer em diversas áreas onde estes ainda não foram identificados. Além da baixa densidade de dados de piezometria, essenciais para clarificar modelos conceptuais de MA subterrânea, contribui igualmente para a muito provável ausência de identificação de alguns ecossistemas na área do actual Plano o facto da base de suporte de informação geográfica utilizada para a sua realização (InterSIG) não ter detalhe suficiente para permitir a detecção de relações rio-aquífero que se sabe estarem na origem de condições que permitem o suporte de alguns ecossistemas.

A existência de relações rio-aquífero bem descritas à escala local são raras e, quando existem, permitem frequentemente a descrição de ecossistemas associados a MA subterrânea que não poderiam ser detectadas através da informação de base disponível para a realização do presente Plano. Ou seja, as situações deste tipo mostram que a resolução espacial da informação geográfica de suporte do presente plano não é suficiente para a identificação de alguns dos ecossistemas que se sabe existirem nestas circunstâncias.

A identificação dos ecossistemas no presente Plano é pois matéria cuja análise aconselha à definição de medidas de articulação entre trabalhos aplicados e de investigação no campo da hidrogeologia e ecologia a diferentes escalas, que permitirão maior detalhe do que aquele que actualmente pode ser obtido para a compreensão das interdependências entre os ecossistemas e as MA subterrâneas em partes significativas da região do actual plano, tal como acontece aliás na generalidade do território português.

b) Aspectos relativos à Flora e Vegetação e sua relação com a rede hidrográfica e Massas de água Subterrânea Associadas

Os rios e os cursos de água de menor dimensão constituem sistemas hidrológicos complexos nos quais circula água com origem no escoamento directo sobre a superfície topográfica (e também sobre a própria superfície da linha de água), escoamento hipodérmico ou intermédio, que ocorre nas camadas de solo e formações sedimentares a pouca profundidade em percursos subterrâneos curtos em zonas de vertente, atingindo a rede hidrográfica com um pequeno atraso relativamente às contribuições anteriores e, finalmente, água com origem no escoamento de base. Este escoamento de base verifica-se longo período após a ocorrência de precipitação pois resulta de transferência para os rios de água residente nos aquíferos. Esta componente do escoamento fluvial é muito mais prolongada no tempo do que todas as outras, nos cursos de água permanentes, assegurando o caudal nos rios durante o período de estiagem. Por isso mesmo, os cursos de água que não usufruem desta componente de escoamento são temporários, secando durante períodos sem precipitação superiores aos tempos de concentração das bacias hidrográficas que contribuem para o escoamento de uma dada linha de água. Por isso mesmo, os cursos de água permanentes são ecossistemas parcialmente dependentes de águas subterrâneas. Neste contexto, o presente plano, ao ser desenvolvido com a consciência da necessidade de identificar os ecossistemas assenta a este respeito, entre outras vertentes, na identificação das áreas ecologicamente dependentes do sistema fluvial. A contribuição de Espírito Santo *et al.*, (2001) é

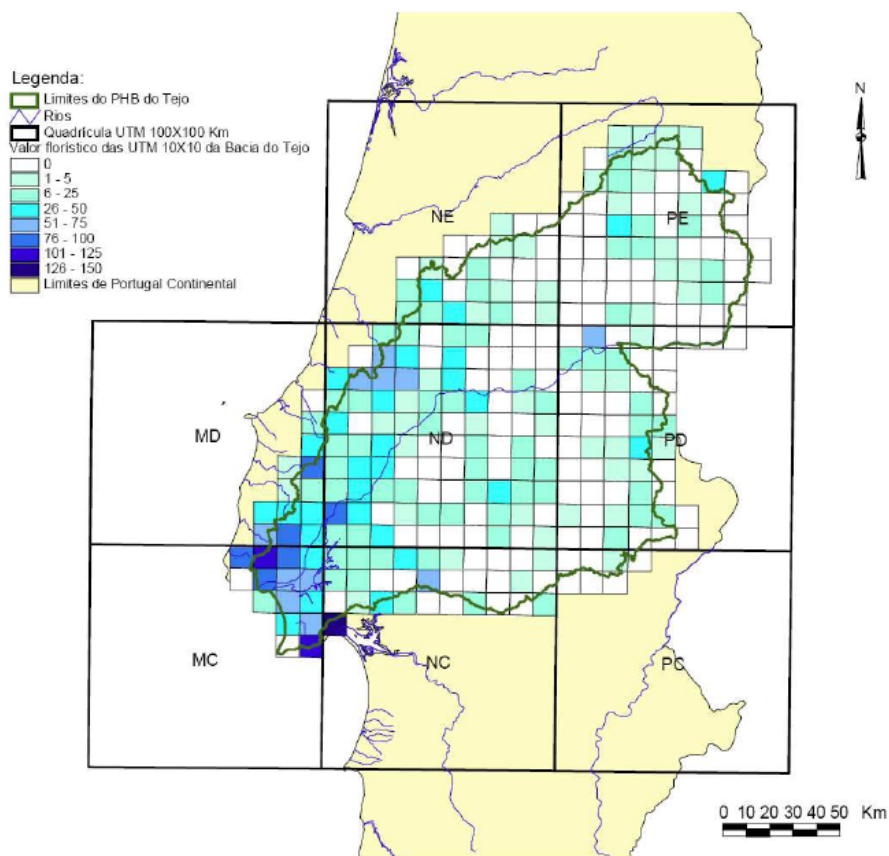
de grande utilidade neste contexto pois permitiu a identificação e georeferenciação das plantas dependentes da rede hidrográfica à escala das da área do presente plano.

Para inventariação da distribuição das plantas com interesse para conservação na área da RH5 estes autores realizaram trabalho de campo, no qual foi tida em especial atenção o levantamento dos habitats do Anexo I da Directiva 92/43/CEE e das espécies da flora dos Anexos II e IV, ainda pouco referidos na bibliografia e cartografia disponível. Foram identificadas espécies agrupadas na denominação RELAPE, modo abreviado, as espécies raras, endémicas, localizadas, ameaçadas e em perigo de extinção, sendo de especial importância as “espécies prioritárias” mencionadas no Anexo II da referida Directiva, por serem espécies em perigo, por cuja conservação a Comunidade é especialmente responsável. Estes autores recorreram ainda aos resultados obtidos para a RH5 no âmbito de um projecto efectuado a nível nacional e coordenado pelo Instituto de Conservação da Natureza no qual se desenvolveram trabalhos conducentes à realização de um livro vermelho da flora portuguesa. Para cobertura de toda a bacia, elaborou-se uma listagem de plantas aí ocorrentes, pertencentes aos Anexos I e IV da Directiva 92/43/CEE ou consideradas raras por Espírito Santo *et al.*, (2001), bem como outras ali localizadas; por consulta nos principais Herbários Nacionais (COI, LISI, LISU), anotaram-se os locais de colheita, após o que se determinou as respectivas coordenadas geográficas e quadrículas UTM. Foram localizadas 172 espécies RELAPE nestas condições, o que representa 40% do total de táxones assim classificados no Centro e Sul do País (nas bacias do Tejo, Sado, Mira, Guadiana e ribeiras do Algarve identificaram-se 443 espécies RELAPE). A cada táxone foi atribuído um valor:

- 10 – Prioritárias do Anexo I da Directiva 92/43/CE;
- 9 – Do Anexo I da Directiva 92/43/CE;
- 8 – Endémicas de Portugal, Raras;
- 7 – Endémicas da Península Ibérica, Raras;
- 6 – Endémicas de Portugal, localizadas; Endémicas da Europa, raras;
- 5 – Raras;
- 4 – Do Anexo V da Directiva 92/43/CE. Orquidáceas;
- 3 – Endémicas de Portugal;
- 2 – Localizadas;
- 1 – Pouco frequentes.

A soma de valores para uma quadrícula regional definida forneceu um valor florístico por quadrícula individual, que dividido por classes de valor permitiu a elaboração duma carta de valor florístico (Figura 2.27).

O facto de se dispor do trabalho de Espírito Santo *et al.*, (2001) permite pois que a análise das interdependências entre águas subterrâneas e ecossistemas seja feita igualmente a partir dos dados cartográficos sobre a flora, avaliando de que forma estes coincidem com o conhecimento existente sobre a hidrogeologia, e não apenas no sentido inverso, ou seja no sentido de pôr em evidência a análise do conhecimento hidrológico e hidrogeológico, na tentativa de identificar as áreas com relação rio-aquífero que controlam factores abióticos responsáveis pela sustentabilidade dos ecossistemas.



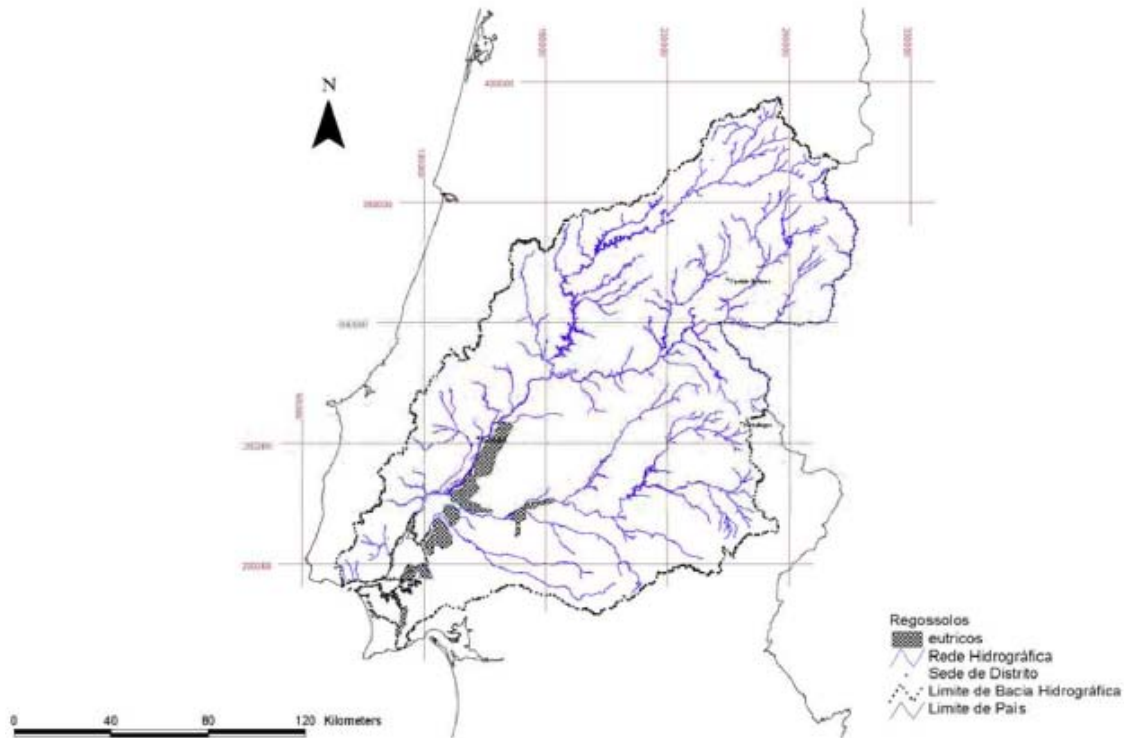
Fonte: Espírito Santo *et al.* (2001)

Figura 2.27 – Carta de valor florístico na RH5.

Outro aspecto que se reveste de grande interesse, sob o ponto de vista da identificação dos ecossistemas, recorrendo ao estado actual do conhecimento da ecologia, especialmente da flora selvagem e das relações da sua distribuição espacial com factores hidrogeológicos, consiste na análise dos resultados obtidos por Espírito Santo *et al.*, (2001) e Ferreira *et al.*, (2001). O trabalho destas autoras e respectivas equipas descrevem a RH5 a partir da unidade fitotopográfica de hierarquia superior (a geossérie).

Esta unidade (a geossérie) é constituída por uma sequência espacial determinada e característica, de séries de vegetação (em qualquer das suas etapas) que contactam lateralmente, sucedendo-se segundo um gradiente forte de um qualquer factor ambiental que se sobrepõe à influência meramente climática. É caso disso a geossérie típica dos rios oligotróficos termo-mesomediterrânicos, em que as séries se sucedem segundo o grau de proximidade do nível freático da superfície do solo (segundo o aumento do teor em água do solo).

Os Regossolos representam aproximadamente 2% da área da RH5, sendo classificados como Regossolos êutricos (Espírito Santo *et al.*, 2001). As suas características mais representativas são a presença do nível freático a menos de um metro de profundidade, a maior parte do ano, e topografia natural ou artificialmente plana. Apresentam-se predominantemente e intermitentemente ao longo da margem esquerda do rio Tejo, intercalados por Fluvissolos entre as localidades de Alpiarça e Benavente, na zona estuarina nos concelhos de Alcochete e Montijo (Figura 2.28). Este é pois um exemplo em que o conhecimento actualmente existente ao nível do conhecimento ecológico de uma área, conjugado com o conhecimento sobre os solos, permite a identificação de dependências ecológicas de águas subterrâneas, recorrendo a uma via alternativa à análise dos modelos conceptuais dos sistemas aquíferos.



Fonte: Espírito Santo *et al.* (2001)

Figura 2.28 – Regossolos na RH5.

Tal como é referido por Ferreira *et al.*, (2001), em Portugal poucos trabalhos de ecologia fluvial realizam abordagens verdadeiramente limnológicas, ou seja, visando o estudo quantitativo das interações de variáveis bióticas e abióticas em ecossistemas aquáticos. De facto, a ecologia aquática é uma área científica com menos de duas décadas de exercício no nosso país, sendo ainda pouco utilizada enquanto instrumento de gestão dos elementos biológicos dos recursos hídricos. No presente Plano pretende-se pois dar um passo neste sentido ao tentar-se definir a interdependência entre os ecossistemas e os sistemas aquíferos subjacentes. Ainda segundo a descrição destes autores, no plano actualmente em vigor, dentro das séries de vegetação diferenciam-se as séries climatófilas como as que se desenvolvem em solos que apenas recebem água da chuva, edafo-hidrófilas sendo as que se desenvolvem em solos hidromórficos ou em solos sobre MA subterrâneas, dependendo a designação destas séries da ausência ou presença de hidromorfia temporal do solo. Existem também as séries edafoxerófilas definidas como aquelas que se desenvolvem em solos relativamente áridos em relação à média. Alguns exemplos tomados em consideração por Espírito Santo *et al.*, (2001) e Ferreira *et al.*, (2001) nos trabalhos empreendidos de cartografia de vegetação actual, no que respeita a espécies relevantes para este tipo de análise são, por exemplo, o *Fraxino angustifoliae-Ulmenion minoris*, *ulmais* e *freixiais mediterrânicos ocidentais*, hidrófilos, próprios de solos profundos e com nível freático elevado. São igualmente referenciadas, como espécies em que é feita alusão à dependência de água freática a vegetação ripícola ou freatófila, formada por microfanerófitos e nanofanerófitos do género *Tamarix* ou *Nerium*, acompanhados de algumas gramíneas altas. Estas colonizam solos higrófilos de linhas de água temporárias de carácter torrencial, rios temporariamente secos, margens de lagunas e salgados de ombroclima seco, semiárido a árido das regiões Mediterrânica, Saaro-Arábica e Irano-Turânica substituindo nestes espaços biogeográficos os bosques da *Populetalia albae*.

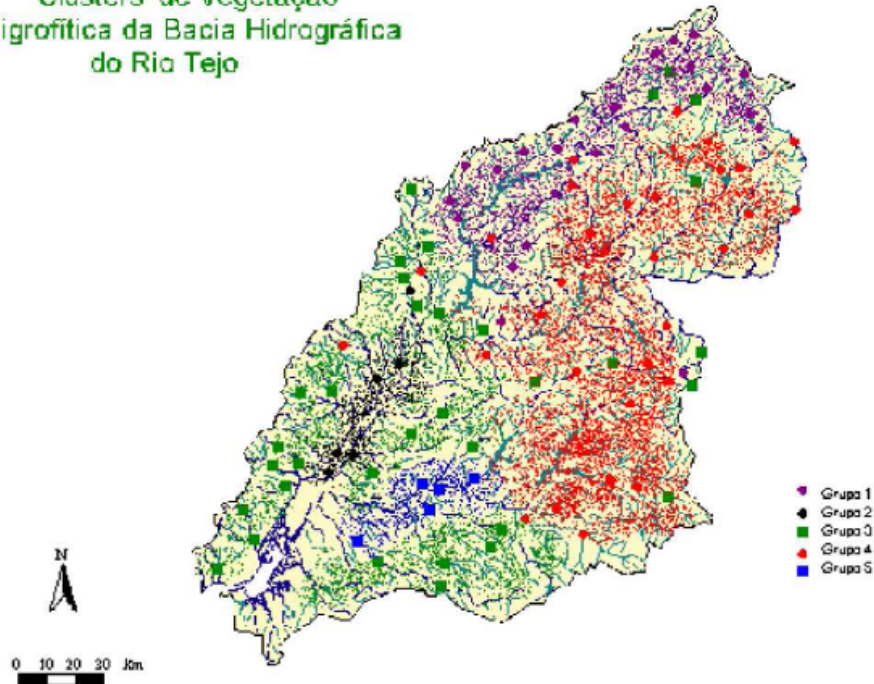
As espécies que vivem na dependência das MA são identificadas sob a denominação genérica de macrófitos, designação empregue em limnologia para agrupar o conjunto das plantas macroscópicas que crescem dentro, na superfície ou perto do meio aquático, e que necessitam de um ambiente aquático, alagado ou húmido para sobreviverem, pelo menos durante parte do seu ciclo de vida. As formas macroscópicas de macrófitos incluem macroalgas, líquenes, briófitos, pteridófitos e plantas superiores. Contudo, os grupos taxonómicos principais compreendidos sob a designação de macrófitos lóticos são as macroalgas, os *Bryophyta* e as *Angiospermae*, uma vez que os líquenes incrustantes, *Pteridophyta* e *Gymnospermae* associados a este meio constituem apenas grupos residuais. As formas microscópicas (microalgas) são designadas por micrófitos e estão constituídas ecologicamente em duas comunidades, o perifiton e o fitoplâncton.

Ferreira *et al.*, (2001) referem ainda que, do ponto de vista limnológico, as formações lenhosas (arbóreas e arbustivas) que normalmente bordejam os sistemas fluviais, são igualmente macrófitos. No entanto, pelo seu porte e pelas funções que desempenham (Cortes e Ferreira, 1998), estas formações lenhosas (referidas também como mata ou galeria ripária, ripícola ou ribeirinha) são frequentemente consideradas uma comunidade própria, de características ecotonais dos ecossistemas ribeirinhos e associados.

Apesar dos macrófitos estarem associados muitas vezes a MA superficiais e zonas húmidas, o facto destas dependerem, em termos de balanço hídrico das águas subterrâneas justificam a dependência destes ecossistemas relativamente aos sistemas aquíferos associados.

Relativamente à zonagem macrofítica da RH5, Ferreira *et al.*, (2001) identificaram a distribuição espacial ilustrada na Figura 2.29, cujo resultado estabeleceu que 82% do universo de plantas identificadas era similar em todos os troços, sendo responsáveis pela agregação final em grupos, 18% do total das espécies observadas.

Com base na composição florística, parecem existir três grandes zonas de macrófitos na RH5: uma região de maior altitude incluindo as ribeiras da área da Serra da Estrela e a zona da Meimoa, ou seja, a maior parte da bacia do rio Zêzere; uma região associada aos cursos pequenos e médios de regime hidrológico irregular, incluindo as margens esquerda e direita (Grupo 4); e uma zona incluindo todo o curso inferior e pequenas ribeiras a este associadas, ou seja, grosseiramente a área composta por materiais geológicos terciários e quaternários (Grupo 3).

'Clusters' de Vegetação
Higrofitica da Bacia Hidrográfica
do Rio Tejo

Fonte: Ferreira *et al.* (2001)

Figura 2.29 – Zonagem macrofítica na RH5.

No interior da área abrangida pelo Grupo 3 destacam-se duas zonas de composição florística mais ou menos distinta, uma associada ao Vale do Sorraia (Grupo 5), intensamente agricultado, com grande intervenção no corredor fluvial (dragagens, extracção de areias, retirada de água para a agricultura, cortes de vegetação, pascigo de taludes, reseccionamentos, etc.) e uma outra associada ao curso final do rio Tejo e curso final das ribeiras a este afluentes, em áreas urbanizadas, agricultadas e industrializadas (Grupo 2). Assim, estes dois Grupos parecem corresponder a áreas de divergência florística sob influência antrópica, no seio do Grupo 3. A análise de frequências realizada por Ferreira *et al.*, (2001) permitiu obter as espécies indicadoras (ou seja, consistentemente mais abundantes e ocorrentes) em cada um dos Grupos formados. O Grupo de cursos de água de altitude inclui espécies como o ranúnculo de água ibérico *Ranunculus baudottii*, a urze branca, o feto real ou a rabaça. A zona de cursos de ribeiras mais intermitentes inclui espécies como o poejo, o tamujo e a tamargueira e não inclui nenhum hidrófito. Na zona do vale do Sorraia surgem como indicadoras várias espécies exóticas ou infestantes de rios e arrozais como caniço, junção e milhã maior e também a erva pinheira, um hidrófito exótico extremamente agressivo que tem vindo progressivamente a substituir os hidrófitos indígenas da zona do Sorraia.

Desta forma, foram identificados EDAS em todas as MA subterrâneas, com excepção das MA Maciço Antigo Indiferenciado da Bacia do Tejo, Ota-Alenquer, Bacia Tejo-Sado Indiferenciado da Bacia do Tejo e Bacia Tejo-Sado / Margem Direita (Quadro 2.109). Relativamente a estas MA, não foi possível identificar EDAS devido a:

- Maciço Antigo Indiferenciado da Bacia do Tejo: estado actual do conhecimento e dados hidrogeológicos disponíveis;
- Ota-Alenquer: falta de dados piezométricos e escala da rede de drenagem;

- Bacia do Tejo-Sado Indiferenciado da Bacia do Tejo: estado actual sobre o conhecimento das formações geológicas e os dados piezométricos existentes não permitem estabelecer qualquer tipo de análise das relações rio-aquífero;
- Bacia do Tejo-Sado / Margem Direita: não foi possível em tempo útil identificar EDAS nesta MA. No que respeita aos ETDAS, foram identificados 13 charcos temporários mediterrânicos associados às MA subterrâneas.

Quadro 2.109 – EDAS identificados nas MA subterrânea.

MA	Relação água superficial / água subterrânea	N.º de EDAS
Maciço Antigo Indiferenciado da Bacia do Tejo	Não	- ¹
Escusa	Sim	1
Monforte-Alter do Chão	Sim	4
Estremoz-Cano	Sim	1
Orla Ocidental Indiferenciado da Bacia do Tejo	Sim	1
Ourém	Sim	14
Ota-Alenquer	Não	- ¹
Pisões-Atrozela	Sim	1
Bacia Tejo-Sado Indiferenciado da Bacia do Tejo	Não	- ¹
Bacia Tejo-Sado Margem Direita	Não	- ¹
Bacia Tejo-Sado Margem Esquerda	Sim	32
Aluviões do Tejo	Sim	28

¹ Não foram identificadas MA superficiais associadas.

Relativamente aos ETDAS, foram identificados 13 charcos temporários mediterrânicos, que se descrevem nos Quadros 2.110 e 2.111.

Quadro 2.110 – Identificação dos charcos temporários mediterrânicos.

MA	Charcos temporários					
	Designação	M*	P*	Área aproximada (m ²)	Altitude (m)	Profundidade (cm)
Maciço Antigo Indiferenciado da Bacia do Tejo	Castelo Branco – Boca Larga	85 866,7	16 332,4	90	279	50 a 100
	Castelo Branco – Eucaliptal	96 330,0	34 925,9	456	343	50 a 100
	Castelo Branco – Lagoa da Torre	102 768,1	33 221,0	9 667	327	50 a 100
	Castelo Branco – Malhada Velha 1	63 048,9	15 178,7	Sem dados	162	25 a 50
	Castelo Branco – Malhada Velha 2	62 962,8	15 523,4	1359	166	50 a 100
	Castelo Branco – Feiteira	57 030,5	20 822,2	Sem dados	366	Sem dados
	Castelo Branco – Castiça	71 983,7	3 452,9	17	295	< 25
	Castelo Branco – Malhão	99 455,7	23 273,3	86	260	< 25
	Portalegre –	43 638,8	-24 829,1	97	309	50 a 100

MA	Charcos temporários					
	Designação	M*	P*	Área aproximada (m ²)	Altitude (m)	Profundidade (cm)
	Alpalhão 1					
	Portalegre – Alpalhão 2	43648,1	-24 776,6	507	309	< 25
	Estremoz 1	32590,7	-89 472,1	23 413	251	50 a 100
	Estremoz 2	31479,0	-88 224,6	4182	238	50 a 100
Aluviões do Tejo	Azambuja 3 – Aluvião Tejo	-59 966,6	-68 364,9	Sem dados	Sem dados	Sem dados

*Sistema de referência: EPSG 3763

Quadro 2.111 – Síntese das características dos charcos temporários mediterrânicos.

Designação	Cobertura vegetal	Vegetação na coluna de água	Estado de conservação	Hidroperíodo (meses)	Espécies de grandes branquiópodes	Espécies de anfíbios (larvas detectadas)	Aves visitantes detectadas
Castelo Branco – Boca Larga	75-100%	Entre 25% e 75% da coluna	Bom	3 a 6	<i>Chirocephalus diaphanus</i> (Prevost, 1803)	Sem dados	-
Castelo Branco – Eucaliptal	50-75%	Entre 25% e 75% da coluna	Bom	3 a 6	<i>Chirocephalus diaphanus</i> (Prevost, 1803)	Sem dados	-
Castelo Branco – Lagoa da Torre	75-100%	Entre 25% e 75% da coluna	Excelente	3 a 6	<i>Tanymastix stagnalis</i> (Linnaeus, 1758)	<i>Pleurodeles waltl</i> , cf. <i>Pelobates cultripes</i>	Cegonhas brancas
Castelo Branco – Malhada Velha 1	75-100%	Entre 25% e 75% da coluna	Bom	<3	<i>Chirocephalus diaphanus</i> (Prevost, 1803) <i>Branchipus</i> sp. cf. <i>Tanymastix stagnalis</i> (Linnaeus, 1758)	Presentes, não identificadas	-
Castelo Branco – Malhada Velha 2	75-100%	Entre 25% e 75% da coluna	Bom	3 a 6	<i>Chirocephalus diaphanus</i> (Prevost, 1803)	Sem dados	-
Castelo Branco – Feiteira	Sem dados	Sem dados	Sem dados	Sem dados	Caracterização em curso	Sem dados	Cegonhas brancas
Castelo Branco – Castiça	75-100%	Chega à superfície (>75%)	Sem dados	<3	<i>Chirocephalus diaphanus</i> (Prevost, 1803)	Sem dados	-
Castelo Branco – Malhão	75-100%	Chega à superfície (>75%)	Sem dados	<3	<i>Chirocephalus diaphanus</i> (Prevost, 1803)	Sem dados	-
Portalegre – Alpalhão 1	50-75%	Chega à superfície (>75%)	Bom	3 a 6	<i>Chirocephalus diaphanus</i> (Prevost, 1803)	<i>Pleurodeles waltl</i> , cf. <i>Pelobates cultripes</i>	-
Portalegre – Alpalhão 2	75-100%	Chega à superfície (>75%)	Bom	<3	cf. <i>Tanymastix stagnalis</i> (Linnaeus, 1758)	cf. <i>Pelobates cultripes</i>	-
Estremoz 1	75-100%	Chega à superfície (>75%)	Excelente	3 a 6	<i>Branchipus cortesi</i> (Alonso & Jaume, 1991) <i>Chirocephalus diaphanus</i> (Prevost, 1803) <i>Tanymastix</i>	Sem dados	Cegonhas brancas

Designação	Cobertura vegetal	Vegetação na coluna de água	Estado de conservação	Hidroperíodo (meses)	Espécies de grandes branquiópodes	Espécies de anfíbios (larvas detectadas)	Aves visitantes detectadas
					<i>stagnalis</i> (Linnaeus, 1758) <i>Triops baeticus</i> (Korn, 2010)		
Estremoz 2	<25%)	Entre 25% e 75% da coluna	Sem dados	3 a 6	<i>Chirocephalus diaphanus</i> (Prevost, 1803) <i>Triops baeticus</i> (Korn, 2010)	Sem dados	Patos reais
Azambuja 3 – Aluviao Tejo	Sem dados	Sem dados	Bom	Sem dados	<i>Chirocephalus diaphanus</i> (Prevost, 1803) cf. <i>Triops baeticus</i> (Korn, 2010)	Sem dados	-

Relativamente às MA afectas à RH4, refere-se que apenas em Sicó-Alvaiázere não foram identificados EDAS. Foi ainda identificado um charco temporário mediterrânico na MA Maciço Calcário Estremenho.

2.2.2.5. Massas de água em risco

No início de cada ciclo de PGRH deve ser efectuada 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 MA subterrâneas no final desse ciclo. Esta estimativa deve ser validada por dados recentes de monitorização de vigilância e pela adequada avaliação das tendências.

Atendendo ao referido, consideram-se em risco as MA 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 MA com elevada vulnerabilidade. Encontram-se nestas condições as seguintes MA subterrâneas:

- Monforte Alter do Chão;
- Estremoz-Cano;
- Pisões-Atrozela;
- Bacia Tejo-Sado / Margem Esquerda;
- Aluviões do Tejo.

Do conjunto de MA acima identificado apenas a Bacia do Tejo-Sado / Margem Esquerda não se encontra em estado medíocre, no entanto apresenta tendência estatisticamente significativa de subida do parâmetro nitrato, tendo-se verificado que o seu valor ultrapassou os 75% do valor limite regulamentar (50 mg/l).

2.3. PRESSÕES NATURAIS E INCIDÊNCIAS ANTROPOGÉNICAS SIGNIFICATIVAS

A caracterização e quantificação das pressões naturais e antropogénicas associadas às fontes identificadas anteriormente foi efectuada recorrendo aos dados recolhidos na ARH Tejo – Títulos de Utilização de Recursos Hídricos (TURH), Licenças Ambientais e base de dados do Regime Económico e Financeiro do domínio hídrico (REF), processos de pedido de parecer no âmbito do Decreto-Lei n.º 202/2005, de 24 de Novembro, para espalhamento de efluentes pecuários proveniente de boviniculturas – e a outras fontes de informação de organismos oficiais e entidades públicas e privadas, nomeadamente:

- Inventário Nacional dos Sistemas de Abastecimento de Água e de Águas Residuais (INSAAR, 2008);
- Estratégia Nacional para os Efluentes Agro-Pecuários e Agro-industriais (ENEAPAI, MAOTDR, 2007);
- Questões Significativas da Gestão da Água (QSiGA, INAG, I.P., 2009);
- Estatísticas do Ministério do Trabalho e Segurança Social (MTSS, 2009);
- Estatísticas do Instituto Nacional de Estatística (INE, 2008);
- Recenseamento Geral Agrícola de 1999 (RGA99);
- European Pollutant Release and Transfer Register (E-PRTR);
- *CORINE Land Cover* de 2006 (CLC 2006);
- Direcção Geral de Energia e Geologia (DGEG),
- Empresa de Desenvolvimento Mineiro (EDM);
- Laboratório Nacional de Energia e Geologia (LNEG);
- Instituto da Água, I.P.;
- Direcção Geral de Agricultura e Desenvolvimento Rural (DGADR);
- Plano Específico de Gestão de Extracção de Inertes no Domínio Hídrico do Rio Tejo (LNEC, 2005);
- Autoridade Florestal Nacional (AFN).

Consideraram-se ainda dados diversos recolhidos em bibliografia da especialidade.

A consulta dos dados do INE, do MTSS, do relatório das QSiGA e da ENEAPAI teve como principal objectivo avaliar a representatividade dos dados obtidos junto da ARH Tejo face ao universo de pressões existentes na região hidrográfica em estudo.

A caracterização e quantificação das pressões antropogénicas significativas nas MA superficiais e subterrâneas teve em consideração as pressões qualitativas, tóxicas e difusas, e as pressões quantitativas (captações de água). Nas MA superficiais foram ainda consideradas as pressões morfológicas e hidromorfológicas, bem como as pressões biológicas (carga piscícola e competição entre espécies autóctones exóticas).

A carga poluente de origem tóxica foi estimada para os parâmetros CBO₅ (Carência Bioquímica de Oxigénio), CQO (Carência Química de Oxigénio), SST (Sólidos Suspensos Totais), N_{Total} (Azoto Total) e P_{Total} (Fósforo Total). No que respeita à poluição difusa nas MA superficiais, foi estimada a carga poluente para os parâmetros N_{Total} e P_{Total}. No caso das MA subterrâneas, foi utilizado somente o parâmetro N_{Total} devido à sua relevância em relação aos outros parâmetros no impacto sobre essas MA.

Foram também identificadas e caracterizadas as pressões com carga poluente não quantificável, isto é, fontes potencialmente emissoras de substâncias prioritárias e outros poluentes constantes dos Anexos I e II do Decreto-Lei n.º 103/2010, de 24 de Setembro, poluentes específicos que afectam essencialmente o estado químico das MA.

A análise das MA fronteiriças e transfronteiriças da RH5 foi complementada com a informação disponibilizada pela *Confederación Hidrográfica del Tago*, para a parte espanhola da bacia hidrográfica do rio Tejo, nomeadamente a análise de pressões e impactos realizada para estas MA no âmbito do Artigo 5.º. Esta análise permitiu identificar que apenas o curso principal do rio Tejo se encontra sujeito a pressões significativas com origens difusas e pontuais, o que faz com que estas estejam em risco de não cumprirem os objectivos ambientais preconizados na DQA.

2.3.1. Águas de superfície

2.3.1.1. Poluição tópica

No que se refere às fontes tópicas de poluição das MA superficiais, foram identificadas e caracterizadas as seguintes categorias de pressões:

- Urbanas – ETAR urbanas e domésticas, fossas sépticas colectivas e descarga de colectores de águas residuais urbanas;
- Pecuária – Suiniculturas abrangidas e não abrangidas pela Directiva PCIP e aviculturas;
- Indústria – Indústrias abrangidas e não abrangidas pela directiva PCIP, incluindo agro-indústrias e também centrais térmicas, aterros sanitários e lixeiras encerradas;
- Indústria extractiva.



Mapa 44 – Fontes de Poluição Urbana.



Mapa 45 – Explorações pecuárias inventariadas com rejeição de efluentes nas águas superficiais.



Mapa 46 – Fontes de poluição industrial (águas superficiais).



Mapa 47 – Indústria extractiva (águas superficiais).

Numa fase inicial, a quantificação das cargas poluentes foi efectuada, na medida do possível, através dos dados de auto-controlo fornecidos pela ARH Tejo constantes no REF relativa ao ano de 2009, complementados por estimativas efectuadas com recurso a coeficientes unitários de emissão de poluentes (constantes da bibliografia da especialidade), aplicados às instalações inventariadas, sem dados de auto-controlo.

Contudo, a análise dos valores obtidos através das duas metodologias permitiu verificar que os dados de auto-controlo conduziam, em geral, a cargas significativamente inferiores às obtidas através de estimativas, o que dificultava a comparação entre valores e o estabelecimento de relações entre as pressões inventariadas e as cargas poluentes. Para além disso, a quantificação baseada principalmente nos dados de auto-controlo mostrou, inequivocamente, corresponder a uma sub-avaliação das pressões tópicas.

Deste modo, numa segunda fase, optou-se por efectuar a quantificação das cargas poluentes preferencialmente através de estimativas, utilizando os dados de auto-controlo apenas nos casos em que, por ausência de dados de capacidade de produção, não é possível efectuar estimativas.

A equação seguinte apresenta a corporização aritmética da relação entre a carga e os habitantes equivalentes, as capitações e as eficiências de tratamento:

$$\text{Carga} = \text{Capitação} \times \text{Descritor de dimensão} \times (1 - \text{Eficiência})$$

Os descritores de dimensão utilizados no caso das fontes de poluição de origem urbana, das explorações pecuárias e dos sectores agro-industriais considerados são apresentados no Quadro 2.112.

Quadro 2.112 – Descritores de dimensão das instalações utilizados para estimativa de cargas poluentes.

Instalação / sector	Descritor
ETAR urbanas / fossas sépticas / colectores urbanos	habitantes servidos ou habitantes-equivalente ¹
Suiculturas	animais-equivalente ²
Aviários	efectivos animais
Matadouros	animais ou tonelada de carcaças processadas, segundo o tipo de matadouros e os dados disponíveis ³
Adegas	tonelada de uva processada ⁴
Lagares	tonelada de azeitona processada
Lactínios	m ³ de leite processado ⁵

Notas:

¹ Na indisponibilidade de dados de hab-equivalentes, utilizaram-se os dados de população servida, em habitantes.

² Para converter o número de efectivos em animais equivalente utilizaram-se os seguintes coeficientes: porcos para engorda – 1,5 (Fonte: ARH do Tejo, I.P.); porcas reprodutoras em ciclo fechado – 10 (Fonte: ARH do Tejo, I.P.); varrascos – 5 (determinado a partir da análise dos dados fornecidos pela ARH do Tejo, I.P.); porcas reprodutoras para multiplicação – 4 (Fonte: ARH do Tejo, I.P.); cabeças normais – 0,3 (Fonte: Decreto-Lei n.º 214/2008, de 10 de Novembro).

³ Consideraram-se os seguintes pesos médios de carcaça limpa por animal: 75 kg para suínos (Agroportal, 2003), 25 kg para caprinos e ovinos, 11 kg para perus, 1,7 kg para frangos e 0,2 kg para codornizes (APA, 2009). Adicionalmente, considerou-se que cada tonelada de carcaça limpa gera 6 m³ de efluente, com a excepção do processamento de aves, no qual, cada tonelada de carcaça limpa gera 9 m³ de efluente (Cartaxo *et al.*, 1985).

⁴ Considerou-se que para a produção de 1 hectolitro de vinho se processam 140 kg de uva (Silva, 2000).

⁵ Admitiu-se a seguinte densidade para o leite: 1kg/l.

No Quadro 2.113 apresentam-se as respectivas captações, para cada parâmetro.

Quadro 2.113 – Captações utilizadas para estimativa de cargas poluentes.

Sector	Descritor	Capitação					
		CQO	CBO ₅	SST	N _{Total}	P _{Total}	Volume
Urbana							
Urbana	hab.eq.	120 g ⁽²⁾	60 g ⁽¹⁾	90 g ⁽²⁾	10 g ⁽²⁾	3 g ⁽²⁾	150 l
Pecuária							
Suiculturas	animal.equivalente	0,3 kg ⁽³⁾	0,12 kg ⁽³⁾	0,2 kg ⁽³⁾	0,018 kg ⁽³⁾	0,006 kg ⁽³⁾	8 l ⁽⁴⁾
Avicultura	Animal	19 g ⁽⁵⁾	5 g ⁽⁶⁾	40 g ⁽⁵⁾	1 g ⁽⁶⁾	2 g ⁽⁵⁾	-
Matadouros							
Abate de Gado Caprino e Ovíno	t de carcaça	27 kg ⁽⁷⁾	18 kg ⁽⁷⁾	9 kg ⁽⁷⁾	3 kg ⁽⁸⁾	n.d.	6 m ³ ⁽⁷⁾
Abate de Suínos	t de carcaça	41,9 kg ⁽⁷⁾	18,4 kg ⁽⁷⁾	12,3 kg ⁽⁷⁾	3 kg ⁽⁸⁾	n.d.	6 m ³ ⁽⁷⁾
Abate de Aves e Coelho	t de carcaça; animal	12,7 kg ⁽⁷⁾ . 0,019 kg ⁽¹⁰⁾	5,5 kg ⁽⁷⁾ . 0,012 kg ⁽¹⁰⁾	3,4 kg ⁽⁷⁾ . 0,009 kg ⁽¹⁰⁾	0,9 kg ⁽⁹⁾	n.d.	9 m ³ ⁽⁷⁾
Transformação	t de carcaça	30 kg ⁽⁷⁾	20 kg ⁽⁷⁾	10 kg ⁽⁷⁾	n.d.	n.d.	
Adegas							
Adegas	kg de uva prensada	7,5 g ⁽⁷⁾	4,5 g ⁽⁷⁾	0,6 g ⁽⁷⁾	n.d.	n.d.	1,5 l ⁽⁷⁾
Lactínios							
Pasteurização e Engarrafamento	kg/m ³ de leite	1,8 ⁽⁷⁾	0,9 ⁽⁷⁾	1,3 ⁽⁷⁾	0,12 ⁽¹⁴⁾	0,05g ⁽¹⁴⁾	1,3 m ³ ⁽⁷⁾
Indústria de Queijo	m ³ de leite	20,1 kg ⁽⁷⁾	13,3 kg ⁽⁷⁾	1,4 kg ⁽⁷⁾	0,87 kg ⁽¹⁴⁾	1 kg ⁽¹⁴⁾	7,5 m ³ ⁽⁷⁾
Outras indústrias de lactínios, nomeadamente iogurtes	kg/m ³ de leite	10,2 kg ⁽⁷⁾	7,1 kg ⁽⁷⁾	1,1 kg ⁽⁷⁾	n.d.	n.d.	5 m ³ ⁽⁷⁾

 Fontes: ⁽¹⁾ Decreto-Lei n.º 152/97 de 19 de Junho, citado em PBHTEjo (2001); ⁽²⁾ Arceivala, 1981, citado em PBHTEjo (2001); ⁽³⁾ LNEC, 1991, citado em PBH do rio Saão (2002); ⁽⁴⁾ ARH do Tejo, I.P.; ⁽⁵⁾ Gonçalves, 2005; ⁽⁶⁾ Luderitz *et al.*, 1989; ⁽⁷⁾ Cartaxo *et al.*, 1985; ⁽⁸⁾ Mata-Alvarez, 2000; ⁽⁹⁾ Aldora Pires; ⁽¹⁰⁾ CESL, 1984; ⁽¹¹⁾ Di Giovacchini *et al.*, 2005; ⁽¹²⁾ Fiestas e Borjas, 1991; ⁽¹³⁾ Curinha, 2008; ⁽¹⁴⁾ IPPC, 2006.

Notas: n.d. – Não definido; matadouros – apesar da consulta de diversas fontes, não foram encontrados coeficientes bibliográficos de emissão de P em matadouros, portanto, este parâmetro não foi estimado para este sector; adegas – apesar da consulta efectuada, não foram encontrados coeficientes bibliográficos de emissão de N e P em adegas, portanto, estes parâmetros não foram estimados para este sector. Deve salientar-se que, de acordo com a bibliografia consultada, os efluentes de adegas são tipicamente pobres em nutrientes.

No caso da restante indústria transformadora, a estimativa das cargas poluentes foi efectuada, fundamentalmente, com base em concentrações típicas de efluentes, constantes de CESL, 1984 (conforme citado em INAG, I.P., 2001) e BREF (*Best Available Techniques Reference Documents*), e nas relações entre elas. Quando necessário, por indisponibilidade de dados de volume ou caudal de efluente, recorreu-se também aos coeficientes referenciados em Cartaxo *et al.*, (1985) (constantes de INAG, I.P., 2001).

Quanto a outras actividades para as quais foram também quantificadas cargas poluentes, designadamente, centrais térmicas, aterros e outras instalações de eliminação, tratamento e valorização de resíduos e instalações de armazenamento e distribuição de combustíveis, levantados através da consulta dos TURH e Licenças Ambientais, consideraram-se apenas os dados de auto-controlo disponíveis.

Para determinar as eficiências de tratamento, procuraram-se, na bibliografia da especialidade, valores típicos associados a cada tipo de tratamento, uma vez que os dados disponíveis não permitiram estimar este parâmetro. Assim, no que diz respeito ao tratamento primário, a eficiência de remoção considerada para os vários parâmetros foi estabelecida de acordo com o definido na norma alemã ATV-DVWK-A 131 E. Relativamente ao tratamento secundário, consideraram-se como valores típicos de eficiência para os parâmetros CQO, CBO₅ e SST, as percentagens mínimas de redução de carga exigidas pelo Decreto-Lei n.º 152/97, de 19 de Junho para a descarga de águas residuais urbanas com este nível de tratamento. Quanto à remoção de N_{Total} e P_{Total} no âmbito do tratamento secundário, consideraram-se as eficiências associadas a dois tipos de sistemas de tratamento, com decantação primária e sem decantação primária (Metcalf e Eddy, 1991). Nos casos em que existe tratamento terciário, consideraram-se também as eficiências mínimas de remoção referidas no Decreto-Lei n.º 152/97, de 19 de Junho (Quadro 2.114).

Quadro 2.114 – Eficiências de tratamento utilizadas no âmbito da estimativa de cargas poluentes.

Grau de Tratamento	Eficiência de Remoção (%)				
	CQO	CBO ₅	SST	N _{Total}	P _{Total}
Primário	25 ⁽¹⁾	25 ⁽¹⁾	50 ⁽¹⁾	9,1 ⁽¹⁾	11,1 ⁽¹⁾
Primário – Suiniculturas	50 ⁽²⁾	50 ⁽²⁾	50 ⁽²⁾	15 ⁽²⁾	15 ⁽²⁾
Secundário – CDP	75	70	90	30	25
Secundário – SDP	75	70	90	18	12
Terciário	75	70	90	80	80

Fontes: ⁽¹⁾ Norma ATV-DVWK-A 131 E ⁽²⁾ ARH do Tejo, I.P., 2009 ⁽³⁾ Dartora *et al.*, 1998

Notas: CDP – Com decantação primária; SDP – Sem decantação primária

Nos casos em que não existe informação acerca do grau ou tipo de tratamento foi considerado o tratamento primário, assumindo-se assim a pior situação. No que respeita às suiniculturas, atendendo ao facto de a maioria das explorações apresentar sistemas de tratamento primário por lagunagem, a estimativa das cargas poluentes foi realizada considerando as eficiências típicas de tratamento primário, obtidas através deste sistema de tratamento, consultadas em ARH do Tejo, I.P., 2009.

Por fim, consideraram-se os seguintes períodos de laboração:

- Suiniculturas e aviários – 365 dias do ano;
- adegas e lagares – 60 dias/ano;
- lacticínios, matadouros e restantes instalações industriais – 251 dias/ano (ou o período de laboração indicado nos TURH ou Licenças Ambientais).

a) Urbana

Refira-se que se consideraram neste ponto apenas as ETAR urbanas que servem mais de 200 habitantes. As de menor dimensão são tratadas no ponto seguinte (pequenas instalações de tratamento de águas residuais urbanas) em conjunto com as fossas sépticas colectivas com descarga em linha de água. No Quadro 2.115 apresenta-se um resumo do levantamento efectuado no que se refere às ETAR urbanas. Para além das ETAR Urbanas consideradas no capítulo relativo ao Abastecimento e Tratamento, neste ponto, foram ainda consideradas as ETAR com descargas de Águas Residuais Domésticas.

Quadro 2.115 – ETAR urbanas inventariadas na RH5.

Sub-bacia	N.º de instalações inventariadas	População servida	N.º de instalações com dados de auto-controlo
Rio Erges	3	1 671	3
Ribeira do Aravil	1	506	1
Rio Pônsul	18	17 135	14
Rio Ocreza	14	49 830	14
Rio Zêzere	91	120 405	70
Rio Almonda	6	21 632	6
Rio Alviela	6	5 452	4
Rio Maior	23	99 639	21
Rio Alenquer	12	25 443	12
Rio Grande da Pipa	5	8 400	5
Rio Trancão	6	283 491	4
Grande Lisboa	1	0	0
Rio Sever	4	2 253	3
Ribeira de Nisa	2	4 640	2
Vala de Alpiarça e Ribeira de Ulme	6	32 520	6
Ribeira de Muge	0	0	0
Ribeira de Magos	2	4 573	2
Rio Sorraia	66	108 080	48
Tejo Superior	29	51 750	24
Tejo Inferior	10	44 298	8
Estuário	39	1 610 870	28
Ribeiras Costeiras do Sul	0	0	0
Água Costeira do Tejo	3	753 897	1
Região Hidrográfica	347	3 246 485	276
Percentagem do total			79%

Fonte: ARH do Tejo, I.P., 2010 (dados referentes a 2009).

No Quadro 2.116 apresentam-se as cargas poluentes estimadas associadas às ETAR urbanas da região, por sub-bacia.

Quadro 2.116 – Cargas poluentes associadas às ETAR urbanas.

Sub-bacia	N.º de ETAR com carga quantificada	CQO (t/ano)	CBO ₅ (t/ano)	SST (t/ano)	N _{Total} (t/ano)	P _{Total} (t/ano)	Volume anual (dam ³)
Rio Erges	2	72,6	43,5	21,8	19,8	6,4	362,7
Ribeira do Aravil	1	16,4	9,9	4,9	4,5	1,4	82,1
Rio Pônsul	18	336,7	194,9	115,3	79,8	25,5	1 445,2
Rio Ocreza	14	708,3	425,0	212,5	193,8	62,5	3 541,7
Rio Zêzere	76	3 451,7	1 986,5	1 204,5	455,8	142,0	14 478,3
Rio Almonda	6	1 206,5	723,9	362,0	330,0	106,4	6 032,6
Rio Alviela	5	92,5	52,9	33,0	20,8	6,6	375,1
Rio Maior	23	1 765,3	1 059,2	529,6	473,4	152,6	8 826,7
Rio Alenquer	12	433,4	257,0	136,1	113,3	36,5	2 066,0
Rio Grande da Pipa	5	130,2	78,1	39,1	35,6	11,5	650,9
Rio Trancão	5	7 897,2	4 738,3	2 369,2	2 160,3	696,6	39 486,1
Rio Sever	3	36,1	21,7	10,8	9,9	3,2	180,7
Ribeira de Nisa	2	60,2	36,1	18,1	6,3	2,0	301,1
Vala de Alpiarça e Ribeira de Ulme	6	412,4	246,4	125,8	111,1	35,8	2 028,0
Ribeira de Muge	0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
Ribeira de Magos	2	262,8	134,7	124,8	32,2	9,7	547,5
Rio Sorraia	64	2 089,8	1 206,4	721,9	423,6	134,7	8 867,0
Tejo Superior	28	920,5	545,7	289,4	163,8	52,1	4 382,0
Tejo Inferior	10	775,4	426,4	310,3	145,1	45,6	2 581,8
Estuário	39	42 947,6	23 374,6	17 672,3	6 608,7	2 053,5	134 773,9
Água Costeira do Tejo	2	15 330,0	7 665,5	7 663,9	1 549,2	454,6	25 568,2
Região Hidrográfica	323	78 945,9	43 226,8	31 965,1	12 937,0	4 039,2	256 578,1

b) Pequenas instalações de tratamento de águas residuais urbanas

No Quadro 2.17 resume-se a informação recolhida respeitante a pequenas instalações de tratamento de águas residuais, ou seja, pequenas ETAR (< 200 hab) e fossas sépticas colectivas (FSC) com descarga em linha de água.

Quadro 2.117 – Pequenas instalações de tratamento de águas residuais urbanas inventariadas na RH5.

Sub-bacia	N.º de instalações inventariadas	População servida	N.º de instalações com dados de auto-controlo
Rio Erges	5	544	0
Ribeira do Aravil	6	540	0
Rio Pônsul	10	1 554	2
Rio Ocreza	44	5 868	1
Rio Zêzere	114	12 374	3
Rio Almonda	5	240	0
Rio Alviela	3	154	0

Sub-bacia	N.º de instalações inventariadas	População servida	N.º de instalações com dados de auto-controlo
Rio Maior	5	574	3
Rio Alenquer	6	1 110	1
Rio Grande da Pipa	6	715	2
Rio Trancão	14	211	1
Rio Sever	10	971	0
Ribeira de Nisa	8	1 098	0
Vala de Alpiarça e Ribeira de Ulme	3	487	0
Ribeira de Muge	3	640	0
Ribeira de Magos	2	1 047	0
Rio Sorraia	64	12 039	13
Tejo Superior	77	8 124	16
Tejo Inferior	3	218	1
Estuário	19	1 477	3
Região Hidrográfica	407	49 985	46
Percentagem do total			11%

Fonte: ARH do Tejo, I.P., 2010 (dados referentes a 2009)

No Quadro 2.118 apresentam-se as cargas poluentes estimadas associadas às pequenas instalações de tratamento de águas residuais da região, por sub-bacia.

Quadro 2.118 – Cargas poluentes associadas às pequenas instalações de tratamento de águas residuais urbanas.

Sub-bacia	N.º de instalações com carga quantificada	CQO (t/ano)	CBO ₅ (t/ano)	SST (t/ano)	N _{Total} (t/ano)	P _{Total} (t/ano)	Volume anual (dam ³)
Rio Erges	5	17,9	8,9	8,9	1,8	0,5	29,7
Ribeira do Aravil	6	17,7	8,9	8,9	1,8	0,5	29,6
Rio Pônsul	10	94,2	52,9	35,6	19,5	6,2	349,3
Rio Ocreza	44	192,8	96,4	96,4	19,5	5,7	321,3
Rio Zêzere	113	504,1	255,3	245,6	56,5	16,8	948,2
Rio Almonda	5	2,6	1,6	0,8	0,7	0,2	13,1
Rio Alviela	3	3,7	1,9	1,7	0,5	0,1	8,4
Rio Maior	5	12,2	6,4	5,4	1,8	0,6	31,4
Rio Alenquer	6	37,3	18,6	18,6	3,8	1,1	62,1
Rio Grande da Pipa	6	30,7	16,5	13,0	5,1	1,6	89,5
Rio Trancão	2	8,2	4,3	3,8	1,1	0,3	19,2
Rio Sever	10	31,9	15,9	15,9	3,2	0,9	53,2
Ribeira de Nisa	8	51,1	25,6	25,6	5,2	1,5	85,2
Vala de Alpiarça e Ribeira de Ulme	3	24,2	12,1	12,1	2,5	0,7	41,0
Ribeira de Muge	3	20,4	10,2	10,1	2,1	0,6	35,0
Ribeira de Magos	2	34,4	17,2	17,2	3,5	1,0	57,3
Rio Sorraia	64	450,0	230,8	213,3	55,5	16,6	944,7

Sub-bacia	N.º de instalações com carga quantificada	CQO (t/ano)	CBO ₅ (t/ano)	SST (t/ano)	N _{Total} (t/ano)	P _{Total} (t/ano)	Volume anual (dam ³)
Tejo Superior	66	310,0	157,1	150,8	34,9	10,4	586,3
Tejo Inferior	3	2,4	1,4	0,7	0,7	0,2	11,9
Estuário	15	39,8	20,8	18,1	5,5	1,7	95,8
Região hidrográfica	379	1 885,5	962,9	902,6	225,1	67,6	3 812,5

c) Águas residuais urbanas não tratadas

A caracterização de pontos de rejeição de águas residuais não tratadas na região foi efectuada a partir dos dados do INSAAR 2009 (dados relativos a 2008) e é resumida no Quadro 2.119. As cargas poluentes associadas a estes pontos são apresentadas no Quadro 2.120.

Quadro 2.119 – Pontos de rejeição de águas residuais urbanas não tratadas inventariados na RH5.

Sub-bacia	N.º de pontos de descarga inventariados	População associada
Rio Pônsul	1	-
Rio Zêzere	2	-
Rio Almonda	4	1 018
Rio Alviela	1	494
Rio Maior	7	4 950
Rio Grande da Pipa	11	1 921
Rio Trancão	4	2 252
Ribeira de Nisa	1	65
Vala de Alpiarça e Ribeira de Ulme	1	1 000
Rio Sorraia	28	5 491
Tejo Inferior	5	2 059
Estuário	13	135 471
Região hidrográfica	78	154 721

Fonte: INSAAR, 2009

A carga poluente estimada associada à rejeição de águas residuais não tratadas na região hidrográfica corresponde a cerca de 8% da carga associada às ETAR urbanas em termos de CQO e CBO₅ e a cerca de 4% em termos de N_{Total} e P_{Total}.

Quadro 2.120 – Cargas poluentes associadas à rejeição de águas residuais urbanas não tratadas.

Sub-bacia	N.º de pontos com carga quantificada	CQO (t/ano)	CBO ₅ (t/ano)	SST (t/ano)	N _{Total} (t/ano)	P _{Total} (t/ano)	Volume anual (dam ³)
Rio Pônsul	0	-	-	-	-	-	-
Rio Zêzere	0	-	-	-	-	-	-
Rio Almonda	4	44,6	22,3	33,4	3,7	1,1	55,7
Rio Alviela	1	21,6	10,8	16,2	1,8	0,5	27,0
Rio Maior	7	216,8	108,4	162,6	18,1	5,4	271,0

Sub-bacia	N.º de pontos com carga quantificada	CQO (t/ano)	CBO ₅ (t/ano)	SST (t/ano)	N _{Total} (t/ano)	P _{Total} (t/ano)	Volume anual (dam ³)
Rio Grande da Pipa	11	84,1	42,1	63,1	7,0	2,1	105,2
Rio Trancão	4	98,6	49,3	74,0	8,2	2,5	123,3
Ribeira de Nisa	1	2,8	1,4	2,1	0,2	0,1	3,6
Vala de Alpiarça e Ribeira de Ulme	1	43,8	21,9	32,9	3,7	1,1	54,7
Rio Sorraia	27	221,5	110,7	166,1	18,5	5,5	276,9
Tejo Inferior	5	90,2	45,1	67,6	7,5	2,3	112,7
Estuário	7	5 933,6	2 966,8	4 450,2	494,5	148,3	7 417,0
Região hidrográfica	68	6 757,9	3 378,9	5 068,3	563,1	168,9	8 447,2

Importa referir que a discrepância entre o número de pontos de descarga inventariados e o número de pontos com carga quantificada se deve à informação de base utilizada, dado que alguns dos pontos inventariados não apresentam dados de população e/ou coordenadas, não sendo assim possível calcular as cargas associadas aos mesmos, bem como definir a sua localização.

Verifica-se esta situação, por exemplo, na sub-bacia Estuário, onde foram inventariados 16 pontos de descarga directa, dos quais apenas 8 apresentavam coordenadas, o que permitiu definir a sua localização (Mapa 33), e 7 apresentavam dados de população, o que proporcionou o cálculo das cargas associadas aos mesmos.

O Quadro 2.121 apresenta os valores das cargas poluentes agregadas na categoria urbana – ETAR urbanas, fossas sépticas colectivas, descarga de colectores de águas residuais urbanas.

Quadro 2.121 – Cargas poluentes com origem urbana estimadas para a RH5 por sub-bacia.

Sub-bacia	CQO (t/ano)	CBO ₅ (t/ano)	SST (t/ano)	N _{Total} (t/ano)	P _{Total} (t/ano)
Rio Erges	90	52	31	22	7
Ribeira do Aravil	34	19	14	6	2
Rio Pônsul	431	248	151	99	32
Rio Ocreza	901	521	309	213	68
Rio Zêzere	3 956	2 242	1 450	512	159
Rio Almonda	1 254	748	396	334	108
Rio Alviela	118	66	51	23	7
Rio Maior	1 994	1 174	698	493	158
Rio Alenquer	471	276	155	117	38
Rio Grande da Pipa	245	137	115	48	15
Rio Trancão	8 004	4 792	2 447	2 170	699
Grande Lisboa	0	0	0	0	0
Rio Sever	68	38	27	13	4
Ribeira de Nisa	114	63	46	12	4
Vala de Alpiarça e Ribeira de Ulme	480	280	171	117	38
Ribeira de Muge	20	10	10	2	1
Ribeira de Magos	297	152	142	36	11
Rio Sorraia	2 761	1 548	1 101	498	157
Tejo Superior	1 230	703	440	199	62

Sub-bacia	CQO (t/ano)	CBO ₅ (t/ano)	SST (t/ano)	N _{Total} (t/ano)	P _{Total} (t/ano)
Tejo Inferior	868	473	379	153	48
Estuário	48 921	26 362	22 141	7 109	2 204
Ribeiras Costeiras do Sul	0	0	0	0	0
Água Costeira do Tejo	15 330	7 665	7 664	1 549	455
Região hidrográfica	87 589	47 569	37 936	13 725	4 276

d) Indústria

Incluem-se neste grupo todas as fontes consideradas como industriais, ou seja, os sectores da agro-indústria abrangidos pela ENEAPAI (matadouros, indústrias de lacticínios e adegas), os restantes sectores da indústria transformadora e aterros sanitários, outras instalações de tratamento e valorização de resíduos, centrais térmicas e instalações de armazenamento e distribuição de combustíveis. No Quadro 2.122 apresentam-se as cargas poluentes de origem industrial na RH5.

Quadro 2.122 – Cargas poluentes com origem na indústria estimadas para a RH5 por sub-bacia.

Sub-bacia	CQO (t/ano)	CBO ₅ (t/ano)	SST (t/ano)	N _{Total} (t/ano)	P _{Total} (t/ano)
Rio Erges	0	0	0	0	0
Ribeira do Aravil	0	0	0	0	0
Rio Pônsul	1	0	0	0	0
Rio Ocreza	47	36	5	13	1
Rio Zêzere	833	496	157	59	4
Rio Almonda	198	27	27	12	1
Rio Alviela	758	145	5	395	2
Rio Maior	2 529	1 557	288	254	4
Rio Alenquer	241	96	37	14	0
Rio Grande da Pipa	152	96	17	8	1
Rio Trancão	697	397	74	134	16
Grande Lisboa	1	0	0	0	0
Rio Sever	4	2	1	1	0
Ribeira de Nisa	0	0	0	0	0
Vala de Alpiarça e Ribeira de Ulme	838	393	54	18	3
Ribeira de Muge	69	49	2	1	0
Ribeira de Magos	0	0	0	0	0
Rio Sorraia	2 331	1 249	217	28	12
Tejo Superior	7 633	495	1 880	76	30
Tejo Inferior	16	1	0	0	0
Estuário	5 252	2 721	2 056	283	15
Ribeiras Costeiras do Sul	0	0	0	0	0
Água Costeira do Tejo	0	0	0	0	0
Região hidrográfica	21 598	7 759	4 821	1 295	88

e) Pecuária

Incluem-se neste grupo todas as suiniculturas abrangidas e não abrangidas pela Directiva PCIP e aviculturas (Quadro 2.123).

Quadro 2.123 – Cargas poluentes com origem na pecuária estimadas para a RH5 por sub-bacia.

Sub-bacia	CQO (t/ano)	CBO ₅ (t/ano)	SST (t/ano)	N _{Total} (t/ano)	P _{Total} (t/ano)
Rio Erges	0	0	0	0	0
Ribeira do Aravil	0	0	0	0	0
Rio Pônsul	0	0	0	0	0
Rio Ocreza	56	22	37	6	2
Rio Zêzere	2 028	811	1 352	207	69
Rio Almonda	164	66	110	17	6
Rio Alviela	153	61	102	16	5
Rio Maior	12 278	4 894	8 222	1 240	428
Rio Alenquer	327	131	218	33	11
Rio Grande da Pipa	345	138	230	35	12
Rio Trancão	823	329	549	84	28
Grande Lisboa	0	0	0	0	0
Rio Sever	0	0	0	0	0
Ribeira de Nisa	0	0	0	0	0
Vala de Alpiarça e Ribeira de Ulme	471	188	314	48	16
Ribeira de Muge	115	46	77	12	4
Ribeira de Magos	421	168	281	43	14
Rio Sorraia	1 619	647	1 081	166	58
Tejo Superior	148	59	99	15	5
Tejo Inferior	491	196	327	37	12
Estuário	2 801	1 120	1 867	273	91
Ribeiras Costeiras do Sul	0	0	0	0	0
Água Costeira do Tejo	315	126	210	32	11
Região hidrográfica	22 556	9 004	15 076	2 263	772

2.3.1.2. Poluição difusa

A análise da poluição difusa com origem na actividade agrícola, florestas, pastagens, territórios artificializados, zonas com vegetação arbustiva ou herbácea e áreas de espalhamento de efluentes no solo que afecta as águas superficiais e subterrâneas da RH5, circunscrevem-se, em termos de poluentes, ao N_{Total} e ao P_{Total}.

As cargas de poluentes que são introduzidas nas redes hidrográficas de forma difusa são de difícil quantificação, na medida em que dependem da interacção de diversos factores, como por exemplo a intensidade e duração da precipitação, tipo e uso de solo, práticas agrícolas e fisiografia do terreno (Rodrigues, 2003).

Em Portugal não se encontram disponíveis dados de campo que permitam o cálculo efectivo das cargas de poluentes de origem difusa afluentes às MA (Rodrigues, 2003a). No entanto, a poluição de origem difusa, nas águas superficiais, pode ser estimada através de um vasto conjunto de modelos, mais ou menos complexo.

De acordo com Sutherland e Novotny, citado por Novotny (1994) (vide Rodrigues, 2003) os modelos de avaliação da poluição difusa podem ser divididos em cinco níveis: I) procedimentos estatísticos simples considerando cargas unitárias sem interacção com processos físicos e químicos; II) procedimentos simplificados com alguma interacção com processos físico-químicos; III) modelos determinísticos simplificados, contínuos ou orientados para eventos; IV) modelos sofisticados de eventos e V) modelos contínuos sofisticados. A escolha de um método adequado depende tanto dos dados disponíveis, como da escala a que o estudo é realizado (Diogo, 2008).

Segundo Novotny (1994), citado por Rodrigues (2003) os modelos de nível I têm como base resultados estatísticos de programas de monitorização, apresentando um conceito comum, independentemente de se tratar de uma área agrícola ou urbana, e uma componente hidrológica simples ou mesmo inexistente. Este tipo de abordagem simplificada e relativamente pouco exigente em termos de dados de base, pode, de acordo com o mesmo autor, constituir um meio eficaz de avaliação da poluição difusa.

Assim, tendo em conta a inexistência de dados que permitam a adopção de modelos mais sofisticados, e tendo em conta que a análise se realiza à escala da região hidrográfica, optou-se por utilizar uma abordagem do nível I, através da utilização de cargas unitárias, ou seja, cargas de poluente exportado por unidade de área (taxas de exportação), associadas a cada categoria de uso de solo.

A metodologia utilizada para o cálculo das cargas poluentes de origem difusa afluentes à rede hidrográfica encontra-se sistematizada na Figura 2.30.

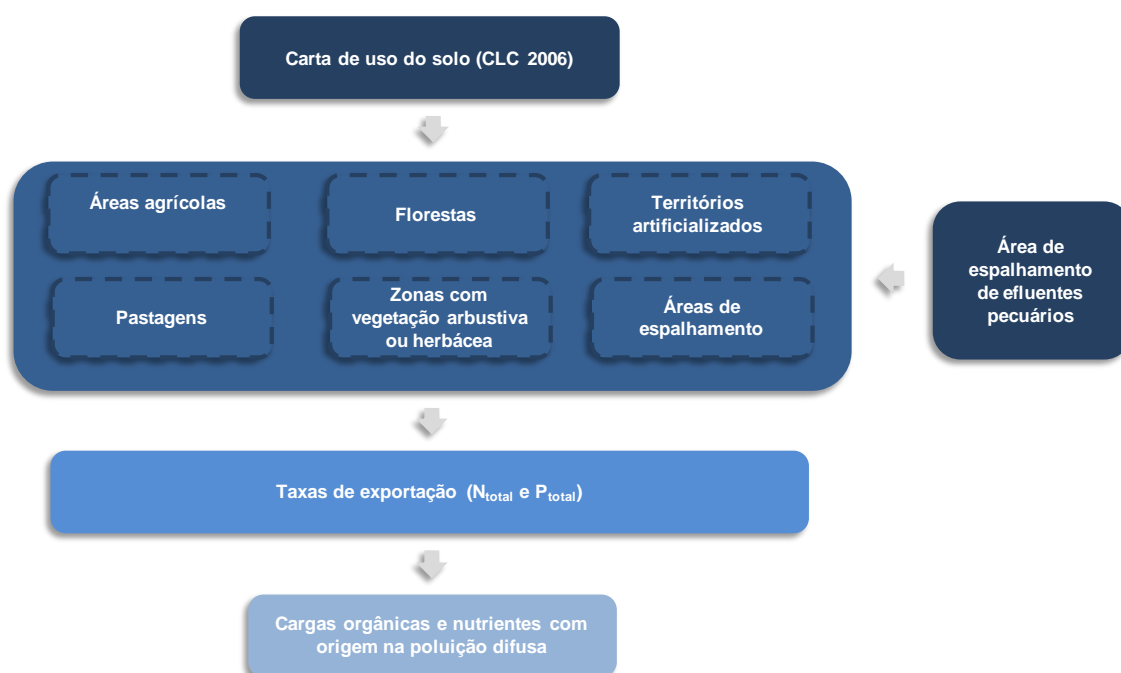


Figura 2.30 – Metodologia de avaliação de pressões de poluição difusa.

A carga poluente afluyente a uma secção de referência foi obtida pela multiplicação das cargas unitárias pelas áreas parciais de cada categoria de solo na área drenante em estudo (Diogo, 2008), de acordo com a seguinte equação:

$$CTi = \sum (Cij \cdot Aj)$$

em que:

CTi – carga total do poluente i, afluyente à secção de referência [M];

Cij – carga do poluente i, por unidade de área e de tempo na categoria de solo j (taxa de exportação) [M L⁻²];

Aj – área de solo da categoria j [L⁻²].

Em termos de uso de solo, a carta de uso de solo CLC 2006 foi utilizada como base de informação. Uma vez que a informação disponível nesta carta é bastante detalhada, as classes CLC 2006 de nível III foram agregadas nas classes áreas agrícolas com culturas anuais, áreas agrícolas com culturas permanentes, áreas agrícolas heterogéneas, florestas, meios aquáticos, pastagens, territórios artificializados, zonas com vegetação arbustiva ou herbácea e zonas descobertas sem ou com pouca vegetação, de acordo com o indicado no Quadro 2.124.

Dado que a actividade pecuária, traduzida no espalhamento de estrumes nos solos, pode tornar-se numa importante fonte de poluição difusa, introduziu-se uma nova classe de uso de solo, denominada “áreas de espalhamento”. A criação desta classe teve por base a informação disponível sobre as áreas de espalhamento.

A distribuição da ocupação do solo, nas classes supramencionadas, é, igualmente, representada no Quadro 2.124. Verifica-se, que as áreas com ocupação florestal e agrícola são predominantes, representando, respectivamente, cerca de 53% e 35% da RH5.

No Quadro 2.124 apresentam-se as taxas de exportação utilizadas para cada classe de uso do solo, assim como as classes de uso de solo, de nível III, da CLC 2006 consideradas para a agregação agora apresentada.

Verifica-se que os maiores riscos de exportação de N_{Total} ocorrem em áreas agrícolas com culturas anuais, seguindo-se as áreas agrícolas heterogéneas e as áreas de espalhamento. Em relação ao P_{Total} as taxas de exportação mais elevadas ocorrem em áreas de espalhamento, áreas agrícolas com culturas anuais e pastagens.

Quadro 2.124 – Classes de uso do solo e respectivas taxas de exportação (kg/ha/ano).

Classes de uso de solo consideradas	% das áreas das classes de uso do solo	Classes CLC nível III ⁽¹⁾	N (kg/ha/ano)	P (kg/ha/ano)	Fonte
Áreas agrícolas com culturas anuais	13,9%	241 ⁽²⁾ ; 211; 212	5	1	Novotny, 1994 ⁽⁷⁾
Áreas agrícolas com culturas permanentes	8,0%	213; 221; 222; 223	2,7	0,3	Novotny, 1994 ⁽⁷⁾
Áreas agrícolas heterogéneas	13,1%	242; 243	3,9	0,7	Novotny, 1994 ⁽⁷⁾
Florestas	53,4%	334; 311, 312, 313, 324, 244 ⁽³⁾	2	0,1	Dal & Kurtar, 1993 ⁽⁷⁾
Meios aquáticos	0,8%	411; 421, 422; 423, 511, 512; 521; 522; 523	0	0	-
Pastagens	0,3%	231	1,5	0,9	Novotny, 1994 ⁽⁷⁾

Classes de uso de solo consideradas	% das áreas das classes de uso do solo	Classes CLC nível III ⁽¹⁾	N (kg/ha/ano)	P (kg/ha/ano)	Fonte
Territórios artificializados	3,6%	111; 112; 121; 122; 123; 124; 131; 132; 133; 141; 142	0,7	0,2	Waller e Hart, 1986 ⁽⁷⁾
Zonas com vegetação arbustiva ou herbácea	4,2%	321; 322 ⁽⁴⁾ ; 323 ⁽⁶⁾ ; 333	2,7	0,3	Novotny, 1994 ⁽⁷⁾
Zonas descobertas sem ou com pouca vegetação	0,1%	331; 332	0	0	-
Áreas de espalhamento	2,7%	-	3,6 ⁽⁶⁾	1,3 ⁽⁶⁾	-

Fonte: ⁽⁷⁾ vide Rodrigues, 2003.

⁽¹⁾ A agregação das classes CLC de nível III foi realizada com base no estudo desenvolvido por Fernanda Néry em 2007 (Néry, 2007)

⁽²⁾ A classe 241 – Culturas anuais associadas a culturas permanentes foi agregada na classe área agrícola com culturas anuais, uma vez que as culturas anuais ocupam mais de 50% da sua superfície;

⁽³⁾ A classe 244 – Zonas agro-florestais foi agregada na classe florestas, porque as culturas anuais ou pastagens e terras incultas ou em pousio ocupam menos de 50% da sua superfície;

⁽⁴⁾ A classe 322 – Charnecas ou matos foi agregada na classe zonas com vegetação arbustiva ou herbácea por se tratar de vegetação com coberto baixo e cerrado;

⁽⁵⁾ A classe 323 – Vegetação esclerófila foi agregada na classe zonas com vegetação arbustivas ou herbácea por incluir olivais abandonados, não sendo, portanto, produtivos;

⁽⁶⁾ Taxas de exportação definidas no âmbito do PBH do Tejo;

As cargas poluentes, com origem na agricultura e áreas de espalhamento, nas MA superficiais são apresentadas no Quadro 2.125.

Quadro 2.125 – Síntese das cargas poluentes anuais de origem difusa estimadas para a RH5 por sub-bacia.

Sub-bacia	Áreas agrícolas com culturas anuais		Áreas agrícolas com culturas permanentes		Áreas agrícolas heterogêneas		Áreas de espalhamento		Florestas		Pastagens		Territórios artificializados		Zonas com vegetação arbustiva ou herbácea		Total por sub-bacia	
	N _{Total} (t/ano)	P _{Total} (t/ano)	N _{Total} (t/ano)	P _{Total} (t/ano)	N _{Total} (t/ano)	P _{Total} (t/ano)	N _{Total} (t/ano)	P _{Total} (t/ano)	N _{Total} (t/ano)	P _{Total} (t/ano)	N _{Total} (t/ano)	P _{Total} (t/ano)	N _{Total} (t/ano)	P _{Total} (t/ano)	N _{Total} (t/ano)	P _{Total} (t/ano)	N _{Total} (t/ano)	P _{Total} (t/ano)
Rio Erges	33,84	6,77	6,31	0,70	13,85	2,49	6,95	2,51	77,08	3,85	0,44	0,26	0,02	0,01	15,59	1,73	154,09	18,32
Ribeira do Aravil	53,77	10,75	4,17	0,46	10,78	1,93	13,00	4,70	43,22	2,16	0,00	0,00	0,01	0,00	6,32	0,70	131,27	20,71
Rio Pônsul	123,17	24,63	36,74	4,08	85,71	15,38	31,13	11,24	100,88	5,04	0,14	0,08	0,51	0,14	24,08	2,68	402,36	63,29
Rio Ocreza	63,35	12,67	17,39	1,93	99,93	17,94	1,99	0,72	185,64	9,28	0,13	0,08	0,93	0,27	6,91	0,77	376,25	43,65
Rio Zêzere	161,61	32,32	49,19	5,47	291,31	52,29	9,46	3,42	641,32	32,07	0,56	0,33	5,19	1,48	111,33	12,37	1269,97	139,74
Rio Almonda	28,47	5,69	19,52	2,17	16,69	3,00	0,26	0,10	2,73	0,14	0,00	0,00	1,01	0,29	2,67	0,30	71,35	11,68
Rio Alviela	30,46	6,09	35,30	3,92	38,00	6,82	1,00	0,36	18,39	0,92	0,00	0,00	1,80	0,51	19,76	2,20	144,71	20,82
Rio Maior	79,78	15,96	23,18	2,58	110,86	19,90	1,45	0,52	57,62	2,88	0,31	0,18	3,82	1,09	11,98	1,33	288,99	44,44
Rio Alenquer	10,59	2,12	28,59	3,18	21,01	3,77	0,27	0,10	15,71	0,79	0,00	0,00	1,18	0,34	2,44	0,27	79,80	10,56
Rio Grande da Pipa	3,34	0,67	14,79	1,64	18,86	3,38	0,16	0,06	0,56	0,03	0,00	0,00	0,37	0,11	0,00	0,00	38,08	5,89
Rio Trancão	6,67	1,33	2,79	0,31	48,43	8,69	0,04	0,01	6,97	0,35	0,23	0,14	4,61	1,32	7,79	0,87	77,52	13,02
Grande Lisboa	3,49	0,69	0,00	0,00	9,58	1,72	0,00	0,00	2,65	0,13	0,01	0,01	8,28	2,36	2,32	0,26	26,7	5,18
Rio Sever	8,25	1,65	6,62	0,74	22,81	4,09	10,18	3,68	19,42	0,97	0,00	0,00	0,14	0,04	22,28	2,48	89,69	13,64
Ribeira de Nisa	8,70	1,74	5,11	0,57	20,03	3,59	9,56	3,45	22,47	1,12	0,18	0,11	0,05	0,01	9,19	1,02	75,27	11,62
Vala de Alpiarça e Ribeira de Ulme	25,32	5,06	26,21	2,91	19,83	3,56	0,96	0,35	48,59	2,43	0,00	0,00	0,81	0,23	0,00	0,00	121,73	14,54
Ribeira de Muge	26,43	5,29	10,26	1,14	25,26	4,53	0,95	0,34	108,20	5,41	0,00	0,00	0,22	0,06	0,00	0,00	171,32	16,78
Ribeira de Magos	10,34	2,07	2,79	0,31	19,08	3,42	0,71	0,26	22,57	1,13	0,01	0,01	0,25	0,07	0,00	0,00	55,75	7,27
Rio Sorraia	847,67	169,53	156,09	17,34	125,83	22,59	134,92	48,72	898,12	44,91	0,80	0,48	4,79	1,37	8,62	0,96	2176,85	305,90
Tejo Superior	60,89	12,18	47,90	5,32	105,51	18,94	11,47	4,14	268,59	13,43	0,00	0,00	2,01	0,58	24,55	2,73	520,92	57,31
Tejo Inferior	54,71	10,94	21,70	2,41	44,75	8,03	0,10	0,04	35,00	1,75	0,73	0,44	1,45	0,41	0,92	0,10	159,36	24,13
Estuário	81,23	16,25	20,44	2,27	111,10	19,94	5,29	1,91	61,45	3,07	6,58	3,95	20,00	5,71	4,46	0,50	310,54	53,60
Ribeiras Costeiras do Sul	1,96	0,39	0,00	0,00	4,50	0,80	0,00	0,00	13,80	0,69	0,00	0,00	1,08	0,31	1,1	0,12	22,46	2,32
Água Costeira do Tejo	5,71	1,14	0,00	0,00	10,81	1,94	0,01	0,00	6,52	0,32	0,00	0,00	4,72	1,35	2,57	0,28	30,35	5,04
RH5	1729,74	345,95	535,11	59,46	1274,53	228,76	239,88	86,62	2657,51	132,88	10,12	6,07	63,25	18,07	284,91	31,66	6795,03	909,46

2.3.1.3. Carga poluente não quantificável – Poluição tópica e difusa

Foram identificadas como pressões com carga poluente não quantificável nas MA superficiais e subterrâneas as seguintes categorias de pressões:

- Aterros sanitários e lixeiras encerradas;
- aquacultura
- indústria extractiva;
- outros passivos ambientais;
- indústria transformadora.
- ETAR urbanas

Este grupo refere-se fundamentalmente a fontes potencialmente emissoras de Substâncias Prioritárias e de Outros Poluentes (SP+OP), nomeadamente dos abrangidos pelo Decreto-Lei n.º 103/2010, de 24 de Setembro.

Estas fontes constituem factores de pressão sobre as massas de água que afectam, fundamentalmente, o estado químico das massas de água.

Assim, para as pressões deste grupo, para além de se identificarem e localizarem as instalações com emissões reportadas de SP+OP para a água, a avaliação das pressões sobre as MA complementada com a identificação e caracterização das fontes tóxicas potencialmente emissoras deste tipo de poluentes na região hidrográfica, compreendendo instalações da indústria transformadora, aterros sanitários e indústria extractiva.

Importa salientar que, em muitos casos, as substâncias referidas poderão não estar presentes nos efluentes das instalações industriais – por serem utilizadas em processos secos ou por haver segregação de determinados fluxos, como por exemplo, efluentes de cabines de pintura e instalações de desengorduramento de metais – ou estar presentes em concentrações muito reduzidas, não determinando impactes significativos sobre as MA.

Como referido anteriormente, devido escassez de dados recorre-se aos dados reportados no âmbito do Registo de Emissões e Transferência de Poluentes (PRTR) para os anos 2007 e 2008, consulta aos BREF específicos de cada sector de actividade e relatório produzido pelo INAG, Substâncias Prioritárias do Anexo II da Directiva 2008/105/CE (INAG, 2010)

Entre os sectores industriais potencialmente emissores de SP+OP destacam-se os seguintes:

- indústria química e farmacêutica (CAE20 e 21);
- indústria da pasta de papel e papel (CAE17110 a 17212);
- indústria têxtil (CAE13);
- refinarias (CAE19);
- indústria metalúrgica (CAE24);
- tratamento e revestimento de metais (CAE25610).

Outros sectores identificados como potencialmente SP+OP incluem:

- indústria da madeira (CAE16);

- impressão e actividades relacionadas (CAE18);
- fabricação de cimento, clínquer, cal e vidro (CAE235 e 231);
- indústria da borracha e dos plásticos (CAE22);
- indústria de produtos metálicos (CAE25);
- curtumes (CAE15111 e 15113);
- matadouros (CAE101);
- indústria de componentes eléctricos – pilhas e acumuladores (CAE27200).

As estações de tratamento de águas residuais urbanas e os aterros sanitários e lixeiras encerradas são também fontes potenciais de emissão de SP+OP para as MA.

Das ETAR inventariadas, cinco reportaram a descarga de SP+OP para a água em 2008 ou 2007, conforme descrito no Quadro 2.126.

Quadro 2.126 – Descargas de SP+OP para a água por ETAR urbanas, reportadas ao abrigo do diploma PRTR.

Sub-bacia	N.º de unidades inventariadas	Poluentes reportados	MA
Trancão	1	AOX, Pb, Nonilfenol e etoxilato de nonilfenol (NP / NPE), Ni, Hg, DEHP, HAPs, Cd	PT05TEJ1095
Água Costeira do Tejo	1	Ni, AOX	PTCOST11
Estuário	3	HAPs, DEHP, Nonilfenol e etoxilato de nonilfenol (NP / NPE), AOX, Cd, Hg, Pb, Ni	PT05TEJ1139
		Nonilfenol e etoxilato de nonilfenol (NP / NPE), Pb, Ni, DEHP, Hg, Cd	PT05TEJ1100

A consulta dos elementos disponíveis permitiu identificar, na RH5, um número total de 85 instalações industriais pertencentes às CAE mencionadas anteriormente, incluindo 19 matadouros. Destas, apenas 12 instalações reportaram descargas de SP+OP para o meio hídrico, em 2008 ou 2007, ao abrigo do Diploma PRTR. A distribuição destas instalações pelos sectores acima especificados e os poluentes reportados são apresentados no Quadro 2.127, por sub-bacia, com indicação da MA afectada.

Quadro 2.127 – Descargas de SP+OP para a água reportadas ao abrigo do diploma PRTR na RH5.

Sub-bacia	N.º de unidades inventariadas	Sector industrial	Actividade	Poluentes reportados	MA
Rio Zêzere	2	Têxtil	13202	Cd	PT05TEJ0761
		Têxtil	13202	DEHP	PT05TEJ0759
Rio Grande da Pipa	1	Farmacêutica	21100	Fenóis	PT05TEJ1032
Rio Trancão	1	Papel	17220	Cloro-alcanos	PT05TEJ1095
Vala de Alpiarça e Ribeira de Ulme	1	Papel	17210	AOX	PT05TEJ0998
Tejo Superior	2	Papel	17110	Cd	PT05TEJ0942
		Papel	17110	Cr, Cu, Ni, Pb, Zn, AOX, Triclorometano	PT05TEJ0913
Estuário	5	Ind. química	20130	As, Cd, Pb	PT05TEJ1139

Sub-bacia	N.º de unidades inventariadas	Sector industrial	Actividade	Poluentes reportados	MA
		Ind. química	20303	Pb	PT05TEJ1075
		Metalúrgica	24100	Fenóis	PT05TEJ1139
		Ind. componentes eléctricas (pilhas e acumuladores)	27200	Pb	PT05TEJ1075
		Construção e reparação de aeronaves	33160	Cd	PT05TEJ1070

A consulta do quadro anterior permite destacar a indústria da pasta e papel, como aquela que deverá exercer a maior pressão sobre as massas hídricas superficiais em termos das substâncias em questão. Num total de oito instalações deste sector quatro reportaram emissões de substâncias prioritárias para a água (Cd, Pb, Ni, Cloro-alcanos e Triclorometano).

De acordo com INAG, I.P. 2010, entre as substâncias que podem estar presentes em lixiviados de aterros, destacam-se as seguintes incluídas na lista de SP+OP: benzeno, cádmio, chumbo e mercúrio (entre outros metais pesados), antraceno e fluoranteno (entre outros HAP) e também éter defínílico bromado e DEHP. Outras SP+OP potencialmente presentes em lixiviados de aterros incluem cianetos, fenóis e compostos orgânicos halogenados diversos (AOX).

As lixeiras encerradas podem ser responsáveis pela emissão das mesmas SP+OP que os aterros. A pressão exercida pelas lixeiras poderá reflectir-se no estado actual da qualidade da água superficial e subterrânea, mas apresenta maior relevância do ponto de vista de eventual contaminação histórica.

Da análise dos dados da bibliográfica consultada foram inventariadas e identificadas as principais substâncias que podem, potencialmente, ser rejeitadas nas MA superficiais (Quadro 2.128).

Quadro 2.128 – Lista dos principais poluentes com descargas identificadas, provenientes de fontes pontuais (P) e difusas (D).

Lista das substâncias prioritárias	Rio Erges	Ribeira do Aravil	Rio Pónsul	Rio Ocreza	Rio Zézere	Rio Almonda	Rio Alviela	Rio Maior	Rio Alenquer	Rio Grande da Pipa	Rio Trancão	Grande Lisboa	Rio Sever	Ribeira de Nisa	Vale de Alpiarça e Ribeira de Ulme	Ribeira de Muge	Ribeira de Magos	Rio Sorraia	Ribeiras Costeiras do Sul	Tejo Superior	Tejo Inferior	Estuário	Água Costeira do Tejo
Alacloro	-	-	-	-	D	-	-	D	-	-	-	-	D	-	-	-	D	D	-	D	D	-	-
Atrazina	-	-	-	-	D	-	-	D	-	-	-	-	D	-	-	-	D	D	-	D	D	-	-
Cádmio e compostos de cádmio	-	-	-	-	P	-	-	-	-	-	P	-	-	-	-	-	-	-	-	P	-	-	-
Cloroalcanos, C10 -13	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	P	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Ftalato di(2 -etil -hexilo) (DEHP)	-	-	-	-	P	-	-	-	-	-	P	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Diurão	-	-	-	-	D	-	-	D	-	D	D	-	-	-	-	-	D	D	-	D	D	D	-
Chumbo e compostos de chumbo	-	-	-	-	P	-	-	-	-	-	P	-	-	-	-	-	-	-	-	P	-	-	-
Mercúrio e compostos de mercúrio	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	P	-	-	-	-	P	-	-	-	-	-	-	-
Níquel e compostos de níquel	-	-	-	-	P	-	-	-	P	-	P	P	-	-	-	-	-	-	-	P	-	-	-
Nonilfenol	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	P	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Hidrocarbonetos aromáticos policíclicos (PAH)	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	P	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-

Lista das substâncias prioritárias	Rio Erges	Ribeira do Aravil	Rio Pónsul	Rio Ocreza	Rio Zézere	Rio Almonda	Rio Alviela	Rio Maior	Rio Alenquer	Rio Grande da Pipa	Rio Trancão	Grande Lisboa	Rio Sever	Ribeira de Nisa	Vale de Alpiarça e Ribeira de Ulme	Ribeira de Muge	Ribeira de Magos	Rio Sorraia	Ribeiras Costeiras do Sul	Tejo Superior	Tejo Inferior	Estuário	Água Costeira do Tejo
Triclorometano (Clorofórmio)	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	P	-	-	-
Outros poluentes específicos																							
Cobre	-	-	-	-	P	-	-	P	-	-	P	P	-	-	-	-	P	P	-	P	-	P	-
Zinco	-	-	-	-	P	-	-	P	P	-	P	P	-	-	-	-	P	P	-	P	-	P	-
Fenóis	-	-	-	-	-	-	-	-	-	P	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	P
Bifenilos policlorados (PCB)	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	P	P	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	P
Arsénio	-	-	-	-	P	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	P
Crómio	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	P	P	-	-	-	-	-	-	-	P	-	P	-
2,4-D	-	-	-	-	-	-	-	-	-	D	D	-	-	-	-	-	D	D	-	D	D	D	-
Linurão	-	D	D	D	D	-	-	-	-	D	D	-	D	-	-	-	-	D	-	D	-	D	-
Metalaxil	-	-	-	-	D	-	-	D	-	D	D	-	-	-	-	-	-	D	-	-	-	D	-
Terbutilazina	-	-	-	-	D	-	-	D	-	D	D	-	D	-	-	-	D	D	-	D	D	D	-
Clortolurão	-	-	-	-	D	-	-	-	-	-	-	-	D	-	-	-	-	D	-	-	-	-	-
Bentazona	-	-	-	-	D	-	-	D	-	-	-	-	D	-	-	-	D	D	-	D	D	-	-
Triclopír	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	D	D	-	D	D	-	-

2.3.1.4. Pressões morfológicas e hidromorfológicas

a) Rios

Foi realizado o levantamento e a caracterização das principais infra-estruturas e actividades que potencialmente afectam as características hidromorfológicas das MA:

- Infra-estruturas transversais (barragens e açudes).
- regularização de linhas de água e infra-estruturas longitudinais,
- extracção de inertes,
- transferências entre bacias,

Para tal, foram consultadas as seguintes fontes de informação: Títulos de Utilização de Recursos Hídricos (TURH) emitidos pela ARH Tejo dados da aplicação do Regime Económico e Financeiro (REF), sítio do INAG, Sistema Nacional de Informação de Recursos Hídricos (SNIRH), Comissão Nacional Portuguesa das Grandes Barragens (CNPGB), Projecto de Controlo de Cheias da Região de Lisboa (PCCRL), Direcção Regional de Agricultura e Desenvolvimento Rural e INSAAR.

As modificações nas características hidromorfológicas das MA da categoria rios poderão levar à identificação de MAFM se estas modificações alterarem o carácter da MA.

Infra-estruturas transversais (barragens e açudes)

Na RH5 foram inventariadas 2 146 barragens e açudes que, de acordo com a classificação ICOLD (*International Commission on Large Dams*) e com o



Regulamento de Segurança de Barragens (Decreto-Lei n.º 344/2007, de 15 de Outubro de 2007), se distribuem da seguinte forma: 45 grandes barragens, 91 outras barragens, 1 995 pequenas barragens e açudes e 15 que não é possível classificar por falta de dados.

Quadro 2.129 – Finalidade principal dos aproveitamentos hidráulicos na RH5.

Finalidade principal	N.º de grandes barragens	N.º de barragens	N.º de pequenas barragens e açudes	N.º de barragens sem classificação
Rega	25	80	1 492	1
Abastecimento público	18	3	4	1
Abastecimento privado	0	6	459	0
Produção de energia eléctrica	17	2	6	11
Defesa contra cheias ou uso para incêndios	2	2	0	0
Usos recreativos	2	1	1	0
Sem finalidade associada	2	2	205	2
Total	45	91	1 995	15

Nota: Existem barragens com mais do que uma finalidade

Entre as grandes barragens incluiu-se o Aproveitamento Hidroeléctrico do Alvito no rio Ocreza, incluída no Plano Nacional de Barragens de Elevado Potencial Hidroeléctrico.

As alterações provocadas pelas infra-estruturas transversais (barragens e açudes) fazem-se principalmente sentir ao nível dos elementos hidromorfológicos, regime hidrológico (caudais e condições de escoamento) e continuidade do rio. A avaliação do impacte de cada barragem ou açude foi realizada considerando um índice de regularização, o terem sido definidos valores para o caudal ecológico ou regime de caudais ecológicos, a distância entre infra-estruturas transversais e a transponibilidade destas infra-estruturas pela fauna piscícola.

A avaliação do impacte potencial das alterações no regime hidrológico através do índice de regularização, apenas foi realizada para as grandes barragens (com capacidade útil superior a 1 hm³), sendo os critérios de avaliação descritos na Figura 2.31.

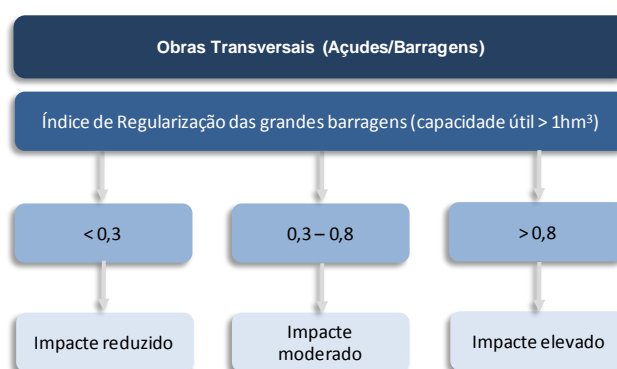


Figura 2.31 – Critérios para avaliar os impactes potenciais nas MA resultantes da alteração do seu regime hidrológico através do índice de regularização, para as grandes barragens (com capacidade útil superior a 1 hm³).

Considerando o índice de regularização, onze grandes barragens apresentam um índice de regularização inferior a 0,3, dez apresentam um índice de regularização entre 0,3 a 0,8 e onze, um índice de regularização superior a 0,8. No conjunto das grandes barragens, apenas para a barragem dos Minutos e para a futura barragem do Alvito estão

definidos regimes de caudais ecológicos, estando em fase de estudo, no âmbito dos contratos de Concessão, a determinação de regimes de caudais ecológicos para as barragens de:

- Castelo de Bode, Cabril, Bouçã e Pracana exploradas pela EDP;
- Montargil, Maranhão e Magos que pertencem ao Aproveitamento Hidroagrícola do Vale do Sorraia;
- Idanha incluída no Aproveitamento Hidroagrícola de Idanha;
- Divor incluída no Aproveitamento Hidroagrícola do Divor.

Para estes aproveitamentos hidroagrícolas foram já definidos regimes de caudais ecológicos de cariz provisório, a manter durante a realização dos estudos.

No que se refere às restantes barragens e açudes, foram definidos valores de caudais ecológicos ou regimes de caudais ecológicos para aqueles que tiverem sido sujeitos a Avaliação de Impacte Ambiental depois de 1990.

Neste contexto a regularização de caudais dos cursos de água introduzida pelos grandes aproveitamentos hidráulicos é significativa nos cursos de água onde foram construídas (Quadro 2.130).

Quadro 2.130– Avaliação dos impactes dos grandes aproveitamentos hidráulicos.

Designação aproveitamento	Esc. Afluente (hm ³)	Cap. útil (dam ³)	Índice regularização	Sub-bacia	MA (EU_CD)	Impacte potencial
Castelo de Bode	1748,4	900.500	0,41	Rio Zêzere	PT05TEJ0914	Moderado
Cabril	1051,3	615.000	0,44	Rio Zêzere	PT05TEJ0824	Moderado
Alvito (1)	334,7	192.000	0,57	Rio Ocreza	PT05TEJ0885	Moderado
Maranhão	348,5	180.900	0,55	Rio Sorraia	PT05TEJ1030	Moderado
Montargil	181,7	142.700	0,92	Rio Sorraia	PT05TEJ1015	Elevado
Marechal Carmona (Idanha-a-nova)	124,7	77.300	0,62	Rio Pônsul	PT05TEJ0818	Moderado
Pracana	474,2	69.000	0,17	Rio Ocreza	PT05TEJ0910	Reduzido
Santa Luzia	25,3	51.000	2,02	Rio Zêzere	PT05TEJ0783	Elevado
Minutos	11,5	50.000	4,36	Rio Sorraia	PT05TEJ1142	Elevado
Santa Águeda/Marateca	25,4	32.700	1,29	Rio Ocreza	PT05TEJ0816	Elevado
Meimoa	23,6	27.000	1,14	Rio Zêzere	PT05TEJ0753	Elevado
Figueiró	18,8	23.000	1,22	Tejo Superior	PT05TEJ0925	Elevado
Fratel	8837,0	21.000	0,002	Tejo Superior	PT05TEJ0913	Reduzido
Póvoa	25,6	18.800	0,73	Ribeira de Nisa	PT05TEJ0939	Moderado
Bouçã	1162,6	15.220	0,01	Rio Zêzere	PT05TEJ0850	Reduzido
Divor	4,8	11.890	2,50	Rio Sorraia	PT05TEJ1128	Moderado
Belver	9418,9	8.500	0,001	Tejo Superior	PT05TEJ0936	Reduzido
Apartadura	1,8	6.980	3,93	Rio Sever	PT05TEJ0964	Elevado
Freixeirinha	4,5	6.200	1,37	Rio Sorraia	PT05TEJ1108	Elevado
Poio	28,3	4.600	0,16	Ribeira de Nisa	PT05TEJ0924	Reduzido
Jorge Bastos	0,5	4.350	9,56	Rio Sorraia	PT05TEJ0971	Elevado
Paúl de Magos	10,7	3.000	0,28	Rib. de Magos	PT05TEJ1033	Reduzido
Açafal	12,0	1.790	0,15	Tejo Superior	PT05TEJ0896	Reduzido
Michões	2,1	1.770	0,85	Estuário	PT05TEJ1114	Elevado
Toulica	9,0	1.590	0,18	Rib. do Aravil	PT05TEJ0842	Reduzido
Cova do Viriato	1,2	1.480	1,20	Rio Zêzere	PT05TEJ0750	Elevado

Designação aproveitamento	Esc. Afluente (hm ³)	Cap. útil (dam ³)	Índice regularização	Sub-bacia	MA (EU_CD)	Impacte potencial
Gameiro	467,3	1.300	0,003	Rio Sorraia	PT05TEJ1035	Reduzido
Zambujo	1,8	1.229	0,70	Rio Sorraia	PT05TEJ1000	Moderado
TC Duarte1	10,8	1.200	0,11	Rio Sorraia	PT05TEJ1010	Reduzido
Lavadoura Torrinha	2,6	1.200	0,45	Rio Sorraia	PT05TEJ1020	Moderado
Pisco	4,9	1.040	0,30	Rio Ocreza	PT05TEJ0826	Moderado
Penha Garcia	5,3	1.001	0,24	Rio Pônsul	PT05TEJ0804	Reduzido

No que se refere ao elemento hidromorfológico continuidade hídrica, foi considerada a distância entre todas as infra-estruturas transversais inventariadas e a avaliação da sua transponibilidade pelas espécies ictiofaunísticas. Quanto menor o número de barreiras e maior a distância entre elas, maior a continuidade hídrica (Figura 2.32).



Figura 2.32 – Critérios para avaliar os impactes potenciais nas MA resultantes na presença de infra-estrutura transversais através da distância entre estas.

Com base no critério da distância entre aproveitamentos hidráulicos, 122 MA foram consideradas como estando sujeitas a impactes potenciais elevados, associados a 734 aproveitamentos hidráulicos. A distribuição destas 122 MA por sub-bacias é apresentada no Quadro 2.131.

Quadro 2.131 – MA com impactes potenciais elevados decorrentes da existência de vários aproveitamentos hidráulicos a menos de 2 km de distância.

Sub-bacia	N.º de massas de água com impactes potenciais elevados	N.º de aproveitamentos hidráulicos a menos de 2 km de outro ⁽¹⁾
Ribeira do Aravil	2	4
Rio Pônsul	7	23
Rio Ocreza	5	25
Rio Zêzere	10	31
Rio Alviela	1	2
Grande Lisboa	0	2
Rio Sever	4	13
Ribeira de Nisa	2	17
Vala de Alpiarça e Ribeira de Ulme	1	4
Ribeira de Muge	4	65
Rio Sorraia	73	501
Tejo Superior	10	39
Tejo Inferior	2	8

Sub-bacia	N.º de massas de água com impactes potenciais elevados	N.º de aproveitamentos hidráulicos a menos de 2 km de outro ⁽¹⁾
Água Costeira do Tejo	1	0
Região hidrográfica	122	734

* a montante ou a jusante

No que respeita à transponibilidade dos aproveitamentos hidráulicos pela ictiofauna, verifica-se que a informação acerca da existência de passagens para peixes nos aproveitamentos é escassa. Com efeito, apenas foi possível identificar a existência de dispositivos de passagem para peixes em seis aproveitamentos hidráulicos (Quadro 2.132).

Quadro 2.132 – Aproveitamentos hidráulicos com dispositivo de passagem para peixes.

Designação aproveitamento	MA (EU_CD)
Caldas de Manteigas	PT05TEJ0740
BW Portugal 1 (Barroca)	PT05TEJ0785
Ribeira Alge	PT05TEJ0833
Barragem de Belver	PT05TEJ0936
Janeiro de Cima	PT05TEJ0798
Açude de Abrantes	PT05TEJ0942

De um modo geral grande parte das passagens para peixes existentes em aproveitamentos hidráulicos têm uma eficácia reduzida (Bochechas, 2008)¹³, embora no caso dos aproveitamentos hidráulicos de Janeiro de Cima e de Caldas de Manteigas estes apresentam um valor de 4, numa escala de 1 a 5, no que se refere à possibilidade de serem utilizados pelos peixes (Santo, 2005)¹⁴. Neste contexto, as infra-estruturas transversais tem um impacte significativo ao nível da continuidade dos cursos de água.

No Plano de Gestão da Enguia para 2009-2012, publicada no Regulamento (CE) n.º 1100/2007, de 18 de Setembro¹⁵, estabelece-se a necessidade de num primeiro nível de intervenção, até cinco anos, se proceder às diligências necessárias para tornar transponíveis para a enguia o Açude de Abrantes, a Barragem de Fratel e a Barragem de Belver, assim como todas as outras infra-estruturas transversais que afectem a migração da enguia entre a foz do rio Tejo e a Barragem de Fratel, prevendo-se que, faseado no tempo, se venha a garantir a continuidade da rede hídrica para as espécies piscícolas e outras associadas ao meio fluvial.

Face ao exposto a construção de grandes barragens e outras de média dimensão provocam alterações significativas nos troços dos cursos de água a montante e a jusante destas, o que levou à designação de 50 MAFM, 26 MAFM da categoria rios, troços a jusante de barragens, e 24 MAFM da categoria rios a montante de barragens designadas por albufeiras (Capítulo 2.1.2.2.).

Regularização de linhas de água e infra-estruturas longitudinais

No que se refere à regularização de cursos de água, foram lançados pelo INAG, 15 projectos de regularização, dois dos quais incluem a construção de bacias de retenção na área da Grande Lisboa, cuja principal finalidade é o controlo de cheias e defesa dos centros urbanos. O INAG tem, ainda, em colaboração com outras entidades (Pólis Cacém, Parque

¹³ Bochechas, J.; Santo, M. (2008). *As passagens para peixes em Portugal*. Direcção Geral dos Recursos Florestais. Ministério da Agricultura, Desenvolvimento Rural e Pescas. Lisboa.
¹⁴ Santo, M. (2005). *Dispositivos de transposição de passagens para peixes em Portugal*. Direcção Geral das Florestas. Ministério da Agricultura, Desenvolvimento Rural e Pescas. Lisboa. 137 pp.
¹⁵ Autoridade Florestal Nacional (AFN) (2010). *Plano de Gestão da Enguia 2009-2012 – Resposta do Estado Português ao Regulamento (CE) n.º 1100/2007, de 18 de Setembro*

Expo, câmaras municipais, entre outros), promovido a realização de acções de limpeza, desobstrução e reabilitação de linhas de água, na área da RH5, acções que a ARH Tejo tem, também, vindo a realizar desde a sua criação.

A generalidade dos projectos de regularização de linhas de água está associada à limpeza de leitos e margens, ao reperfilamento das secções transversais e aumento da sua capacidade de vazão, e à linearização do traçado longitudinal do leito, afectando as características morfológicas do tipo de rio, nomeadamente no que se refere ao substrato do leito, velocidade e profundidade do escoamento, estrutura das margens e continuidade da galeria ribeirinha. As implicações destas alterações no estado da massa de água prendem-se com o grau de alteração das características morfológicas do leito e margens da massa de água e com comprimento linear da intervenção, face ao comprimento total da massa de água. No contexto geral da área da RH5, considera-se que os cursos de água que se apresentam como mais fortemente intervencionados são os rios em meio urbano e em áreas de agricultura intensiva e de regadio.

A estas intervenções acrescem ainda os 23 diques no vale do Tejo (concelhos de Santarém, Alpiarça, Chamusca, Golegã, Almeirim, Cartaxo e Salvaterra de Magos) e o dique com cerca de 62 km que circunda toda a zona da Lezíria Grande de Vila Franca de Xira, cuja manutenção tem vindo a ser garantida.

Extracção de inertes

No âmbito do Decreto-Lei n.º 226-A/2007, de 31 de Maio, que estabelece o regime da utilização dos recursos hídricos, entende-se por extracção de inertes a “intervenção de desassoreamento das zonas de escoamento e de expansão das águas de superfície, quer correntes, quer fechadas, bem como da faixa costeira, da qual resulte a retirada de materiais aluvionares granulares depositados ou transportados pelo escoamento nas massas de água de superfície, em suspensão ou por arrastamento, independentemente da granulometria e da composição química, nomeadamente siltes, areia, areão, burgau, godo, cascalho, terras arenosas e lodos diversos”. Nos termos do disposto no Artigo 77.º do Decreto-Lei n.º 226-A/2007, de 31 de Maio, a extracção de inertes em águas públicas só é permitida quando se encontre prevista em plano específico de gestão das águas, ou ainda ainda como medida necessária à criação ou manutenção de condições de navegação em segurança e da operacionalidade do porto.



Mapa 49 – Locais de extracção de inertes.

Também a Lei da Água, no seu Artigo 33.º, considera que as medidas de conservação e reabilitação da rede hidrográfica e zonas ribeirinhas compreendem, nomeadamente as acções de limpeza e desobstrução dos álveos das linhas de água, por forma a garantir condições de escoamento dos caudais líquidos e sólidos em situações hidrológicas normais ou extremas. Considera também que a correcção dos efeitos da erosão, transporte e deposição de sedimentos que implique o desassoreamento das zonas de escoamento e de expansão das águas de superfície, quer correntes quer fechadas, bem como da faixa costeira, e da qual resulte a retirada de materiais, tais como areias, areão, burgau, godo e cascalho, só é permitida quando decorrente de planos específicos. A Lei da Água refere ainda que a adequação de uma actividade de extracção de inertes como medida de desassoreamento constitui requisito necessário para o exercício dessa actividade, nos termos do n.º 3 do Artigo 60.º, e sem prejuízo do regime de avaliação de impacte ambiental e do plano de recuperação paisagística.

De facto, a alínea o) do Artigo 60.º e a alínea d) do Artigo 62.º da Lei n.º 58/2005, de 29 de Dezembro estabelece que a extracção de inertes está sujeita à obtenção de licença prévia de utilização, quando incida sobre leitos, margens e águas públicas e/ou particulares. Para extracção de inertes em margens e leitos públicos conexos com águas públicas e para volumes a extrair superiores a 500 m³, a atribuição da Licença está sujeita a concurso.

Na área da RH5 as actividades de extracção de inertes ocorrem ao longo do rio Tejo (num troço de cerca de 106 km, compreendido entre Abrantes e Vila Franca de Xira), na margem esquerda, em particular na sub-bacia Rio Sorraia, e ainda, na margem direita, na zona mais a montante da sub-bacia do Rio Zêzere. No âmbito desta análise, foram inventariados e caracterizados 140 locais de extracção de inertes em actividade e com título de utilização de recursos hídricos válido em 2009. As extracções de inertes com título emitido permitem a limpeza e desobstrução dos cursos de água, de modo a garantir o escoamento em situações normais e de cheia. O Quadro 2.133 apresenta o número de locais de extracção de inertes com TURH em vigor em 2009, por rio e sub-bacia, e o volume extraído (m^3 /ano).

Quadro 2.133 – Número de locais de extracção com TURH válido, por rio e sub-bacia, e volume extraído (m^3 /ano) em 2009.

Rio	Sub-bacia	Número de pontos de extracção	Volume global extraído (m^3 /ano)
Rio Zêzere	Rio Zêzere	10	4 496
Rio Sorraia	Rio Sorraia	108	51 980
Rio Tejo	Tejo Superior e Tejo Inferior	22	596 267

Na RH5, em 2009, o volume global extraído de inertes foi de 652 743 m^3 . O troço do rio Tejo apesar de ter apenas 22 locais de extracção, corresponde ao que tem maior volume de inertes extraídos, uma vez que para esses locais o volume máximo licenciado é de 70 000 m^3 por ano, ao contrário das licenças de extracção para o rio Zêzere e Sorraia, nas quais o volume máximo licenciado é de 500 m^3 , por ponto de extracção. No troço principal do rio Tejo, dos 22 locais de extracção inventariados, quatro esgotaram as condições ambientais para a extracção de inertes, pelo que não foram renovadas as licenças para o biénio 2009 a 2011, no âmbito do Concurso Público de Extracção de Inertes no Domínio Hídrico do rio Tejo.

As principais alterações decorrentes da extracção de inertes são ao nível da morfologia, não existindo estudos concretos sobre os efeitos desta actividade sobre os ecossistemas aquáticos dos cursos de água intervencionados, em particular no troço do rio Tejo mais afectado (LNEC, 2005). Contudo, genericamente, a extracção de inertes provoca alterações ao nível do transporte e deposição de sedimentos, dos locais de erosão e acreção, da ressuspensão de sedimentos finos, com consequências ao nível da qualidade da água, provocando alteração das características morfológicas do rio, tais como velocidade e profundidade do escoamento, que se traduz na afectação e alteração da distribuição dos habitats das comunidades aquáticas e ribeirinhas, quando ocorre erosão, instabilidade ou destruição das margens.

Neste contexto, considera-se que a presença de extracção de inertes numa MA constitui uma pressão com potenciais impactes elevados (Figura 2.33).

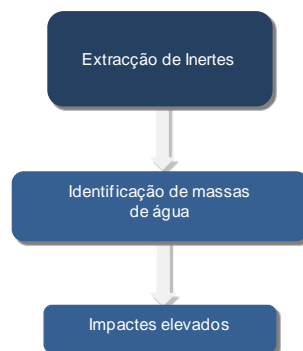


Figura 2.33 – Classificação dos impactes potenciais da extracção de inertes.

No entanto, atendendo que a extracção de inertes em águas públicas só é permitida quando se encontra prevista em plano específico de gestão das águas e que esta actividade é efectuada de acordo com um conjunto de boas práticas ambientais pré-estabelecidas, sendo alvo de um acompanhamento técnico por parte das entidades competentes no âmbito da fiscalização, são expectáveis impactos negativos temporários nas comunidades faunísticas, recuperando o rio a curto prazo os habitats para essas comunidades.

Transferências entre bacias

A transferência de água entre grandes bacias hidrográficas do Tejo para as Ribeiras do Oeste, do Douro para o Tejo e do Tejo para o Mondego, apresentadas no Capítulo 1.3 – Hidrografia e Hidrologia, tem duas consequências principais, por um lado, a alteração do escoamento natural, com acréscimo de caudais nas bacias receptoras e decréscimo nas bacias fornecedoras e, por outro, a promoção da transferência de espécies, nomeadamente piscícolas, de umas MA para outras, de que podem resultar desequilíbrios ecológicos e perda de biodiversidade (por hibridação). Alterações da qualidade da água podem também ocorrer aquando da mistura dos meios dador e receptor.

No caso do sistema de abastecimento de água da EPAL, as transferências de água verificam-se da bacia hidrográfica do Tejo para as bacias hidrográficas das ribeiras do Oeste, indirectamente através dos sistemas de abastecimento de água e tratamento de águas residuais, não se considerando que essa transferência tenha impactos no estado das MA de origem em resultado da diminuição das disponibilidades hídricas no rio Zézere e no rio Tejo, em consequência da captação na albufeira de Castelo Bode e Valada. Hipotéticos impactos ecológicos nas ribeiras do Oeste não foram até ao momento monitorizados.

No caso do Aproveitamento Hidroagrícola da Cova da Beira, a transferência de água é realizada entre duas albufeiras, barragem de Sabugal na bacia hidrográfica do Douro, a de Meimoa na RH5, sendo que a qualidade da água da MA dadora é melhor do que a da MA receptora. A tomada de água foi colocada longe da margem por forma a diminuir a entrada de juvenis ou ovos e sua consequente passagem para a RH5. O desnível entre a zona dadora e zona receptora provoca grande pressão na zona de recepção, desencorajadora da sobrevivência de organismos em trânsito. A zona do Coa é essencialmente truteira, sendo a truta de rio comum às duas bacias. Contudo, as medidas complementares de segurança para impedir a passagem de indivíduos de ciprinídeos do Sabugal para a Meimoa não foram adoptadas (nomeadamente o controle por electricidade), pelo que no limite não está excluída a possibilidade de passagem de espécies exclusivas da bacia do Douro para a do Tejo e consequente hibridização com espécies afins. Não está ainda em curso um programa de monitorização.

Relativamente ao aproveitamento Hidroeléctrico de Santa Luzia, em que há transferência de caudais entre a albufeira de Santa Luzia na RH5, e a albufeira do Alto Ceira, na bacia do Mondego, ambas localizadas em zonas de truta comum, não está tão pouco ainda em curso um programa de monitorização.

b) Águas de Transição

Na RH5 apenas foram identificados casos relevantes de pressões morfológicas na zona do estuário do Tejo que se estende desde a secção transversal Poço do Bispo – Barreiro até para além da barra (MA Tejo-WB1), devido à extensa área de retenções marginais, nomeadamente das zonas urbanas e industriais da margem Sul (Barreiro e arredores) e da cidade de Lisboa, incluindo as áreas portuárias do Porto de Lisboa. As restantes construções identificadas nas MA de transição, nomeadamente, as pontes das Lezírias, Marechal Carmona e Vasco da Gama e os diversos cais acostáveis existentes no estuário do Tejo, não são susceptíveis de provocar pressões significativas.

c) Águas Costeiras

Relativamente às águas costeiras, na RH5, apenas foram identificados casos relevantes de pressões morfológicas sobre as MA na zona costeira entre o Cabo Raso e o Cabo Espichel (MA CWB-I-4, PTCOST11) devido ao grande número de esporões construídos e às áreas de retenção marginal existentes, em especial nas praias da linha de Cascais e da linha da Costa de Caparica.

Ainda relativamente à linha da Costa de Caparica, refira-se a importância do Protocolo de colaboração entre a APL e a APA, celebrado a 14 de Abril de 2012, com vista à alimentação artificial com 1 000 000 m³, das praias da Caparica, com areia dragada no Canal da Barra Sul. Este protocolo visa sobretudo à defesa destes territórios costeiros, a par da consolidação do cordão dunar.



Mapa 50 – Cargas poluentes e pressões mais relevantes por sub-bacia.

2.3.1.5. Captações de água

A identificação de captações de águas destinadas a utilizações urbanas, industriais, agrícolas e outras, incluindo as variações sazonais e procura anual total foi realizada com base no levantamento realizado na ARH Tejo, tendo sido compilados dados de várias fontes, nomeadamente dos TURH, da aplicação do REF e complementarmente recorreu-se a informação disponibilizada no INSAAR (dados de 2009) e Licenças Ambientais.

O levantamento realizado permitiu identificar um total de 284 captações de água superficiais na área da região hidrográfica. No entanto, e devido a lacunas de informação existentes nos dados levantados, nomeadamente ao nível da localização exacta para identificação da massa de água em que está a ser captada a água, ou ao nível dos volumes que estão a ser captados, o universo de análise foi reduzido para um total de 132 captações de água superficiais.

Do universo das 132 captações de água superficiais consideradas, apenas 18 são captações para usos não consumptivos: produção de energia (Quadro 2.134).

Quadro 2.134 – Número de captações superficiais e volumes captados, por usos consumptivos e não consumptivos.

Tipo de uso	N.º captações	Volume utilizado (dam ³)
Uso consumptivo	114	728 947
Uso não consumptivo	18	2 691 414

O universo de captações de água para usos consumptivos é constituído por 114 captações, distribuídas pelas várias finalidades, conforme indicado no Quadro 2.135 e Figura 2.34.

Quadro 2.135 – Captações de águas superficiais, por finalidade e por sub-bacia.

Sub-bacia hidrográfica	Agricultura		Urbano		Indústria		Outros		Totais		WEI* (médio)
	hm ³	n.º	hm ³	n.º	hm ³	n.º	hm ³	n.º	hm ³	n.º	
Ribeira do Aravil	-	-	0,06	1	-	-	-	-	0,06	1	0,65
Rio Pônsul	31,64	2	1,01	1	-	-	-	-	32,64	3	14,06
Rio Ocreza	-	-	6,29	3	-	-	-	-	6,29	3	8,53
Rio Zêzere	11,37	7	179,05	17	0,64	2	-	-	191,08	26	8,39
Rio Almonda	-	-	-	-	2,62	3	-	-	2,62	3	1,96
Rio Maior	1,13	4	-	-	-	-	-	-	1,13	4	0,43

Sub-bacia hidrográfica	Agricultura		Urbano		Indústria		Outros		Totais		WEI* (médio)
	hm ³	n.º	hm ³	n.º	hm ³	n.º	hm ³	n.º	hm ³	n.º	
Rio Alenquer	0,001	1	-	-	-	-	-	-	0,001	1	0,00
Rio Trancão	-	-	-	-	0,02	1	-	-	0,02	1	0,03
Grande Lisboa	-	-	-	-	0,002	1	0,05	2	0,06	3	0,21
Rio Sever	0,37	1	2,44	1	-	-	-	-	2,81	2	68,68
Ribeira de Nisa	-	-	0,79	1	0,04	1	-	-	0,84	2	1,66
Ribeira de Magos	1,33	1	-	-	-	-	-	-	1,33	1	12,45
Rio Sorraia	158,32	38	0,19	4	0,05	2	0,04	1	158,60	45	7,59
Tejo Superior	0,91	2	0,42	2	6,48	2	-	-	7,81	6	0,69
Tejo Inferior	95,96	5	57,57	1	-	1	-	-	153,53	7	0,47
Estuário	0,60	1	-	-	169,42	4	-	-	170,02	5	0,35
Água Costeira do Tejo	-	-	0,11	1	-	-	-	-	0,11	1	1,94
Total	301,65	62	247,92	32	179,28	17	0,09	3	728,95	114	

*WEI – Water Exploitation Index – Índice de captação de água= volume médio captado/volume médio anual de recurso disponível

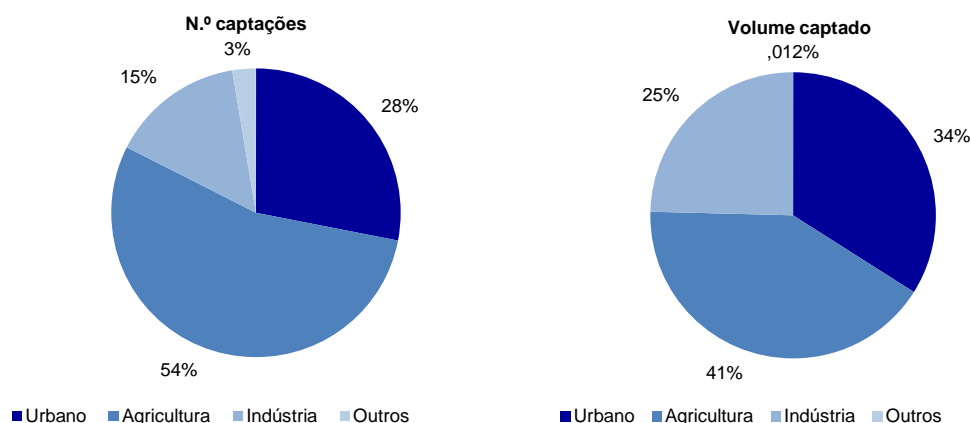


Figura 2.34 – Número de captações superficiais e volumes captados, por finalidade.

A distribuição das captações de água para as várias finalidades é muito heterogénea pelas várias sub-bacias da RH5. No que se refere às captações de água para agricultura, a sua maior concentração ocorre na sub-bacia hidrográfica do rio Sorraia, onde existe uma intensa actividade agrícola e a presença de vastas áreas de regadio. No que se refere às captações de água para abastecimento urbano, estas concentram-se essencialmente na sub-bacia hidrográfica Rio Zêzere, onde se localizam as captações de água de grandes sistemas de abastecimento, nomeadamente os sistemas da EPAL, da Águas do Centro e da Águas do Zêzere e Côa.

2.3.1.6. Pressões biológicas

Com base na informação disponível (Carta Piscícola Nacional, campanhas de 2004 e 2006 promovidas pelo INAG e campanha de 2010 realizada pela ARH Tejo) constata-se a ocorrência generalizada de espécies piscícolas exóticas em muitas sub-bacias do Tejo, com maior incidência nas sub-bacias do Rio Sorraia, Ribeira de Muge, Rio Alenquer, ao longo do rio Tejo principal e sub-bacias adjacentes a este, e nas do Rio Sever, Rio Pônsul, Ribeira de Aravil e Rio

Erges. São particularmente frequentes e abundantes em muitas situações, a perca-sol (*Lepomis gibbosus*), gambúsia (*Gambusia holbrooki*) e carpa (*Cyprinus carpio*), resultando provavelmente em interações bióticas que afectam as espécies nativas, em especial no que toca à competição por espaço habitacional e recursos alimentares. Para além das espécies referidas, de acordo com o parecer da Autoridade Florestal Nacional, destaca-se ainda o alburno (*Alburnus alburnus*) devido à sua abundância associada aos impactes desta espécie em termos de competição e hibridação com algumas espécies autóctones.

2.3.2. Águas subterrâneas

2.3.2.1. Poluição tóxica

No que se refere às fontes tóxicas de poluição das MA subterrâneas, foram identificadas e caracterizadas as seguintes categorias de pressões:

- Pressões com carga poluente quantificável:
 - Urbanas – Fossas sépticas e ETAR compactas com descarga no solo.
- Pressões com carga poluente não quantificável:
 - Aterros sanitários e lixeiras encerradas;
 - indústria extractiva;
 - outros passivos ambientais;
 - indústria transformadora.



Mapa 51 – Fontes de poluição urbana (águas subterrâneas).



Mapa 52 – Lixeiras e indústria extractiva (águas subterrâneas).

No que se refere às fontes tóxicas de poluição das MA subterrâneas, foram identificadas e caracterizadas as rejeições provenientes das fossas sépticas e ETAR compactas com descarga no solo, pois não foram identificadas outras categorias de fontes tóxicas que causassem impacto nas massas de água subterrâneas.

Estes sistemas englobam as fossas sépticas e ETAR compactas que recorrem a processos de infiltração do efluente final no solo, situação contemplada na legislação pelo Decreto-Lei n.º 226-A/2007.

Para a estimativa das cargas poluentes recorreu-se aos coeficientes específicos de poluição fornecidos pelo manual “Soluções Tipo para Pequenas Instalações de Tratamento de Águas Residuais”, foram adoptadas capacidades apresentadas no Quadro 2.112. No que se refere às eficiências de remoção considerou-se que as fossas com nível de tratamento primário e as ETAR compactas com nível de tratamento secundário e foram aplicadas as eficiências de remoção anteriormente apresentadas no Quadro 2.114.

a) Urbana

O Quadro 2.136 apresenta as cargas de CBO₅, CQO, N_{Total} e P_{Total} rejeitadas pelas pressões tóxicas Urbanas no solo por MA subterrânea.

Quadro 2.136 – Cargas originadas pelas fossas sépticas e ETAR compactas com descarga no solo por MA subterrânea.

MA Subterrâneas	CQO		CBO ₅		N _{Total}		P _{Total}	
	(kg/ano)	%	(kg/ano)	%	(kg/ano)	%	(kg/ano)	%
Maçiço Antigo Indiferenciado da Bacia do Tejo	38 038	31,6	19 000	31,9	541	18,3	1 514	29,6
Orla Ocidental Indiferenciado da Bacia do Tejo	18 329	15,2	9 119	15,3	325	11,4	748	14,6
Ourém	6 926	5,7	3 463	5,8	92	3,2	274	5,4
Ota – Alenquer	382,5	0,3	191	0,3	5	0,2	15	0,3
Pisões – Atrozela	2 812,5	2,3	1 294	2,2	244,5	8,5	170	3,3
Bacia do Tejo-Sado Indiferenciado da Bacia do Tejo	598,5	0,5	277	0,45	49	1,7	35,5	0,7
Bacia do Tejo-Sado / Margem Direita	33 534	27,8	16 745	28,1	487	17,0	1 338	26,2
Bacia do Tejo-Sado / Margem Esquerda	17 381	14,4	8 247	13,5	1 086	37,9	917,5	18,0
Aluviões do Tejo	2 483	2,1	1 241	2,1	33	1,2	98	1,9
Totais	120 485		59 577		2 863		5 110	

No que se refere a CBO₅, CQO e P_{Total}, as MA que apresentam maior carga em relação a estes parâmetros são: Maçiço Antigo Indiferenciado da Bacia do Tejo e Bacia do Tejo-Sado / Margem Direita. No que respeita ao N_{Total}, as MA que apresentam maiores carga são: Bacia do Tejo-Sado / Margem Esquerda e Maçiço Antigo Indiferenciado da Bacia do Tejo.

Refere-se ainda que foram inventariadas as pressões de origem tóxica localizadas em duas das MA afectas à RH4, não tendo sido identificada qualquer pressões de origem tóxica na MA Sicó-Alvaiázere. No que respeita à MA Penela-Tomar, a inventariação foi efectuada apenas para a área das MA incluída na região hidrográfica do Tejo, enquanto para o Maçiço Calcário Estremeno são apresentados valores relativos à totalidade das MA.

b) Indústria

No que se refere as MA subterrâneas não foram identificadas fontes de poluição tóxica com carga poluente quantificável.

c) Pecuária

No que se refere as MA subterrâneas não foram identificadas fontes de poluição tóxica com carga poluente quantificável.

2.3.2.2. Poluição difusa

No que se refere à poluição difusa foi apenas estimada a carga poluente para o parâmetro N_{Total}, tendo as cargas sido agrupadas sectores:

- Pecuária (aviculturas, bovinicultoras e suiniculturas);
- agro-indústria (adegas, lacticínios, lagares e matadouros);
- agricultura.



Mapa 53 – Pecuária com espalhamento no solo: n.º de efectivos pecuários (águas subterrâneas).



Mapa 54 – Agro-industria: descarga no solo (águas subterrâneas).

A estimativa das cargas poluentes provenientes destas fontes poluidoras (parâmetros CQO, CBO₅, SST, N_{Total} e P_{Total}, em geral) efectuou-se, tanto quanto possível, a partir de dados de auto-controlo realizado pelas próprias entidades, complementados com estimativas efectuadas com base em coeficientes unitários de carga poluente e eficiência de

remoção teórica de acordo com o Quadro 2.114 e Quadro 2.117. A avaliação das cargas poluentes quantificáveis foi efectuada de forma individualizada para os vários tipos de instalações mencionadas, tendo-se agregado os resultados obtidos por massa de água. Refere-se ainda que para a carga de azoto lixiviada devido ao espalhamento dos efluentes pecuários admitiu-se que há uma rotação de 3 anos na área de espalhamento e uma lixiviação de 5 kg/ha.

O Quadro 2.137 apresenta os valores globais obtidos para as cargas de azoto geradas pelas diferentes origens difusas referente as actividades analisadas e respectivas percentagens, agrupadas por sectores: pecuária (aviculturas, boviniculturas e suiniculturas), agro-indústria (adegas, laticínios, lagares e matadouros) e agricultura.

Quadro 2.137 – Poluição difusa: cargas de azoto originadas pelos sectores da pecuária, agro-indústria e agricultura na RH5, por MA subterrânea.

MA Subterrâneas	Pecuária		Agro-Indústria		Agricultura		Totais
	N _{Total} (t/ano)	%	N _{Total} (t/ano)	%	N _{Total} (t/ano)	%	N _{Total} (t/ano)
Maciço Antigo Indiferenciado da Bacia do Tejo	1 467,4	44,5	65,8	2,0	1 766,9	53,5	3 300,2
Escusa	0,5	11,1	2,3	51,1	1,7	38,7	4,5
Monforte – Alter do Chão	45,3	71,0	0,0	0,0	18,5	29,0	63,8
Estremoz-Cano	10,3	19,0	2,6	4,8	41,2	76,2	54,1
Orla ocidental indiferenciado da bacia do Tejo	84,0	25,2	12,5	3,8	236,7	71,0	333,2
Ourém	6,4	13,9	1,7	3,7	38,0	82,4	46,1
Ota – Alenquer	0,0	0,0	0,0	0,0	0,2	100,0	0,2
Pisões – Atrozela	0,0	0,0	0,0	0,0	1,8	100,0	1,8
Bacia do Tejo-Sado Indiferenciado da Bacia do Tejo	108,1	55,6	1,9	1,0	84,6	43,5	194,5
Bacia do Tejo- Sado / Margem Direita	264,4	35,6	35,0	4,7	443,0	59,7	742,3
Bacia do Tejo-Sado / Margem Esquerda	1 045,6	58,5	5,9	0,3	737,3	41,2	1 788,8
Aluviões do Tejo	407,2	53,8	0,3	0,0	349,9	46,2	757,5
Total RH5	3 439	47,2	128	1,8	3 720	51,0%	7 287

Analisando os valores obtidos para as cargas de N_{Total} gerada pelas diferentes actividades e respectivas percentagens, agrupadas por sector, verifica-se que é a agricultura que contribui com a maior carga de N_{Total} (51%), seguida pela pecuária com 47%.

A agricultura aparece como o sector mais representativo em termos de carga total de N_{Total} nas MA Ota- Alenquer, Pisões-Atrozela e Ourém, representando, 100%, 100% e 82,4%, respectivamente. A pecuária é mais representativa nas MA Monforte- Alter do Chão e Bacia do Tejo-Sado / Margem Esquerda.

A agro-indústria representa apenas 1,8% do N_{Total} gerado na região hidrográfica e apresenta maior representatividade na carga de N_{Total} gerada na MA Escusa.

Refere-se ainda que foram, tal como no caso da poluição tóxica, inventariadas as pressões de origem difusa localizadas nas três MA afectas à RH4. À semelhança da metodologia adoptadas para as pressões de origem tóxica, nas MA Sicó-Alvaiázere e Penela-Tomar a inventariação foi efectuada apenas para a área da MA incluída na RH5, enquanto para o Maciço Calcário Estremenho são apresentados valores relativos à totalidade da MA.

2.3.2.3. Captações de água

O levantamento da informação relativa às pressões quantitativas sobre as águas subterrâneas processou-se da seguinte forma:

- A base de dados do REF, disponibilizada pela ARH Tejo em Julho de 2010, foi considerada como a informação base para a listagem das captações significativas;
- a informação base atrás referida foi complementada com novas captações/utilizadores passíveis de integrarem a base de dados do REF:
 - seleccionou-se qualquer captação com meios de extracção superiores a 5 cv. Esta selecção efectuou-se pela potência dos meios de extracção de cada captação;
 - Foram considerados todos os utilizadores com várias captações na mesma MA subterrânea e cujo somatório dos meios de extracção fosse superior a 5 cv. Esta selecção efectuou-se pelo Número de Identificação Fiscal (NIF) de cada utilizador;
 - Foram consideradas todas as captações cujo volume de extracção anual licenciado seja superior a 16 666,7 m³ (finalidade rega ou agricultura); 3 333,3 m³ (finalidade demais casos, por exemplo produção de água para consumo humano e actividade industrial), 2 500 000 m³ (finalidade produção de energia hidroeléctrica), 18 518,5 m³ (finalidade produção de energia termoeléctrica) e 3 703,7 m³ (finalidade sistemas de águas para abastecimento público);

Qualquer captação ou utilizador seleccionado com o 2.º critério foi sempre previamente confirmado que não se encontrava na base de dados do REF, de modo a não existir uma duplicação de captações significativas.

No entanto, após a verificação dos primeiros resultados com a aplicação destes critérios, verificou-se que os mesmos eram muito restritivos, não considerando vários milhares de captações de água subterrânea para o cálculo final das pressões quantitativas em cada MA subterrânea. Desta forma, foram consideradas todas as captações com volume de extracção mensal superior a 5 m³, de modo a que o volume de água retirado anualmente de cada MA subterrânea, seja o mais realista possível.

De um modo geral, a informação de base para a execução desta tarefa consistiu na:

- Base de dados do REF;
- base de dados do licenciamento de captações de água subterrânea da ARH Tejo;
- informação existente na aplicação da regularização, no âmbito do disposto no Decreto-Lei 226-A/2007, de 31 de Maio, e o Despacho 14872/2009, de 2 de Julho;
- dados do INSAAR de 2008.

As captações identificadas encontram-se distribuídas em termos de número de captações por finalidade, conforme representado na Figura 2.35.

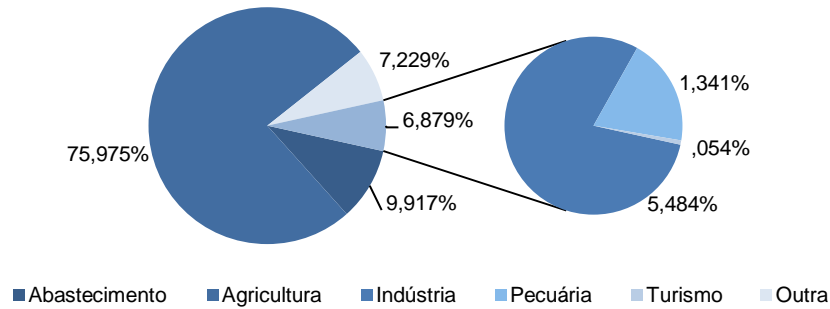


Figura 2.35 – Distribuição do número de captações por finalidade.

Como se pode observar, a finalidade com maior representatividade é a agricultura (rega) com cerca de 76% do número de captações. Seguem-se as finalidades de abastecimento urbano e outras finalidades, com 9,9% e 7,2%, respectivamente. As restantes finalidades representam apenas 6,9% das captações de água subterrânea.

Na Figura 2.36 apresenta-se a distribuição dos volumes captados por finalidade.

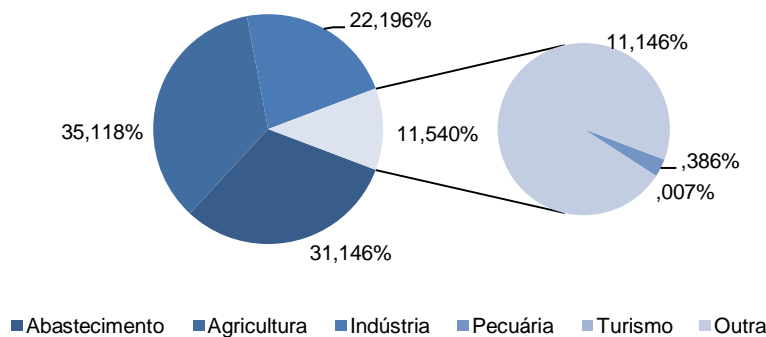


Figura 2.36 – Distribuição do volume das captações por finalidade.

O volume total de água captado é cerca de 491 hm³/ano e encontra-se repartido essencialmente pela agricultura, abastecimento e indústria. Estas finalidades extraem cerca de 88,7% do volume total, correspondentes a aproximadamente 436 hm³ por ano. Os volumes captados para a pecuária, turismo e outras finalidades representam apenas 11,4% do total.

As captações de água subterrâneas consideradas na análise encontram-se localizadas nas 12 MA da RH5, apresentando-se no Quadro 2.138 a sua distribuição por volumes e por finalidade.



Mapa 55 – Pressões quantitativas nas massas de água subterrâneas.

Quadro 2.138 – Captações de água por finalidade e por MA.

MA subterrânea	Abastecimento		Agricultura		Pecuária		Indústria		Turismo		Outras		Total	
	hm ³ /ano	N.º	hm ³ /ano	N.º	hm ³ /ano	N.º	hm ³ /ano	N.º	hm ³ /ano	N.º	hm ³ /ano	N.º	hm ³ /ano	N.º
Maciço Antigo Indiferenciado da Bacia do Tejo	11,8	786	10,0	3 505	0,4	90	1,0	111	0,0	2	17,7	428	41,0	4 956
Escusa	1,1	4	0,0	3	0,0	0	0,0	0	0,0	0	0,0	1	1,1	5
Monforte – Alter do Chão	0,2	10	0,1	13	0,0	3	0,0	2	0,0	0	0,2	18	0,5	45
Estremoz – Cano	1,5	23	0,6	76	0,0	1	0,3	15	0,0	0	0,3	91	2,7	201
Oria Ocidental Indiferenciado da Bacia do Tejo	6,9	104	5,4	1 063	0,1	20	5,9	178	0,004	2	5,9	245	24,2	1 542
Ourém	2,3	18	0,5	328	0,0	3	0,1	17	0,0	0	0,0	3	2,9	369
Ota – Alenquer	6,9	6	0,0	2	0,0	0	0,0	1	0,0	0	0,1	4	7,1	9
Pisões – Atrozela	1,0	6	0,2	37	0,0	0	0,2	19	0,0	0	0,3	13	1,8	74
Bacia do Tejo-Sado Indiferenciado da Bacia do Tejo	1,0	40	1,0	266	0,3	7	2,3	12	0,0	0	0,1	21	4,8	342
Bacia do Tejo-Sado / Margem Direita	12,1	88	28,8	1 464	0,5	34	10,4	169	0,006	1	6,7	87	58,4	1 841
Bacia do Tejo-Sado / Margem Esquerda	81,3	399	61,3	3 746	0,4	40	73,7	251	0,0	4	13,8	187	230,4	4 715
Aluviões do Tejo	22,8	90	67,1	1 820	0,1	17	16,8	79	0,0	0	9,4	71	116,2	2 080
Total	148,9	1 574¹	175	12 323	1,8	215	110,7	854	0,01	9	54,5	1 169	491,1	16 179

Fonte: ¹Levantamento realizado na ARH do Tejo, I.P., 2010 (base de dados do REF e do licenciamento de captações de água subterrânea); ²INSAAR 2009 (Dados relativos a 2008).

Para o volume total de água captado de 491,1 hm³/ano, as MA onde se verifica o maior volume extraído correspondem à Bacia Tejo-Sado / Margem Esquerda e Aluviões do Tejo com volumes de extração de 230,4 hm³/ano e 116,2 hm³/ano, respectivamente. A soma destes dois volumes representa cerca de 70% do volume total extraído na área da bacia hidrográfica, sendo que a maioria da água captada tem como finalidade a agricultura (37%), seguida pelo abastecimento (30%) e pela indústria (26%). A MA da Bacia do Tejo-Sado / Margem Direita apresenta também um volume de água extraído importante de 58,4 hm³/ano.

Foram também inventariadas as pressões quantitativas existentes nas MA afectas à RH4 e à RH7 No que respeita às MA Sicó-Alvaiázere, Penela-Tomar e Elvas-Vila Boim, a inventariação foi efectuada apenas para a área incluída na RH5, tendo sido contabilizadas 225 captações. Quanto ao Maciço Calcário Estremenho, foram identificadas 162 captações na totalidade da sua área (Quadro 2.139).

Quadro 2.139 – Captações de água por finalidade nas MA subterrâneas afectas à RH4 e RH7.

MA subterrânea	Abastecimento		Agricultura		Pecuária		Indústria		Turismo		Outras	
	hm ³ /ano	N.º	hm ³ /ano	N.º	hm ³ /ano	N.º	hm ³ /ano	N.º	hm ³ /ano	N.º	hm ³ /ano	N.º
Elvas-Vila Boim	0,004	2	0,02	5	0,0	0	0,0	0	0,0	0	0,02	14
Sicó-Alvaiázere	2,5	7	0,1	94	0,0	0	0,01	5	0,0	0	0,0	0
Penela-Tomar	0,1	10	0,1	82	0,0	0	0,02	4	0,0	0	0,5	2
Maciço Calcário Estremenho	1,4	21	0,3	77	0,1	7	0,3	45	0,0	0	0,6	12

2.3.2.4.Carga poluente não quantificável – Poluição tóxica e difusa

No Quadro 2.140 indicam-se as Substâncias Prioritárias e Outros Poluentes (SP+OP) associados aos diferentes sectores da indústria transformadora inventariada.

Quadro 2.140 – Indústria transformadora: SP+OP associadas aos CAE e distribuição por MA subterrânea.

MA subterrâneas	N.º	CAE	Substâncias Prioritárias e Outros Poluentes associados
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; 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
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	Cádmio e compostos; chumbo e compostos; mercúrio e compostos; níquel e compostos
	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 tributilestanho
	1	25120	Benzeno; éter difenílico bromado; cádmio e compostos; diclorometano; chumbo e compostos; níquel e compostos; PAH; compostos de tributilestanho; triclorobenzeno; tricloroetileno
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 1	23321 23610	Cádmio e compostos; chumbo e compostos; mercúrio e compostos; níquel e compostos
	1	24100	Antraceno; cádmio e compostos; chumbo e compostos; mercúrio e compostos; níquel e compostos; PAH; compostos de tributilestanho
	1	25610	Benzeno; éter difenílico bromado; cádmio e compostos; diclorometano; chumbo e compostos; níquel e compostos; PAH; compostos de tributilestanho; triclorobenzeno; tricloroetileno
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 (*)
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

MA subterrâneas	N.º	CAE	Substâncias Prioritárias e Outros Poluentes associados
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
Ota – Alenquer	-	-	-
Pisões – Atrozela	1	19201	Antraceno; benzeno; éter difenílico cromado; cádmio e compostos; C1-13 cloroalcano; haxaclorobenzeno; hexaclorobutadieno; hexaclorociclohexano; chumbo e compostos; mercúrio e compostos; níquel e compostos; PAH; compostos de tributilestanho
	1	20160	Antraceno; benzeno; éter difenílico cromado; cádmio e compostos; C1-13 cloroalcano; clorpirifos; 1-2, dicloroetano; diclorometano; haxaclorobenzeno; hexaclorobutadieno; hexaclorociclohexano; isoproturão; chumbo e compostos; mercúrio e compostos; níquel e compostos; N
Oria 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; haxaclorobenzeno; 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 tributilestanho; triclorometano
	1	23120	Cádmio e compostos; chumbo e compostos; mercúrio e compostos; níquel e compostos
	1	23321	
1	23510		
Penela – Tomar	2	25610	Benzeno; éter difenílico bromado; cádmio e compostos; diclorometano; chumbo e compostos; níquel e compostos; PAH; compostos de tributilestanho; triclorobenzeno; tricloroetileno
	1	17212	Cádmio e compostos; chumbo e compostos; mercúrio e compostos; níquel e compostos; nonilfenol; octifenol; triclorometano
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 2.141 e

Quadro 2.142 apresentam-se as SP+OP associadas a aterros sanitários e a lixeiras encerradas e as MA subterrâneas que podem ser contaminadas em resultado de roturas, acidentes ou outras situações que levem a lixiviação.

Quadro 2.141 – Aterros sanitários: SP+OP potencialmente presentes nas MA subterrâneas.

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

Quadro 2.142 – Lixeiras encerradas: SP+OP potencialmente presentes por MA subterrânea.

MA subterrâneas	Substâncias Prioritárias e Outros Poluentes
Monforte – Alter do Chão	Benzeno; cádmio, chumbo e mercúrio e outros metais pesados; antraceno, fluoranteno e outros PAH; Éter defínílico bromado e DEHP; cianetos, fenóis e compostos orgânicos
Estremoz – Cano	

MA subterrâneas	Substâncias Prioritárias e Outros Poluentes
Maciço Antigo Indiferenciado da Bacia do Tejo	halogenados
Bacia do Tejo-Sado / Margem Direita	
Bacia do Tejo-Sado / Margem Esquerda	
Aluviões do Tejo	
Bacia do Tejo-Sado Indiferenciado da Bacia do Tejo	
Orla Ocidental Indiferenciado da Bacia do Tejo	
Penela – Tomar	
Sicó – Alvaiázere	
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 RH5, 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 MA subterrâneas.

Para as minas inactivas (abandonadas ou paradas), tendo em conta as substâncias exploradas, indicam-se no Quadro 2.143 as substâncias que poderão contaminar as águas subterrâneas.

Quadro 2.143 – Minas inactivas: SP+OP potencialmente presentes, por MA subterrânea.

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

O Quadro 2.144 identifica as principais SP+OP que potencialmente podem ser rejeitados nas MA subterrâneas, provenientes de fontes tópicas e difusas.

Quadro 2.144 – Listagem dos principais poluentes com descargas significativas provenientes de fontes tópicas (P) e difusas (D) nas MA subterrâneas.

Lista das substâncias prioritárias	Maciço Antigo Indiferenciado da Bacia do Tejo	Escusa	Monforte - Alter do Chão	Estremoz - Cano	Orla ocidental indiferenciado da bacia do Tejo	Ourém	Ota – Alenquer	Pisões – Atrozela	Bacia do Tejo-Sado Indiferenciado da Bacia do Tejo	Bacia do Tejo- Sado / Margem Direita	Bacia do Tejo-Sado / Margem Esquerda	Aluviões do Tejo
Alacloro\	D	D	-	-	-	-	-	-	D	D	D	D
Antraceno	P	-	P	P	P	P	-	P	P	P	P	P
Atrazina	D	D	-	-	-	-	-	-	D	D	D	D
Benzeno	P	-	P	P	P	-	-	P	P	P	P	P

Lista das substâncias prioritárias	Maciço Antigo Indiferenciado da Bacia do Tejo	Escusa	Monforte - Alter do Chão	Estremoz - Cano	Orla ocidental indiferenciado da bacia do Tejo	Ourém	Ota - Alenquer	Pisões - Atrozela	Bacia do Tejo-Sado Indiferenciado da Bacia do Tejo	Bacia do Tejo- Sado / Margem Direita	Bacia do Tejo-Sado / Margem Esquerda	Aluviões do Tejo
Éter difenílico bromado	P	-	P	P	P	-	-	-	P	P	P	P
Cádmio e compostos de cádmio	P	-	P	P	P	P	-	P	P	P	P	P
Cloroalcanos, C10 -13	P	-	-	-	P	-	-	P	-	P	P	P
Clorpirifos (Clorpirifos -etilo)	D/P	-	-	-	D/P	-	-	D/P	-	D/P	D/P	D/P
1,2 -Dicloroetano	P	-	-	-	P	-	-	P	-	P	P	P
Diclorometano	P	-	-	-	P	-	-	P	-	P	P	P
Ftalato di(2 -etil -hexilo) (DEHP)	P	-	P	P	P	-	-	-	P	P	P	P
Diurão	D	-	-	-	D	-	-	D	-	D	D	D
Fluoranteno (f)	P	-	P	P	P	-	-	-	P	P	P	P
Hexaclorobenzeno	P	-	-	-	P	-	-	P	-	P	P	P
Hexaclorobutadieno	P	-	-	-	P	-	-	P	-	P	P	P
Hexaclorociclohexano	P	-	-	-	P	-	-	P	-	P	P	P
Isoproturão	P	-	-	-	P	-	-	P	-	P	P	P
Chumbo e compostos de chumbo	P	-	P	P	P	P	-	P	P	P	P	P
Mercúrio e compostos de mercúrio	P	-	P	P	P	P	-	P	P	P	P	P
Níquel e compostos de níquel	P	-	-	-	P	P	-	P	P	P	P	P
Nonilfenol	P	-	-	-	-	-	-	-	P	-	P	-
Octilfenol	P	-	-	-	-	-	-	-	P	-	P	-
Pentaclorofenol	P	-	-	-	-	P	-	-	-	-	-	-
Hidrocarbonetos aromáticos policíclicos (PAH)	P	-	-	-	P	-	-	P	-	P	P	-
Compostos de tributilestanho	-	-	-	-	P	-	-	-	-	P	P	-
Triclorobenzenos	-	-	-	-	P	-	-	-	-	P	P	-
Triclorometano (Clorofórmio)	P	-	-	-	P	-	-	-	P	-	P	-
Tricloroetileno	-	-	-	-	P	-	-	-	-	P	P	-
Outros poluentes específicos												
Cobre	D	D	D	D	D	D	-	-	D	D	D	D
Zinco	D	D	D	D	D	D	-	-	D	D	D	D
Outros metais pesados	D/P	-	D/P	D/P	D/P	-	-	-	D/P	D/P	D/P	D/P
Cianetos	P	-	P	P	P	-	-	-	P	P	P	P
Fenóis	P	-	P	P	P	-	-	-	P	P	P	P
Compostos orgânicos halogenados	P	-	P	P	P	-	-	-	P	P	P	P
Éter difenílico cromado	P	-	-	-	P	-	-	P	-	P	P	P
Lítio	P	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Ouro	P	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Prata	P	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Arsénio	P	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Bário	P	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Ferro	P	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Manganês	P	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Estanho	P	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Titânio	P	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Antimónio	P	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Tungsténio	P	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Crómio	-	-	-	-	-	-	-	-	-	D	-	-
Compostos orgânicos e inorgânicos	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	D	-
2,4-D	-	-	-	-	D	-	-	-	-	-	D	D
Linurão	D	D	-	-	D	-	-	-	D	-	D	D
Metalaxil	D	-	-	-	D	-	-	-	D	D	D	D
Terbutilazina	D	D	-	-	D	-	-	-	D	D	D	D
Clortolurão	D	D	-	-	-	-	-	-	D	-	D	-

Lista das substâncias prioritárias	Maciço Antigo Indiferenciado da Bacia do Tejo	Escusa	Monforte - Alter do Chão	Estremoz - Cano	Orla ocidental indiferenciado da bacia do Tejo	Ourém	Ota - Alenquer	Pisões - Atrozela	Bacia do Tejo-Sado Indiferenciado da Bacia do Tejo	Bacia do Tejo- Sado / Margem Direita	Bacia do Tejo-Sado / Margem Esquerda	Aluviões do Tejo
Bentazona	D	D	-	-	-	-	-	-	D	D	D	D
Triclopír	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	D	D

2.3.3. Síntese

O Mapa 56 mostra as cargas poluentes relativos às pressões mais relevantes por MA subterrânea.



Mapa 56 – Cargas poluentes e pressões mais relevantes nas massas de água subterrâneas.

2.4. ZONAS PROTEGIDAS E ÁREAS CLASSIFICADAS

No âmbito da DQA/Lei da Água zonas protegidas são zonas que exigem protecção especial ao abrigo da legislação comunitária no que concerne à protecção das águas superficiais e subterrâneas ou à conservação dos habitats e das espécies directamente dependentes da água. De acordo com a Lei da Água constituem zonas protegidas:



Mapa 57 – Zonas protegidas associadas a águas superficiais.



Mapa 58 – Zonas protegidas associadas a águas subterrâneas.

1. "As zonas designadas por normativo próprio para a captação de água destinada ao consumo humano ou a protecção de espécies aquáticas de interesse económico;
2. As massas de água designadas como águas de recreio, incluindo zonas designadas como zonas balneares;
3. As zonas sensíveis em termos de nutrientes, incluindo as zonas vulneráveis e as zonas designadas como zonas sensíveis;
4. As zonas designadas para a protecção de habitats e da fauna e da flora selvagens e a conservação das aves selvagens em que a manutenção ou o melhoramento do estado da água seja um dos factores importantes para a sua conservação, incluindo os sítios relevantes da Rede Natura 2000;
5. As zonas de infiltração máxima".

A avaliação da conformidade com as especificações constantes na legislação aplicável a cada zona protegida é apresentada no capítulo relativo ao estado das MA.

2.4.1. Águas de superfície

2.4.1.1. Zonas designadas para a captação de água para consumo humano (Directiva 2000/60/CE, de 23 de Outubro)

No âmbito DQA/Lei da Água os Estados-Membros devem identificar todas as MA destinadas à captação de água para consumo humano que forneçam mais de 10 m³ por dia, em média, ou que sirvam mais de 50 pessoas, bem como todas as MA previstas para esse fim.

As captações de água superficiais destinadas ao consumo humano foram inventariadas segundo informação disponibilizada pela ARH Tejo, designadamente dados relativos ao REF de 2009. A avaliação da qualidade da água

superficial nas categorias A1, A2 e A3 foi realizada segundo informação do SNIRH, igualmente, disponibilizada pela ARH Tejo.

Neste contexto foram identificadas 31¹⁶ captações de água superficial destinada ao consumo humano, localizadas em 26 MA da RH5.

A Lei da Água estabelece, no seu Artigo 37.º, a obrigatoriedade das entidades responsáveis por captações de água para abastecimento, em funcionamento ou em reserva, promoverem a delimitação de perímetros de protecção. Neste sentido, a Portaria n.º 702/2009, de 6 de Julho, estabelece os termos de delimitação dos perímetros de protecção das captações destinadas ao abastecimento público, bem como os respectivos condicionamentos. Pese embora este enquadramento legal, não existem, na RH5, perímetros de protecção de captações superficiais aprovados ao abrigo da referida Portaria.

2.4.1.2. Zonas designadas para a protecção de espécies aquáticas de interesse económico - Águas piscícolas (Directiva 2006/44/CE, de 6 de Setembro); Águas conquícolas (Directiva 79/923/CEE, de 30 de Outubro)

As águas piscícolas foram identificadas e caracterizadas de acordo com a informação constante no Aviso n.º 12677/2000, de 23 de Agosto, que classifica as águas piscícolas do Continente nos termos do disposto no Artigo 33.º do Decreto-Lei 236/98, de 1 de Agosto, bem como na informação constante na *shapefile* referente à última actualização do registo das zonas protegidas - zonas designadas para a protecção de espécies aquáticas de interesse económico.

A afectação das MA foi realizada de acordo com a lista de afectação criada pelo INAG e disponibilizada pela ARH Tejo. Neste sentido, apenas não foram consideradas as MA que, apesar de se sobrepor com troços piscícolas, têm uma extensão de sobreposição inferior a 1 000 m (metade da extensão mínima de uma MA da categoria Rio).

A verificação da conformidade com as normas de qualidade fixadas no Anexo X do Decreto-Lei n.º 236/98, de 1 de Agosto, foi efectuada com base na informação constante no relatório trienal referente à Directiva 78/659/CEE, de 18 de Junho, para o período 2005-2007, bem como em informação disponibilizada pelo SNIRH.

Deste modo, estão designadas 19 zonas piscícolas: 14 são águas de ciprinídeos e estendem-se ao longo de 1 159,2 km; e cinco são águas de salmonídeos e estendem-se ao longo de cerca de 160,0 km.

A classificação das águas conquícolas ainda não ocorreu.

2.4.1.3. Zonas designadas como águas de recreio - Zonas balneares (Directiva 2006/7/CE, de 15 de Fevereiro)

As águas balneares para o ano 2010 foram identificadas de acordo com a Portaria n.º 267/2010, de 16 de Abril. A sua classificação no que respeita aos dados de qualidade foi efectuada segundo informação constante no SNIRH.

Em 2010 foram identificadas 27 águas balneares interiores e 30 águas balneares costeiras e de transição.

2.4.1.4. Zonas sensíveis em termos de nutrientes – Zonas vulneráveis (Directiva Nitratos - Directiva 91/676/CEE, de 12 de Setembro); Zonas sensíveis (Directiva das Águas Residuais Urbanas - Directiva 98/15/CE, de 21 de Fevereiro)

As zonas sensíveis a nível de eutrofização foram identificadas através do Decreto-Lei n.º 198/2008, de 8 de Outubro.

¹⁶ Na RH5, verifica-se a existência de mais uma captação, mas que não fornece mais de 10 m³ por dia, em média, ou serve mais de 50 pessoas.

O critério quantitativo utilizado para classificar o estado trófico em albufeiras e lagoas, adoptado pelo INAG, em 2002, é apresentado no Quadro 2.145.

Quadro 2.145 – Critério de eutrofização – albufeiras e lagoas.

Parâmetro	Oligotrófica	Mesotrófica	Eutrófica
Fósforo total (mg P/m ³)	<10	10-35	>35
Clorofila-a (mg/m ³)	<2,5	2,5-10	>10
Oxigénio dissolvido (% de saturação)	-	-	<40

Fonte: INAG, I.P., 2010

Nota: Os valores correspondem a médias geométricas.

Conformidade: A classe atribuída corresponde ao valor mais desfavorável.

Amostragem: Pelo menos uma amostra em cada Estação do ano, colhida a meio metro da camada superficial.

Deste modo, estão designadas duas zonas sensíveis a nível de eutrofização: Albufeira de Pracana e Albufeira do Maranhão.

Não estão identificadas zonas vulneráveis associadas a águas superficiais.

2.4.1.5. Zonas de protecção de habitats ou de espécies dependentes da água – Zonas de Protecção Especial (ZPE) (Directiva Aves - Directiva 79/409/CEE, de 2 de Abril)

As Zonas de Protecção Especial (ZPE) foram identificadas segundo o consubstanciado no Plano Sectorial da Rede Natura 2000 (PSRN2000), aprovado pela Resolução do Conselho de Ministros n.º 115-A/2008, de 21 de Julho.

A afectação das MA foi realizada de acordo com a lista de afectação criada pelo INAG e disponibilizada pela ARH Tejo. No Quadro 2.146 descrevem-se os critérios utilizados pelo INAG na selecção das MA afectas às ZPE.

Quadro 2.146 – Critérios de selecção das MA afectas às ZPE.

MA	Critério de selecção
MA Rio	- Extensão dentro da área da ZPE superior a 2000 m; ou - percentagem de extensão dentro da área da ZPE (em relação à extensão total da MA) superior a 20%.
MA Rios a montante de barragens (albufeiras)	- Área dentro da área da ZPE superior a 0,4 km ² ; ou - percentagem de área dentro da área da ZPE (em relação à área total da MA) superior a 20%.
MA de Transição	- Área dentro da área da ZPE superior a 0,5 km ² ; ou - percentagem de área dentro da área da ZPE (em relação à área total da MA) superior a 20%.
MA Costeiras	- Área dentro da área da ZPE superior a 0,5 km ² .

Fonte: Informação disponibilizada pela ARH do Tejo, I.P., 2011

A metodologia utilizada para avaliar em que medida a classificação das ZPE está associada aos recursos hídricos foi a seguinte:

- Levantamento das espécies do Anexo I da Directiva 79/409/CE, de 2 de Abril, e migradoras não incluídas no Anexo I, que ocorrem em cada ZPE;
- classificação das espécies, de acordo com o Livro Vermelho dos Vertebrados de Portugal (ICNB, 20010), nas categorias criticamente em perigo, em perigo e vulnerável;
- classificação das espécies relativamente à sua dependência da água, tendo-se considerado como dependentes da água as espécies que comem, habitam ou se reproduzem especificamente no meio aquático.

Identificaram-se, deste modo, 9 ZPE “em que a manutenção ou o melhoramento do estado da água é um dos factores importantes para a sua conservação”, das quais 7 estão associadas a MA: Paúl do Boquilobo, Cabo Espichel, Estuário do Tejo, Serra da Malcata, Tejo Internacional (Tejo Internacional, Erges e Pônsul), Veiros e Vila Fernando. De referir que na ZPE do Cabo Espichel não foram identificadas espécies aquáticas com estatuto de ameaça. As ZPE que não se encontram afectas a qualquer MA superficial denominam-se Lagoa Pequena e Monforte.

2.4.1.6. Sítios de Importância Comunitária (SIC) com habitats ou de espécies dependentes da água (Directiva Habitats – Directiva 92/43/CEE, de 21 de Maio)

Os Sítios de Importância Comunitária (SIC) foram identificados segundo o consubstanciado no Plano Sectorial da rede Natura 2000 (PSRN2000), aprovado pela Resolução do Conselho de Ministros n.º 115-A/2008, de 21 de Julho. A afectação das MA foi realizada de acordo com a lista de afectação criada pelo INAG e disponibilizada pela ARH Tejo. No Quadro 2.147 descrevem-se os critérios utilizados pelo INAG na selecção das MA afectas aos SIC.

Quadro 2.147 – Critérios de selecção das MA afectas aos SIC.

MA	Critério de selecção
MA Rio	- Extensão dentro da área do SIC superior a 2000 m; ou - percentagem de extensão dentro da área do SIC (em relação à extensão total da MA) superior a 20%.
MA Rios a montante de barragens (albufeiras)	- Área dentro da área do SIC superior a 0,4 km ² ; ou - percentagem de área dentro da área do SIC (em relação à área total da MA) superior a 20%.
MA de Transição	- Área dentro da área do SIC superior a 0,5 km ² ; ou - percentagem de área dentro da área do SIC (em relação à área total da MA) superior a 20%.
MA Costeiras	- Área dentro da área do SIC superior a 0,5 km ² .

Fonte: Informação disponibilizada pela ARH do Tejo, I.P., 2011

A metodologia utilizada para avaliar em que medida a classificação dos SIC está associada aos recursos hídricos foi a seguinte:

- Levantamento dos habitats naturais e semi-naturais constantes do Anexo B-I do Decreto-Lei n.º 49/2005, de 24 de Fevereiro, e das espécies de fauna e flora constantes dos anexos B-II, B-IV e B-V do mesmo Decreto-Lei;
- classificação das espécies de fauna, de acordo com o Livro Vermelho dos Vertebrados de Portugal, nas categorias criticamente em perigo, em perigo e vulnerável;
- classificação das espécies de flora, de acordo com o Quadro n.º 4 do PSRN2000, nas categorias muito ameaçada e ameaçada/vulnerável;
- classificação dos habitats, de acordo com o Quadro n.º 3 do PSRN2000, na categoria conservação prioritária;
- classificação das espécies e habitats relativamente à sua dependência da água.

Assim, identificaram-se 16 SIC “em que a manutenção ou o melhoramento do estado da água é um dos factores importantes para a sua conservação”, das quais 13 estão associadas a MA: Cabeção, Sicó/Alvaiázere, Nisa/Laje da Prata, Monfurado, Serra da Estrela, Serras de Aire e Candeeiros, Serra da Lousã, Estuário do Tejo, Sintra/Cascais, Arrábida/Espichel, Fernão Ferro/Lagoa de Albufeira, Malcata e São Mamede. Os SIC que não se encontram afectos a qualquer MA superficial denominam-se Gardunha, Serra de Montejunto e Complexo do Açor.

Apresenta-se em seguida as principais características das zonas protegidas da RH5 (Quadro 2.148).

Quadro 2.148 – Principais características das zonas protegidas da RH5.

Sub-bacia	Directiva 2000/60/CE		Directiva 2006/44/CE		Directiva 2006/7/CE		Directivas 91/271/CEE e 98/15/CEE		Directiva 79/409/CEE		Directiva 92/43/CEE	
	Captação água superficial		Água piscícola		Zona balnear		Zona sensível (nutrientes)		ZPE		Sítio	
	N.º	N.º de MA	N.º de MA	Extensão (km)	N.º	N.º de MA	N.º	N.º de MA	Área (km ²)	N.º de MA	Área (km ²)	N.º de MA
Rio Erges	0	0	0	0	0	0	0	0	116,2	7	126,8	4
Ribeira do Aravil	1	1	2	42,3	0	0	0	0	46,7	6	0	0
Rio Pônsul	1	1	5	64,5	0	0	0	0	23,9	4	18,5	0
Rio Ocreza	3	3	8	90,8	2	1	1	1	0	0	10,9	0
Rio Zêzere	16	11	33	661,0	23	14	0	0	50,7	2	688,2	19
Rio Almonda	0	0	0	0	0	0	0	0	4,3	1	9,5	0
Rio Alviela	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	191,2	2
Rio Maior	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	72	1
Rio Alenquer	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	14,9	0
Rio Sever	1	1	0	0	0	0	0	0	0	0	313,8	11
Ribeira de Nisa	1	1	5	63,9	0	0	0	0	0	0	206,7	8
Rio Sorraia	4	4	15	372,9	0	0	1	1	178,8	7	703,7	20
Tejo superior	2	2	1	23,9	2	2	0	0	140,9	5	232,1	6
Tejo inferior	1	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Estuário	0	0	0	0	1	1	0	0	336,3	9	382,5	10
Ribeiras Costeiras do Sul	0	0	0	0	0	0	0	0	0,7	0	38,2	3
Água Costeira do Tejo	1	1	0	0	29	1	0	0	13,2	1	55,7	2
Total	31	26	69	1 319,2	57	19	2	2	911,8	42	3 064,7	86

2.4.2. Águas subterrâneas

2.4.2.1. Zonas designadas para a captação de água destinada ao consumo humano

No âmbito do Artigo 7.º da DQA e do Artigo 48.º da Lei n.º 58/2005, de 29 de Dezembro, devem ser identificadas todas as MA destinadas à captação de água para consumo humano que forneçam mais de 10 m³/dia, em média, ou que sirvam mais de 50 pessoas.

Neste contexto foram inventariadas as captações de água subterrânea para abastecimento público localizadas nas MA subterrânea (Quadro 2.149). Desta forma, na RH5 foram indentificadas 12 zonas designadas para a captação de água subterrânea destinada ao consumo humano, correspondentes às 12 MA subterrânea afectas a esta região hidrográfica.

Quadro 2.149 – Captações de água subterrânea para abastecimento público.

MA	N.º de captações
Maciço Antigo Indiferenciado da Bacia do Tejo	786
Escusa	4
Monforte-Alter do Chão	10
Estremoz-Cano	23
Orla Ocidental Indiferenciado da Bacia do Tejo	104
Ourém	18
Ota-Alenquer	6
Pisões-Atrozela	6
Bacia Tejo-Sado Indiferenciado da Bacia do Tejo	40
Bacia Tejo-Sado Margem Direita	88
Bacia Tejo-Sado Margem Esquerda	399
Aluviões do Tejo	90
Total	1 574 ¹

Fonte: ¹Levantamento realizado na ARH do Tejo, I.P., 2010 (base de dados do REF e do licenciamento de captações de água subterrânea); ²INSAAR 2009 (Dados relativos a 2008).

As três MA afectas à RH4 constituem também zonas designadas para a captação de água destinada ao consumo humano, tendo sido identificadas no total 38 captações de água subterrânea para abastecimento público.

Ainda no âmbito da DQA, e tal como mencionado no Documento Guia n.º 16 “*Guidance on Groundwater in Drinking Water Protected Areas*”, pode promover-se a delimitação de zonas de protecção de modo a garantir a necessária protecção à água captada para consumo humano. Neste sentido, e na sequência da publicação do Decreto-Lei n.º 382/99, de 22 de Setembro, que estabelece os critérios para a delimitação dos perímetros de protecção das captações de água subterrânea destinadas ao abastecimento público, foram delimitados até à data nas zonas protegidas acima identificadas perímetros de protecção de 193 captações de água, pertencentes a 12 entidades gestoras do abastecimento público.

Quadro 2.150 – Captações de água subterrânea com perímetros de protecção publicados em Diário da República.

Entidade gestora	Diploma	N.º de captações
Câmara Municipal da Golegã	Resolução do Conselho de Ministros n.º 186/2003, de 11 de Dezembro*	2
Águas do Sado, S.A.	Portaria n.º 689/2008, de 22 de Julho*	21
Câmara Municipal do Barreiro	Portaria n.º 963/2010, de 23 de Setembro	11
Câmara Municipal de Mora	Portaria n.º 982/2010, de 24 de Setembro	6
Luságua Alcanena, S.A.	Portaria n.º 1186/2010, de 17 de Novembro*	6
EPAL, S.A.	Portaria n.º 1187/2010, de 17 de Novembro*	42
Câmara Municipal de Alcochete	Portaria n.º 1188/2010, de 17 de Novembro*	7
Águas de Alenquer, S.A.	Portaria n.º 118/2011, de 28 de Março	2
Águas de Santarém – E.M, S.A.	Portaria n.º 130/2011, de 1 de Abril	37
Câmara Municipal do Cartaxo	Portaria n.º 186/2011, de 6 de Maio	5

Entidade gestora	Diploma	N.º de captações
Câmara Municipal de Palmela	Portaria n.º 187/2011, de 6 de Maio	37
Águas do Ribatejo, E.I.M.	Portaria n.º 190/2011, de 10 de Maio	17

* Alterada pela Portaria n.º 97/2011, de 9 de Março.

2.4.2.2. Zonas vulneráveis

A Directiva 91/676/CEE do Conselho, de 12 de Dezembro, relativa à protecção das águas contra a poluição causada por nitratos de origem agrícola, foi transposta para o direito nacional através do Decreto-Lei n.º 235/97, de 3 Setembro, alterado pelo Decreto-Lei n.º 68/99, de 11 Março.

A Portaria n.º 164/2010, de 16 de Março, define três zonas vulneráveis na RH5: Tejo, Estremoz-Cano e Elvas-Vila Boim (Quadro 2.151). A Portaria n.º 83/2010, de 10 de Fevereiro, define para as zonas vulneráveis do Tejo e Elvas-Vila Boim o respectivo Programa de Acção.

Quadro 2.151 – Zonas vulneráveis delimitadas na RH5.

Zona Vulnerável	Área (km ²)	Área ocupada na RH5 (%)	Área ocupada em outras regiões hidrográficas (%)	Legislação aplicável
Tejo	2416,9	92,5	7,5	Portaria n.º 1100/2004, de 3 de Setembro Portaria n.º 164/2010, de 16 de Março
Estremoz – Cano	204,9	98,9	1,1	Portaria n.º 164/2010, de 16 de Março
Elvas – Vila Boim	22,1	5,5	94,5	Portaria n.º 164/2010, de 16 de Março

Uma vez que a zona vulnerável Estremoz-Cano só foi criada pela Portaria n.º 164/2010, de 16 de Março, o Anexo I da Portaria n.º 83/2010, de 10 de Fevereiro, não apresenta as características desta zona vulnerável nem o correspondente Programa de Acção.

2.4.2.3. Zona de infiltração máxima

De acordo com a Lei n.º 58/2005, de 29 de Dezembro, devem ser delimitadas as áreas do território que constituam zonas de infiltração máxima para a recarga de aquíferos para captação de água para abastecimento público de consumo humano, de modo a salvaguardar a qualidade dos recursos hídricos.

Estão definidas até ao momento na RH5 as zonas de máxima infiltração, de acordo com a legislação em vigor para a delimitação da Reserva Ecológica Nacional (REN), para a totalidade dos municípios com excepção de Alcochete, Azambuja, Entroncamento, Lisboa, Montijo, Odivelas, Oeiras e Setúbal (Quadro 2.152).

Quadro 2.152 – Municípios com as zonas de infiltração máxima delimitadas e respectiva legislação.

Município	Legislação	Alterações
Abrantes	Resolução do Conselho de Ministros n.º 88/96, de 12 de Junho	Resolução do Conselho de Ministros n.º 43/2002, de 12 de Março
Alcanena	Resolução do Conselho de Ministros n.º 70/96, de 13 de Maio	Resolução do Conselho de Ministros n.º 10/2008, de 21 de Janeiro
Alcoçaba	Resolução do Conselho de Ministros n.º 85/00, de 14 de Julho	Resolução do Conselho de Ministros n.º 112/2004, de 30 de Julho
Alenquer	Resolução do Conselho de Ministros n.º 66/96, de 9 de Maio	-
Almada	Resolução do Conselho de Ministros n.º 34/96, de 6 de Abril	Portaria n.º 1284/2010, de 16 de Dezembro Resolução do Conselho de Ministros n.º 31/2005, de 21 de Fevereiro

Município	Legislação	Alterações
Almeirim	Portaria n.º 756/93, de 25 de Agosto	Resolução do Conselho de Ministros n.º 86/2000, de 17 de Julho Resolução do Conselho de Ministros n.º 142/2001, de 5 de Setembro
Alpiarça	Resolução do Conselho de Ministros n.º 37/96, de 13 de Abril	Resolução do Conselho de Ministros n.º 88/2000, de 17 de Julho Resolução do Conselho de Ministros n.º 108/2008, de 11 de Julho
Alter do Chão	Resolução do Conselho de Ministros n.º 75/97, de 14 de Maio	Resolução do Conselho de Ministros n.º 114/2003, de 13 de Agosto
Alvaiázere	Resolução do Conselho de Ministros n.º 165/96, de 14 de Outubro	-
Amadora	Resolução do Conselho de Ministros n.º 185/97, de 28 de Outubro	-
Ansião	Resolução do Conselho de Ministros n.º 40/97, de 13 de Março	-
Arraiolos	Resolução do Conselho de Ministros n.º 34/97, de 5 de Março	Resolução do Conselho de Ministros n.º 115/2005, de 6 de Julho
Arronches	Portaria n.º 445/93, de 27 de Abril	Resolução do Conselho de Ministros n.º 117/96, de 1 de Agosto
Arruda dos Vinhos	Resolução do Conselho de Ministros n.º 190/97, de 29 de Outubro	-
Avis	Resolução do Conselho de Ministros n.º 99/98, de 4 de Agosto	Resolução do Conselho de Ministros n.º 154/2006, de 15 de Novembro
Barreiro	Resolução do Conselho de Ministros n.º 116/97, de 9 de Julho	-
Batalha	Resolução do Conselho de Ministros n.º 116/95, de 2 de Novembro	-
Belmonte	Resolução do Conselho de Ministros n.º 77/96, de 27 de Maio	Resolução do Conselho de Ministros n.º 116/2003, de 13 de Agosto
Benavente	Resolução do Conselho de Ministros n.º 61/2002, de 23 de Março	Resolução do Conselho de Ministros n.º 183/2007, de 18 de Dezembro
Borba	Resolução do Conselho de Ministros n.º 157/95, 25 de Novembro	Resolução do Conselho de Ministros n.º 7/2008, de 16 de Janeiro
Cadaval	Resolução do Conselho de Ministros n.º 189/97, de 29 de Outubro	-
Caldas da Rainha	Resolução do Conselho de Ministros n.º 158/2003, de 6 de Outubro	-
Cartaxo	Resolução do Conselho de Ministros n.º 187/97, de 28 de Outubro	Resolução do Conselho de Ministros n.º 110/2008, de 18 de Julho
Cascais	Resolução do Conselho de Ministros n.º 155/95, de 25 de Novembro	-
Castanheira de Pêra	Resolução do Conselho de Ministros n.º 58/96, de 26 de Abril	-
Castelo Branco	Resolução do Conselho de Ministros n.º 105/97, de 2 de Julho	Resolução do Conselho de Ministros n.º 107/2005, de 28 de Junho
Castelo de Vide	Resolução do Conselho de Ministros n.º 170/96, de 15 de Outubro	-
Chamusca	Resolução do Conselho de Ministros n.º 78/96, de 29 de Maio	Resolução do Conselho de Ministros n.º 127/2007, de 28 de Agosto Portaria n.º 1043/2010, de 8 de Outubro
Constância	Resolução do Conselho de Ministros n.º 127/95, de 7 de Novembro	-
Coruche	Resolução do Conselho de Ministros n.º 83/2000, de 14 de Julho	-
Covilhã	Resolução do Conselho de Ministros n.º 98/98, de 4 de Agosto	Portaria n.º 499/2010, de 14 de Julho
Crato	Resolução do Conselho de Ministros n.º 30/96, de 26 de Março	-

Município	Legislação	Alterações
Elvas	Portaria n.º 445/93, de 27 de Abril Resolução do Conselho de Ministros n.º 112/97, de 7 de Julho	Resolução do Conselho de Ministros n.º 57/2005, de 8 de Março
Estremoz	Resolução do Conselho de Ministros n.º 54/96, de 24 de Abril	-
Évora	Resolução do Conselho de Ministros n.º 115/2005, de 6 de Julho	-
Ferreira do Zêzere	Resolução do Conselho de Ministros n.º 126/95, de 7 de Novembro	-
Figueiró dos Vinhos	Resolução do Conselho de Ministros n.º 182/95, de 29 de Dezembro	-
Fronteira	Resolução do Conselho de Ministros n.º 128/95, de 8 de Novembro	Resolução do Conselho de Ministros n.º 145/2003, de 13 de Setembro
Fundão	Resolução do Conselho de Ministros n.º 121/96, de 8 de Agosto	Resolução do Conselho de Ministros n.º 107/2005, de 28 de Junho
Gavião	Resolução do Conselho de Ministros n.º 99/96, de 28 de Junho	-
Góis	Portaria n.º 346/93, de 23 de Março	Resolução do Conselho de Ministros n.º 79/97, de 14 de Maio
Golegã	Resolução do Conselho de Ministros n.º 87/96, de 12 de Junho	-
Guarda	Portaria n.º 86/94, de 7 de Fevereiro	Resolução do Conselho de Ministros n.º 97/2007, de 24 de Julho
Idanha-a-Nova	Resolução do Conselho de Ministros n.º 125/95, de 7 de Novembro	-
Leiria	Resolução do Conselho de Ministros n.º 85/96, de 11 de Junho	-
Loures	Resolução do Conselho de Ministros n.º 153/2000, de 11 de Novembro	-
Mação	Resolução do Conselho de Ministros n.º 133/95, de 10 de Novembro	Resolução do Conselho de Ministros n.º 148/2007, de 28 de Setembro
Mafra	Resolução do Conselho de Ministros n.º 42/2002, de 12 de Março	-
Manteigas	Portaria n.º 207/93, de 19 de Fevereiro	-
Marvão	Resolução do Conselho de Ministros n.º 19/97, de 8 de Fevereiro	-
Moita	Portaria n.º 778/93, de 3 de Setembro	Portaria n.º 289/2010, de 27 de Maio
Monforte	Resolução do Conselho de Ministros n.º 148/95, de 23 de Novembro	-
Montemor-o-Novo	Portaria n.º 273/94, de 7 de Maio	Resolução do Conselho de Ministros n.º 110/2004, de 28 de Julho
Mora	Resolução do Conselho de Ministros n.º 139/2008, de 16 de Setembro	-
Nisa	Portaria n.º 133/95, de 8 de Fevereiro	-
Oleiros	Resolução do Conselho de Ministros n.º 155/96, de 18 de Setembro	-
Ourém	Resolução do Conselho de Ministros n.º 136/2004, de 30 de Setembro	Resolução do Conselho de Ministros n.º 61/2007, de 26 de Abril
Palmela	Resolução do Conselho de Ministros n.º 36/96, de 13 de Abril	Portaria n.º 91/2011, de 28 de Fevereiro
Pampilhosa da Serra	Portaria n.º 1291/93, de 22 de Dezembro	Resolução do Conselho de Ministros n.º 15/2002, de 28 de Janeiro
Pedrógão Grande	Resolução do Conselho de Ministros n.º 120/95, de 2 de Novembro	-
Penamacor	Resolução do Conselho de Ministros n.º 29/96, de 26 de Março	-
Penela	Portaria n.º 183/93, de 17 de Fevereiro	-

Município	Legislação	Alterações
Pombal	Resolução do Conselho de Ministros n.º 64/96, de 9 de Maio	Resolução do Conselho de Ministros n.º 142/2008, de 17 de Setembro
Ponte de Sôr	Resolução do Conselho de Ministros n.º 157/2003, de 29 de Setembro	Resolução do Conselho de Ministros n.º 68/2008, de 14 de Abril Portaria n.º 1317/2010, de 28 de Dezembro
Portalegre	Resolução do Conselho de Ministros n.º 41/96, de 16 de Abril	-
Porto de Mós	Resolução do Conselho de Ministros n.º 130/96, de 22 de Agosto	-
Proença-a-Nova	Resolução do Conselho de Ministros n.º 27/96, de 26 de Março	-
Redondo	Portaria n.º 29/94, de 11 de Janeiro	Resolução do Conselho de Ministros n.º 78/97, de 14 de Maio Resolução do Conselho de Ministros n.º 60/2003, de 22 de Abril
Rio Maior	Resolução do Conselho de Ministros n.º 75/2000, de 5 de Julho	Resolução do Conselho de Ministros n.º 31/2008, de 19 de Fevereiro
Sabugal	Portaria n.º 1045/93, de 18 de Outubro	Resolução do Conselho de Ministros n.º 113/2008, de 21 de Julho
Salvaterra de Magos	Resolução do Conselho de Ministros n.º 169/2008, de 21 de Novembro	Resolução do Conselho de Ministros n.º 169/2008, de 21 de Novembro
Santarém	Resolução do Conselho de Ministros n.º 68/2000, de 1 de Julho	Portaria n.º 876/2009, de 14 de Agosto
Sardoal	Resolução do Conselho de Ministros n.º 130/95, de 9 de Novembro	-
Seixal	Resolução do Conselho de Ministros n.º 23/99, de 24 de Março	-
Sertã	Resolução do Conselho de Ministros n.º 96/96, de 26 de Junho	-
Sesimbra	Resolução do Conselho de Ministros n.º 194/97, de 3 de Novembro	-
Sintra	Resolução do Conselho de Ministros n.º 47/96, de 17 de Abril	Portaria n.º 1417/2009, de 16 de Dezembro
Sobral de Monte Agraço	Resolução do Conselho de Ministros n.º 54/2000, de 24 de Junho	-
Sousel	Resolução do Conselho de Ministros n.º 115/99, de 4 de Outubro	-
Tomar	Resolução do Conselho de Ministros n.º 131/96, de 22 de Agosto	Resolução do Conselho de Ministros n.º 42/2008, de 28 de Fevereiro
Torres Novas	Resolução do Conselho de Ministros n.º 98/96, de 28 de Junho	Portaria n.º 126/2011, de 31 de Março
Vendas Novas	Resolução do Conselho de Ministros n.º 146/97, de 10 de Setembro	-
Vila de Rei	Resolução do Conselho de Ministros n.º 121/95, de 2 de Novembro	-
Vila Franca de Xira	Resolução do Conselho de Ministros n.º 2/99, de 7 de Janeiro	Resolução do Conselho de Ministros n.º 139/2007, de 24 de Setembro Portaria n.º 1374/2009, de 29 de Outubro Declaração Retificação n.º 13/2010 de 20 de Abril
Vila Nova da Barquinha	Resolução do Conselho de Ministros n.º 40/96, de 15 de Abril	-
Vila Velha de Ródão	Portaria n.º 1038/93, de 16 de Outubro	-

Considerando que a delimitação da REN municipal é obrigatória, é objectivo deste Plano fornecer orientações que visem a delimitação adequada destas zonas protegidas. Desta forma, na delimitação das zonas de máxima infiltração, designadas no Decreto-Lei n.º 166/2008, de 22 de Agosto, por áreas estratégicas de protecção e recarga de aquíferos, deverão ser utilizadas preferencialmente as metodologias Índice de Facilidade de Infiltração, descrita em Oliveira *et al.*, (2002), e Índice de Infiltração Efectiva, descrita em CCDD-LVT (2009) e CCDD-LVT (2010).

- **Índice de Facilidade de Infiltração**

O Índice de Facilidade de Infiltração é composto pelos seguintes parâmetros:

Tipo de Solo (TS) – A natureza do solo condiciona a maior facilidade ou dificuldade de ocorrência de infiltração superficial. Esta está em grande parte dependente da permeabilidade do solo. Uma das formas disponíveis para classificar os solos em termos de permeabilidade e de facilidade de infiltração é a classificação hidrológica dos solos do *Soil Conservation Service* (dos E.U.A.) referida em David (1976), que compreende quatro tipos de solos distintos (Figura 2.37):

- Os solos tipo A apresentam baixo potencial de escoamento directo e elevadas intensidades de infiltração, mesmo quando completamente humedecidos. Incluem principalmente areias profundas com drenagem boa ou excessiva. Possuem uma elevada permeabilidade;
- os solos do tipo B apresentam potencial de escoamento directo abaixo da média e intensidades de infiltração moderadas, quando completamente humedecidos. Incluem principalmente solos medianamente profundos, com textura moderadamente fina e moderadamente grosseira, e medianamente drenados. Possuem uma permeabilidade média;
- os solos do tipo C têm potencial de escoamento directo acima da média e baixas intensidades de infiltração, quando completamente humedecidos. Incluem principalmente solos com camadas impermeáveis subjacentes e solos com textura moderadamente fina. Estes solos possuem uma permeabilidade baixa;
- os solos do tipo D apresentam um potencial de escoamento directo elevado e intensidade de infiltração muito baixa quando completamente humedecidos. Incluem essencialmente solos argilosos expansíveis, solos com o nível freático permanentemente próximo da superfície e solos com substratos impermeáveis a pouca profundidade. Estes solos possuem uma permeabilidade muito baixa.

Declive (D) - A topografia também condiciona a maior ou menor facilidade de ocorrência de escoamento directo e simetricamente, de menor ou maior facilidade de existência de infiltração superficial. Porque um terreno mais horizontal facilita a ocorrência de infiltração superficial enquanto que um terreno declivoso favorece o escoamento directo;

AGUT – Este parâmetro corresponde à quantidade máxima de água armazenável no solo que pode ser removida do solo através da evapotranspiração. Em condições em que não existe evapotranspiração o teor de água no solo apresenta um valor mínimo que é dado pela retenção específica do solo (sr). Acima deste valor é possível a ocorrência de escoamento subterrâneo por acção da gravidade, enquanto que abaixo deste valor a água fica retida no solo. No caso de existir evapotranspiração, o teor de água do solo pode descer até um valor mínimo que é dado pelo ponto de emurchecimento das plantas (wp). Através destas duas variáveis adquire-se a capacidade utilizável ($nu = sr - wp$). A profundidade máxima até onde pode ocorrer evapotranspiração é a profundidade atingida pelas raízes das plantas. Quanto maior o AGUT maior é a quantidade de água retida no solo (que pode ser renovada pelos processos conjuntos de evapotranspiração seguida de infiltração superficial) e menor é a infiltração profunda. O parâmetro AGUT vem então definido por, em rp é a profundidade aproximada das raízes das plantas (Figura 2.37 e Quadro 2.153).

$$AGUT = rp \cdot nu$$

Solo #	Tipo	nu	Solo #	Tipo	nu	Solo #	Tipo	nu	Solo #	Tipo	nu	Solo #	Tipo	nu
A	B	0,15	Atc	C	0,13	Pac	C	0,16	Ppx	C	0,18	Srt	C	0,10
Aa	D	0,12	Atl	C	0,10	Pag	D	0,13	Pqx	C	0,18	Srth	D	0,13
Aac	D	0,12	Atlc	C	0,07	Pagn	D	0,10	Ps	D	0,13	Ss	Z	-9
Ac	C	0,14	Bp	D	0,20	Papg	D	0,13	Psn	B	0,18	Svc'	D	0,13
Al	B	0,08	Bpc	D	0,20	Pagx	D	0,14	Pt	B	0,10	Svqx	C	0,14
Alc	C	0,12	Bva	D	0,16	Par	B	0,13	Ptc	C	0,29	Va	D	0,15
Ap	A	0,01	Bvc	D	0,11	Par*	B	0,13	Pv	D	0,11	Vac	D	0,16
Aph	C	0,06	Ca	D	0,14	Pat	B	0,15	Pvc	C	0,14	Vag	D	0,12
Apr	A	0,06	Caa	D	0,13	Pb	D	0,25	Pvl	D	0,12	Val	C	0,12
Arb	D	0,01	Caac	D	0,18	Pbc	D	0,12	Pvx	C	0,16	Vc	D	0,14
Arc	D	0,04	Cac	D	0,15	Pc	C	0,19	Px	D	0,19	Vc'	D	0,12
Arct	D	0,03	Cal	D	0,08	Pc'	C	0,22	Pxr	D	0,15	Vcc	C	0,16
Arxd	D	0,01	Calc	D	0,08	Pca	D	0,10	Pz	A	0,06	Vcd	D	0,13
Ard	D	0,01	Cb	D	0,18	Pcd	D	0,21	Pzh	C	0,06	Vcm	D	0,09
Arg	D	0,01	Cbc	D	0,25	Pcg	C	0,12	Qx	B	0,25	Vcr	D	0,10
Argn	D	0,01	Cd	D	0,16	Pcn	C	0,13	Rc	B	0,09	Vcs	C	0,12
Arm	D	0,01	Cp	D	0,21	Pcr	D	0,12	Rg	A	0,05	Vct	C	0,08
Arp	D	0,01	Cpc	D	0,14	Pcs	D	0,25	Rgc	B	0,08	Vcv	D	0,15
Arq	B	0,01	Cpv	D	0,20	Pct	D	0,13	S	Z	-9	Vcx	D	0,10
Ars	D	0,01	Eb	D	0,11	Pcx	D	0,12	Sag	D	0,20	Vdc	D	0,10
Art	D	0,03	Ec	D	0,18	Pcz	D	0,18	Sah	D	0,13	Vdg	D	0,11
Arx	D	0,01	Ed	D	0,07	Pdc	D	0,11	Sb	C	0,16	Vf	C	0,13
As	D	0,14	Eg	D	0,07	Pdg	D	0,10	Sba	C	0,14	Vgn	C	0,17
Asa	D	0,15	Egn	D	0,23	Pg	B	0,09	Sbac	C	0,14	Vl	B	0,10
Asac	D	0,14	Ep	D	0,14	Pga	B	0,09	Sbc	C	0,15	Vm	C	0,10
Asc	D	0,12	Eq	C	0,21	Pgm	B	0,15	Sbl	B	0,16	Vmc	D	0,12
Asl	D	0,13	Et	D	0,14	Pgn	B	0,14	Sblc	B	0,07	Vmg	C	0,12
Aslc	D	0,08	Etc	D	0,14	Pm	D	0,17	Scv	C	0,11	Vq	C	0,17
Asoc	Z	-9	Ets	D	0,13	Pmc	D	0,12	Sg	D	0,11	Vqx	C	0,14
Ass	D	0,17	Ex	D	0,12	Pmg	D	0,11	Sn	Z	-9	Vt	B	0,09
Assa	D	0,16	Mnga	B	0,12	Pmh	D	0,19	Sp	D	0,56	Vtc	D	0,15
Assac	D	0,28	Mngq	B	0,16	Pmn	C	0,11	Spb	D	0,17	Vtd	D	0,13
Assc	D	0,15	Mngx	B	0,15	Ppg	C	0,11	Spc'	D	0,13	Vts	B	0,11
Assl	D	0,08	Mns	B	0,14	Ppm	D	0,14	Spg	D	0,49	Vx	D	0,21
Asslc	D	0,08	Mnsx	B	0,16	Ppn	B	0,10	Spqx	C	0,15	Vxr	C	0,13
At	C	0,12	Mnt	C	0,08	Ppq	B	0,18	Sq	B	0,14			
Ata	D	0,22	Mnx	C	0,16	Ppr	A	0,09	Sr	C	0,12			
Atac	D	0,14	Pa	D	0,18	Ppt	B	0,13	Sr*	C	0,12			

Nota: Tipo Z ou nu = -9, significa que o valor não foi atribuído

Figura 2.37 – Caracterização do Tipo de Solo (Tipo) e da Capacidade Utilizável (nu, em mm), em função da legenda da Carta de Solos de Portugal (Solo #) à escala 1:25000 e 1:50000 (retirado de Oliveira *et al.*, 2002).

Quadro 2.153 – Profundidade aproximada das raízes das plantas (rp) em função da legenda da Carta CORINE Land Cover (escala 1:100 000) (Adaptado de Oliveira *et al.*, 2002).

Uso de solo (código)	rp (mm)
Tecido urbano contínuo (111)	0
Tecido urbano descontínuo (112), Espaços de actividades industriais, comerciais e de equipamentos gerais (121), Redes rodoviárias e ferroviárias e terrenos associados (122), Zonas portuárias (123), Aeroportos (124) Pedreiras, zonas de extracção de areias, minas a céu aberto (131), Zonas de descargas industriais, zonas de espalhamento de lixos (132), Estaleiros (133)	200
Pedreiras, zonas de extracção de areias, minas a céu aberto (131), Zonas de descargas industriais, zonas de espalhamento de lixos (132), Estaleiros (133)	250
Zonas com equipamentos desportivos e de ocupação dos tempos livres (142), Zonas de utilização agrícola fora dos perímetros de rega (211), Perímetros regados (212)	500
Arrozais (213)	600
Vinhas (221), Vinha + Pomar (2212), Vinha + Olival (2213)	1300
Pomares (222), Pomar + Vinha (2221), Pomar + Olival (2223)	1500
Olivais (223), Olival + Vinha (2231), Olival + Pomar (2232)	1300
Pastagens (231)	800
Culturas anuais associadas a culturas permanentes (241), Sistemas culturais e parcelares complexos (242)	1000

Terras ocupadas principalmente por agricultura com espaços naturais importantes (243)	1200
Territórios agro-florestais (244), Folhosas (311), Sobreiro (3111), Azinheira (3112), Sobreiro / Azinheira (3113), Castanheiro (3114), Carvalho (3115), Eucalipto (3116), Resinosas (312), Pinheiro Bravo (3121), Pinheiro Manso (3122), Florestas mistas (313)	2750
Pastagens pobres, trilhos (321)	800
Pântanos e charnecas (322)	500
Vegetação esclerófito - p. ex.: maquia, carrascal e esteval (323)	600
Espaços florestais degradados (324)	1500
Praias, dunas, areias e solos sem cobertura vegetal (331), Rocha nua (332), Estepes subdesérticas (333), Zonas áridas recentemente (334), Pântanos (411), Turfeiras (412), Sapais (421)	250
Salinas (422), Zonas intertidais (423), Cursos de água (511), Planos de água, lagos (512), Lagunas e cordões litorais (521), Estuários (522)	0

Finalmente, relativamente ao parâmetro geológico, o que interessa fundamentalmente é saber se as formações geológicas se encontram cobertas por solo e em caso afirmativo, o grau de fracturação ou existência ou não de cavidades que possam facilitar a infiltração das águas existentes à superfície. Neste caso, consideram-se apenas duas classes: (A) a existência de meios carsificados ou muito fissurados, onde as fracturas se encontram interligadas e contínuas em profundidade, ou (B) os restantes meios. No caso do parâmetro geológico, a ocorrência de áreas muito fracturadas ou apresentando-se carsificadas, faz com que automaticamente se considerem estas áreas como de infiltração máxima. Em Portugal Continental estão nestas condições diversos afloramentos de rochas calcárias carsificadas fundamentalmente de idade jurássica ou cretácica, e rochas quartzíticas fracturadas, de idade ordovícica.

Para a definição de um índice é necessário atribuir valores a cada um dos parâmetros (Quadro 2.154 e Figura 2.38) e é preciso arranjar uma expressão que ligue os diversos parâmetros. O tipo de solo pode assumir quatro valores, valorizando-se os solos que facilitam a infiltração superficial e penalizando-se os solos que favorecem o escoamento directo. O declive da superfície topográfica caracteriza-se da mesma forma que o parâmetro T no método DRASTIC. A quantidade máxima de água armazenável no solo e que pode ser utilizada para a evapotranspiração (AGUT) é caracterizada dividindo o valor que esta variável pode assumir em intervalos de 50 mm.

Quadro 2.154 – Divisão dos parâmetros em classe e valores a atribuir em cada classe
(adaptado de Oliveira *et al.*, 2002).

Parâmetro	Classe	Valor
Tipo de solo	A	10
	B	8
	C	4
	D	1
Declive (%)	<2	10
	2-6	9
	6-12	5
	12-18	3
	>18	1
AGUT (mm)	<50	10
	51-100	9
	101-150	8
	151-200	7
	201-250	6
	251-300	5
	301-350	4
	351-400	3
	401-450	2
	>450	1

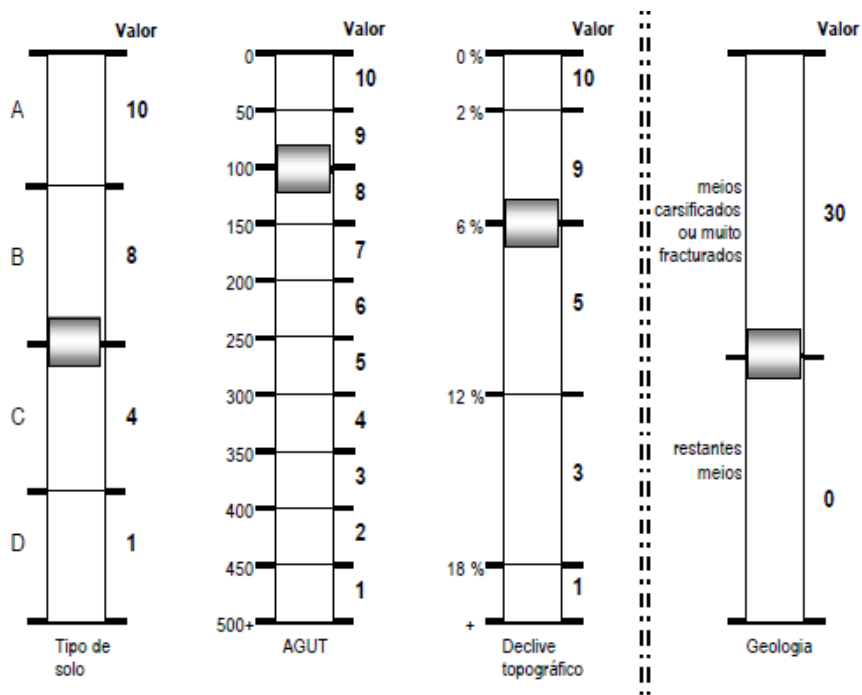


Figura 2.38 – Valores de cada parâmetro para o cálculo do Índice de Facilidade de Infiltração
(retirado de Oliveira *et al.*, 2002).

A forma de construir o índice de facilidade de infiltração (IFI) utilizando os três parâmetros é a mais simples

$$IFI = \text{valorTS} + \text{valorT} + \text{valorAGUT}$$

onde valorTS se refere ao valor atribuído ao tipo de solo, valorT ao valor atribuído ao declive e valorAGUT ao valor atribuído à variável AGUT, de acordo com o Quadro 2.152. Quanto maior for o índice maior é a facilidade de infiltração. Pela equação (2) verifica-se que o índice mínimo pode ser 3 e o índice máximo pode ser 30. O índice de facilidade de infiltração deverá assumir o seu valor máximo (30) no caso de se estar perante a existência de formações carsificadas ou muito fissuradas.

Para se definir as zonas de máxima infiltração a partir do índice de facilidade de infiltração é necessário definir um índice limite. Em primeiro lugar deverão ser considerados os seguintes critérios:

Áreas essencialmente planas, de declives menores ou iguais a 6% (PBH das Ribeiras do Oeste) ou 2% (PBH Tejo);

Áreas cujos solos permitem uma infiltração elevada, classificados como tipo A ou tipo B;

Áreas onde a quantidade máxima de água do solo utilizável para a evapotranspiração (AGUT) é inferior ou igual a 100 mm.

Considerando estes critérios, as zonas de máxima infiltração devem corresponder $IFI \geq 26$ ($\text{valorTS} \in \{10, 8\} \wedge \text{valorT} \in \{10, 9\} \wedge \text{valorAGUT} \in \{10, 9\}$). Este índice pode por isso ser utilizado como limite, embora se possam também considerar aceitáveis índices mais baixos para o índice limite.

- **Índice de Infiltração Efectiva**

Este índice corresponde à média ponderada de três parâmetros:

Recarga potencial (I_p) – calculada a nível do solo, utilizada na determinação do índice de vulnerabilidade à poluição, e de que se dispõe de cartografia dos valores calculados por balanço sequencial diário (Quadro 2.155). A cartografia disponível considera os valores deste parâmetro utilizados no cálculo do valor DRASTIC.

Quadro 2.155 – Recarga potencial ao nível do solo (adaptado de CCDR-LVT, 2009).

Recarga Potencial (mm/ano)	<51	51-102	102-178	178-254	>254
Índice	1	3	6	8	9

Declive da superfície topográfica (D) – O declive da superfície topográfica intervém na medida que promove o escoamento lateral (hipodérmico ou sub-superficial) ao nível do contacto do solo ou do rególito com a rocha subjacente. Aos declives maiores correspondem geralmente vales mais profundos e intersecção da superfície topográfica com maior espessura da zona vadosa, a que corresponde maior probabilidade de drenar aquíferos suspensos e, em geral, escoamentos sub-superficiais. Considerar-se-ão também os índices utilizados na metodologia DRASTIC (Quadro 2.156).

Quadro 2.156 – Declive da superfície topográfica (adaptado de CCDR-LVT, 2009).

Declive (%)	<2	2-6	6-12	12-18	>18
Índice	10	9	5	3	1

Litologia e estrutura da zona vadosa (ZV) – Este é o factor mais importante que condiciona a recarga efectiva e a diferenciação com o conceito de recarga potencial. Este parâmetro tomará valores de 1 a 10 e reflecte a natureza e a permeabilidade vertical da zona vadosa nas formações hidrogeológicas (Quadros 2.157 e 2.158). Os índices associados

às diferentes litologias existentes na zona vadosa, nas áreas da Área Metropolitana de Lisboa (AML) e do Oeste e vale o Tejo (OVT) apresentam-se nos quadros seguintes. Para a restante área da intervenção da ARH Tejo deverão extrapolar os valores existentes nos quadros referidos para litologias semelhantes.

Quadro 2.157 – Índices atribuídos à zona vadosa das várias litologias existentes na AML
(adaptado de CCDR-LVT, 2009).

Litologia da zona vadosa	Índice
Aluviões (lodos e argila)	1
Aluviões (arenosos)	7 (6-8)
Arenitos de Ulme	6 (3-6)
Argilas de Tomar	5
Belasiano	3,5 (3-4)
Brechas vulcânicas	3
Calcários do Dogger	6
Camadas de Alfeite	6 (5-7)
Complexo de Benfica	3
Complexo Vulcânico de Lisboa	2
Cretácico inferior da Arrábida	4 (3-5)
Cretácico inferior de Sintra-Cascais	5 (3-5)
Cretácico inferior orla ocidental	5 (3-5)
Cretácico médio	6 (4-6)
Depósitos arenosos da Estremadura	4
Dunas	8 (8-10)
Filões e chaminés vulcânicas	2
Formação de Alcácer do Sal	7 (6-8)
Formação da Marateca	6 (5-7)
Formação de Dagorda	1
Gabros e outras rochas básicas	3
Granitos	2
Jurássico inferior	6
Jurássico superior	4 (3-5)
Miocénico de Lisboa	4 (3-5)
Sienitos	2
Terraços arenosos	6 (6-8)
Terraços, areias e cascalheiras	6 (6-8)
Títoniano da Orla Ocidental (Sistema aquífero Atrozela)	6
Planos de água	0

Quadro 2.158 – Índices atribuídos à zona vadosa das várias litologias existentes no OVT
(adaptado de CCDR-LVT, 2010).

Litologia da zona vadosa	Índice
Dunas, areias de duna e de praia	10
Terraços e aluviões arenosas	8-10
Lodos e argilas	1
Depósitos do Maciço Calcário Estremenho	2-5
Depósitos do Pliocénico	3-6
Areias e argilas de pombal e Redinha (Miocénico)	3-5
Miocénico da Bacia do Tejo	5-7
Complexo detrítico e calcário do Paleogénico	3
Complexo Vulcânico de Lisboa	2
Calcários do Cretácico médio	4-6
Calcários margosos e margas do Cretácico inferior	3-4
Grés do Cretácico inferior	3-6
Grés superiores com restos de vegetais e dinossauros do Jurássico superior	3-4
Calcários carsificados do Jurássico superior: camadas de Montejunto, Calcários de Amaral e calcários de Ota e Alenquer	6-8
Outras formações do Jurássico superior	3-4
Calcários e calcários dolomíticos e Formação de Candeeiros do Jurássico médio	8-10
Dolomitos, calcários e calcários dolomíticos do Jurássico inferior	6-7
Formação da Dagorda	1
Grés de Silves do triásico	2
Quartzitos	3
Rochas fracturadas e fissuradas (ígneas e metamórficas)	2

Quando a zona vadosa é areia grosseira limpa ou calcário muito carsificado o valor da recarga efectiva é igual ao da recarga potencial (I_p) e o índice toma o valor 10. Para zonas vadosas de muito baixa permeabilidade, como lodos e argilas, toma o valor 1. Outra situação limite que toma o valor 1 é quando a superfície freática no aquífero principal tem a mesma cota que a superfície da água no solo.

O índice de recarga efectiva (I_{Ref}) toma a forma de uma média ponderada, calculado através da seguinte expressão:

$$I_{Ref} = (1 \times I_p + 1 \times D + 3 \times ZV) / 5$$

I_p representa a recarga potencial (parâmetro R do índice DRASTC tal como foi calculado no âmbito dos PBH actualmente em vigor), D é o declive da superfície topográfica e ZV representa o índice da litologia e estrutura da zona vadosa.

I_{Ref} toma o valor mínimo de 1 e o valor máximo de 9,8. Os valores calculados são agrupados em 10 classes (de 1 a 10): a atribuição da classe corresponde ao arredondamento do valor do I_{Ref} para o inteiro mais próximo; a classe 1 diz respeito à situação de recarga efectiva mínima e a classe 10 indica a situação hidrogeológica com maior capacidade de recarga efectiva.

A identificação e delimitação das áreas estratégicas de protecção e recarga de aquíferos deverá basear-se nos seguintes pontos:

- As classes 8 e 9 do Índice de Recarga Efectiva (IRef), independentemente do declive;
- as classes 6 e 7 do IRef, apenas em terrenos com declive < 6%;

Apesar das duas metodologias acima descritas já considerarem alguma informação geológica, considera-se indispensável a sobreposição das áreas delimitadas por estas metodologias com a geologia, de modo a estabelecer alguma correlação. Sendo assim, na delimitação das zonas de máxima infiltração, além da aplicação destas metodologias, deverão ser também tidas em conta as características hidrogeológicas e respectiva aptidão hidrogeológica das formações geológicas, sendo importante a conceptualização do escoamento subterrâneo na área a estudar, de forma a proteger o que é efectivamente ou potencialmente importante proteger.

Por último salienta-se que, em ambas as metodologias, os autores referem que, apesar da aplicação das metodologias a toda a área em estudo, a definição das zonas de máxima infiltração só fará sentido no caso de existirem corpos hídricos subterrâneos subjacentes com interesse.

2.4.3. Síntese

Actualmente, existem na RH5 um conjunto de zonas protegidas que deverão ser preservadas e alvo de uma gestão criteriosa.

No que diz respeito às MA superficiais estão designadas as seguintes zonas protegidas: 19 zonas piscícolas, 57 águas balneares, 2 zonas sensíveis a nível de eutrofização, 6 ZPE e 13 SIC. Importa referir que neste âmbito só se identificam as ZPE e SIC que possuem espécies com estatuto de ameaça directamente associadas ao meio hídrico.

No que respeita às águas subterrâneas, encontram-se classificadas 12 zonas designadas para a captação de água subterrânea destinada ao consumo humano, correspondentes às 12 MA subterrâneas afectas à RH5 e duas zonas vulneráveis (Tejo e Estremoz-Cano).

Refere-se ainda que as três MA subterrâneas afectas à RH4 constituem também zonas designadas para a captação de água subterrânea destinada ao consumo humano. Relativamente às zonas vulneráveis, salienta-se a existência da zona vulnerável de Elvas-Vila Boim que apresenta apenas 5,5% da sua área na RH5.

De seguida sistematiza-se a informação referente às captações de água para consumo humano (Quadro 2.159).

Quadro 2.159 – Captações para consumo humano superficiais e subterrâneas designadas como zonas protegidas.

Águas Superficiais ¹		Águas Subterrâneas	
N.º de captações	N.º de MA	N.º de captações	N.º de MA
31	26	1 574	12

Fonte: Levantamento realizado na ARH do Tejo, I.P., 2010 (base de dados do REF e do licenciamento de captações de água subterrânea); INSAAR 2009 (Dados relativos a 2008).

¹ Salienta-se que as captações identificadas não têm, ainda, perímetros de protecção aprovados ao abrigo da Portaria n.º 702/2009, de 6 de Julho.

2.4.4. Outras Áreas Classificadas

Para além das zonas protegidas referidas na DQA e na Lei da Água, importa identificar outras áreas classificadas, designadamente as áreas protegidas, as zonas sensíveis, excluindo o critério relativo aos nutrientes e os sítios RAMSAR.



Mapa 59 – Distribuição das outras áreas classificadas associadas às águas superficiais

Neste sentido, no Quadro 2.160 apresentam-se as outras áreas classificadas da RH5.

Quadro 2.160 – Outras áreas classificadas da RH5.

Outras áreas classificadas	Caracterização
Zonas sensíveis (excluindo o critério nutrientes) (Directiva das Águas Residuais Urbanas - Directiva 98/15/CE, de 21 de Fevereiro)	Estão designadas cinco zonas sensíveis excluindo o critério nutrientes: Nabão, Tejo/Vala de Alpiarça, Trancão, Lagoa de Albufeira e Estuário do Tejo.
Áreas protegidas (Decreto-Lei n.º 142/2008, de 24 de Julho)	Identificam-se nove áreas protegidas afectas a MA: Parque Natural do Tejo Internacional, Parque Natural das Serras de Aire e Candeeiros, Parque Natural de Sintra-Cascais, Reserva Natural do Estuário do Tejo, Parque Natural da Serra de São Mamede, Reserva Natural da Serra da Malcata, Reserva Natural do Paúl do Boquilobo, Parque Natural da Arrábida e Parque Natural da Serra da Estrela.
Sítios RAMSAR (Convenção sobre Zonas Húmidas)	Destacam-se as seguintes zonas húmidas: Lagoa de Albufeira, Polje de Mira-Minde, Planalto Superior da Serra da Estrela e Troço Superior do Rio Zêzere.

3. REDES DE MONITORIZAÇÃO

3.1. ESTADO DAS ÁGUAS

3.1.1. Águas superficiais

As actuais redes de monitorização do estado das MA superficiais, foram estabelecidas pelo INAG, e comunicadas através do WISE à Comissão Europeia, em 2007, no âmbito do Artigo 8.º da DQA, tendo a ARH Tejo, procedido a alguns ajustes na localização e número de estações, assim como nos parâmetros a amostrar no início de cada ciclo anual de amostragem. Estas redes foram definidas tendo como base as estações da rede nacional da qualidade da água.

3.1.1.1. Rede de vigilância

a) Rios

Pretende-se com a rede de vigilância definida para as MA da categoria rios:

- Esclarecer as dúvidas relativas à análise de risco efectuada em resposta ao Artigo 5.º da DQA, em 2005, revista posteriormente com base nos dados da Campanha de Monitorização promovida pelo INAG, em 2004-2006 e na reavaliação do risco químico efectuada em Dezembro de 2006, incluindo MA “Em dúvida” e MA como estando “Não em Risco”;
- avaliar as alterações a longo prazo das condições naturais e das actividades antropogénicas;
- validar e consolidar as condições de referência e o sistema de classificação do estado ecológico.



Mapa 60 – Monitorização de vigilância das águas superficiais.

Designaram-se dois tipos de estações de vigilância:

- Estações de vigilância tipo I – Onde se pretende avaliar as alterações a longo prazo resultantes das acções antropogénicas e da variabilidade temporal e espacial das condições naturais e esclarecer o estado das MA em dúvida de acordo com a análise de risco efectuada. São monitorizados todos os elementos de qualidade do

estado ecológico num ano de amostragem. Os elementos biológicos e os elementos hidromorfológicos de suporte são amostrados na Primavera, os elementos químicos e físico-químicos de suporte são amostrados trimestralmente, no caso dos gerais, e bimestralmente no caso dos poluentes específicos.

- Estações de vigilância Sistema de Classificação (SC) – Estações onde a frequência de amostragem é superior à que se verifica nas estações de vigilância do tipo I, no sentido de robustecer e aferir o sistema de avaliação do estado ecológico e as condições de referência. São monitorizados todos os elementos de qualidade do estado ecológico em pelo menos dois anos de amostragem. Os elementos biológicos e os elementos hidromorfológicos de suporte são amostrados na Primavera, os elementos químicos e físico-químicos de suporte são amostrados trimestralmente, no caso dos gerais, e bimestralmente no caso dos poluentes específicos

O elemento biológico fitoplâncton não está incluído nos elementos biológicos a amostrar, dado que em resultado do regime hidrológico marcadamente torrencial que caracteriza os tipos de rios que são amostrados, a comunidade fitoplanctónica não tem naturalmente expressão. Este elemento de qualidade é apenas considerado para o tipo “Grandes Rios”, não estando este tipo contemplado nesta rede porque todas as MA deste tipo estão “Em risco”.

Os métodos de amostragem para os elementos biológicos a utilizar são os definidos pelo INAG¹⁷. Os métodos a amostrar para os elementos químicos e físico-químicos de suporte são os que se encontram definidos no Decreto-Lei n.º 236/98, de 1 de Agosto. O método a utilizar para a caracterização dos elementos hidromorfológicos de suporte é o estabelecido pelo INAG¹⁸.

A rede de vigilância para MA da categoria rios é constituída por 83 estações, das quais 62 são da Vigilância tipo I, 21 da Vigilância SC e oito estão incluídas na rede de referência. A rede de referência corresponde a um conjunto de estações localizadas em MA com estado excelente que permitirão avaliar a longo prazo a variação das condições naturais e das actividades antropogénicas na região hidrográfica.

b) Águas de transição

A rede de vigilância estabelecida para esta categoria de MA, que na área da RH5 inclui duas MA da sub-bacia Estuário, pretende complementar a análise de risco realizada no âmbito do Artigo 5.º da DQA, em 2005, onde estas MA foram consideradas “Em dúvida”.

A rede de monitorização de vigilância de águas de transição é constituída por três estações de amostragem. Em cada ano são amostrados elementos químicos e físico-químicos de suporte (três vezes ao ano, na Primavera, Verão e Outono) e os elementos de qualidade biológica fitoplâncton (três vezes ao ano, na Primavera, Verão e Outono), macroinvertebrados bentónicos (uma vez por ano, na Primavera), peixes (uma vez por ano, no Outono), macroalgas e angiospérmicas (uma vez por ano na Primavera). As amostragens são efectuadas à superfície, meio e fundo, em praia-mar e baixa-mar. Para além da matriz água, é ainda amostrada a matriz sedimentos (uma vez por ano na Primavera).

Os métodos de amostragem a utilizar são os definidos pelo INAG. Para as SP+OP, os métodos analíticos foram seleccionados de acordo com exposto no Artigo 7.º do Decreto-Lei n.º 103/2010, de 24 de Setembro, de forma a garantir a qualidade e harmonização de resultados analíticos.

Esta rede é constituída por três estações.

¹⁷ http://dqa.inag.pt/dqa2002/port/docs_apoio/nacionais.html

¹⁸ http://dqa.inag.pt/dqa2002/port/docs_apoio/RHS%20portugal2.html.

c) Águas costeiras

No que se refere às águas costeiras, a rede de vigilância foi definida para a MA costeira do Tipo A5, dado que de acordo com a análise de risco realizada no âmbito do Artigo 5.º da DQA, em 2005, esta MA está “Em Dúvida”. Esta rede inclui apenas uma estação de amostragem onde são realizadas em cada ano amostragens de elementos químicos e físico-químicos de suporte (três vezes ao ano, na Primavera, Verão e Outono) e os elementos de qualidade biológica: fitoplâncton (três vezes ao ano, na Primavera, Verão e Outono), macroinvertebrados bentónicos (uma vez por ano, na Primavera), macroalgas (uma vez por ano na Primavera). As amostragens são efectuadas apenas numa fase de maré. Para além da matriz água, é ainda amostrada a matriz sedimentos (uma vez por ano na Primavera).

Os métodos de amostragem a utilizar são os definidos pelo INAG. Para as SP+OP, os métodos analíticos foram seleccionados de acordo com exposto no Artigo 7.º do Decreto-Lei n.º 103/2010, de 24 de Setembro, de forma a garantir a qualidade e harmonização de resultados analíticos.

Nesta rede está incluída uma única estação de MA Costeiras.

d) Massas de água Fortemente Modificadas da categoria rios, troços de rio a montante de barragens designados como albufeiras

Com a rede de vigilância estabelecida para as MAFM da categoria Rios, troços de rio a montante de barragens designadas como albufeiras, pretende-se:

- Esclarecer o potencial das MA “Em dúvida” de acordo com a avaliação do estado trófico e com a avaliação do risco químico efectuada em Dezembro de 2006;
- avaliar as alterações a longo prazo nas condições naturais e resultantes do alargamento da actividade antropogénica;
- validar e consolidar o sistema de classificação do potencial ecológico para MAFM da categoria rios, troços a montante de albufeiras.

Em cada albufeira apenas é monitorizado o fitoplâncton, dado que dos elementos de qualidade biológica da categoria a que mais se assemelham as MAFM a montante de barragens, os lagos, apenas este e os peixes reflectem o potencial ecológico das MA, nos estudos efectuados até ao momento. De facto, as características morfológicas e hidrológicas, resultantes do regime de exploração da albufeira, resultam no desenvolvimento incipiente ou pouco preditível de comunidades de macrófitas, de fitobentos e de macroinvertebrados, pelo que não se justifica a sua monitorização neste ciclo de planeamento e gestão. Por outro lado, o INAG recomendou que, atendendo aos elevados custos de monitorização, não fosse monitorizado o elemento de qualidade biológica peixes antes deste elemento de qualidade ter sido submetido ao Exercício de Intercalibração previsto no item iv) do 1.4.1 do Anexo V da DQA.

Além do fitoplâncton, a monitorizar seis vezes por ano, serão monitorizados com a mesma frequência os elementos químicos e físico-químicos de suporte. Todos os elementos de qualidade serão monitorizados anualmente no sentido de garantir um nível de fiabilidade e precisão aceitável, dado que o fitoplâncton apresenta elevada sensibilidade e variabilidade intra e inter-anual. No que se refere aos elementos hidromorfológicos de suporte, a frequência de amostragem dos parâmetros relativos ao regime hidrológico deverá ser horária/diária, enquanto que as condições morfológicas deverão ser analisadas uma única vez no período de amostragem.

O protocolo de amostragem para o fitoplâncton é o definido pelo INAG. Os métodos a amostrar para os elementos químicos e físico-químicos de suporte são os que se encontram definidos no Decreto-Lei n.º 236/98, de 1 de Agosto. Nesta rede estão incluídas dez estações.

e) Massas de água Fortemente Modificadas da categoria rios, troços de rio a jusante de barragens

Não foi definida uma rede de vigilância para as MAFM a jusante de barragens uma vez que no âmbito da análise de risco efectuada para o Artigo 5.º da DQA, e posteriormente revista, não foram identificadas MAFM a jusante de barragens “Em dúvida” ou em “Não risco”.

3.1.1.2. Rede Operacional

a) Rios

Com a rede de monitorização operacional pretendeu-se determinar o estado de MA identificadas como estando em risco de não atingir os seus objectivos ambientais, tendo em conta a análise de risco efectuada no âmbito do Artigo 5.º da DQA, revista posteriormente com base nos dados da Campanha de Monitorização promovida pelo INAG, em 2004-2006 e na reavaliação do risco químico efectuada em Dezembro de 2006, ou onde são descarregadas substâncias prioritárias ou outras em quantidades significativas. Foram definidos cinco tipos de estações:



Mapa 61 – Monitorização Operacional das águas superficiais.

- Estações de monitorização operacional tipo I – as pressões dominantes são a poluição orgânica e os nutrientes, pelo que são amostrados os invertebrados bentónicos, na Primavera, e todos os elementos químicos e físico-químicos de suporte, trimestralmente, no caso dos gerais, e bimestralmente no caso dos poluentes específicos, num ano de amostragem. As SP+OP são monitorizadas bimestralmente, no ano de amostragem;
- Estações de monitorização operacional tipo II – as pressões dominantes são a poluição orgânica, os nutrientes e a pressão hidromorfológica, pelo que são amostrados os invertebrados bentónicos, os peixes e os elementos hidromorfológicos de suporte, uma vez na Primavera, e todos os elementos químicos e físico-químicos de suporte, trimestralmente, no caso dos gerais, e bimestralmente no caso dos poluentes específicos, num ano de amostragem. As SP+OP são monitorizadas bimestralmente no ano de amostragem;
- Estações de monitorização operacional Sistema de Classificação (SC) – a frequência de amostragem é superior à que se verifica nas estações operacionais tipo I e II, no sentido de robustecer e aferir o sistema de avaliação do estado ecológico. São monitorizados todos os elementos de qualidade do estado ecológico em pelo menos dois anos. Os elementos biológicos e os elementos hidromorfológicos de suporte do estado ecológico são amostrados na Primavera, os elementos químicos e físico-químicos de suporte, trimestralmente, no caso dos gerais, e bimestralmente no caso dos poluentes específicos. As SP+OP são monitorizadas bimestralmente no ano de amostragem;
- Estações de monitorização operacional “Grandes Rios” – estações em MA do rio Tejo consideradas em risco em que são amostrados os peixes e todos os elementos hidromorfológicos, na Primavera, o fitoplâncton e os elementos químico e físico-químicos de suporte e SP+OP, três vezes no Verão, Outono, Inverno, Primavera (ao mesmo tempo que o elemento biológico peixes), durante um ano de amostragem. As SP+OP são monitorizadas bimestralmente, por ano;

- Estações de monitorização operacional “Substâncias perigosas” estações em que são apenas amostradas substâncias prioritárias e outros poluentes que constam do Decreto-Lei n.º 103/2010, de 24 de Setembro, e alguns poluentes específicos em determinadas estações cujo risco de ocorrência o justifica, com periodicidade bimestral no ano de amostragem.

Os métodos de amostragem para os elementos biológicos a utilizar são os definidos pelo INAG¹⁹. Os métodos a amostrar para os elementos químicos e físico-químicos de suporte são os que se encontram definidos no Decreto-Lei n.º 236/98, de 1 de Agosto. O método a utilizar para a caracterização dos elementos hidromorfológicos de suporte é o estabelecido pelo INAG²⁰. Para as SP+OP, os métodos analíticos foram seleccionados de acordo com exposto no Artigo 7.º do Decreto-Lei n.º 103/2010, de 24 de Setembro, de forma a garantir a qualidade e harmonização de resultados analíticos.

A rede é constituída por 77 estações, das quais 55 estações são do tipo I, quatro estações do tipo II, nove estações do tipo “sistema de classificação”, quatro estações “Grandes Rios” e 14 estações do tipo “substâncias perigosas”. De referir que existem cinco estações que são simultaneamente do tipo I e das “substâncias perigosas”.

b) Águas de Transição

A rede operacional estabelecida para a categoria MA de transição inclui duas MA da sub-bacia Estuário em “Em risco”, com cinco estações de amostragem. No que se refere às características desta rede, atendendo à escassez de informação disponível à data da realização da análise de risco efectuada no âmbito do Artigo 5.º da DQA, optou-se por não se distinguir a rede operacional da rede de vigilância para esta categoria de MA, em termos de elementos de qualidade do estado ecológico e respectivos parâmetros, periodicidade e frequência de amostragem, assim como SP+OP. Os métodos de amostragem são os referidos para a rede de vigilância.

c) Águas Costeiras

Esta rede abrange apenas uma MA referente à Lagoa de Albufeira, com dois pontos de amostragem. À semelhança do que foi referido para as águas de transição, e pelos mesmos motivos, também para a categoria MA costeiras se optou por não distinguir a rede operacional da rede de vigilância, em termos de elementos de qualidade do estado ecológico e respectivos parâmetros, periodicidade e frequência de amostragem, assim como SP+OP. Os métodos de amostragem são os referidos para a rede de vigilância.

d) Massas de água Fortemente Modificadas da categoria rios, troços de rio a montante de barragens designados como albufeiras

Com a rede operacional estabelecida para as MAFM da categoria rios, troços de rio a montante de barragens designadas como albufeiras pretende-se:

- Determinar o potencial das MA identificadas como estando “Em risco” de não atingir o bom estado, tendo em conta a análise de risco efectuada no âmbito do Artigo 5.º da DQA, revista posteriormente tendo em conta o estado trófico e a reavaliação do risco químico efectuada em Dezembro de 2006; ou onde são descarregadas substâncias SP+OP em quantidades significativas;
- validar e consolidar o sistema de classificação do potencial ecológico para as (MAFM) da categoria rios, troços de rio a montante de barragens designados como albufeiras.

¹⁹ http://dqa.inag.pt/dqa2002/port/docs_apoio/nacionais.html

²⁰ http://dqa.inag.pt/dqa2002/port/docs_apoio/RHS%20portugal2.html

Considerando que a pressão dominante das MAFM da categoria rios, troços de rio a montante de barragens designados como albufeiras, é a poluição orgânica e nutrientes, o elemento de qualidade biológico monitorizado é o fitoplâncton, com uma frequência de seis vezes por ano. Além do fitoplâncton, serão monitorizados com a mesma frequência os elementos químicos e físico-químicos de suporte e SP+OP. No que se refere aos elementos hidromorfológicos de suporte, a frequência de amostragem dos parâmetros relativos ao regime hidrológico deverá ser horária/diária.

O protocolo de amostragem para o fitoplâncton é o definido pelo INAG²¹. Os métodos a amostrar para os elementos químicos e físico-químicos de suporte são os que se encontram definidos no Decreto-Lei n.º 236/98, de 1 de Agosto. Para as SP+OP os métodos analíticos foram seleccionados de acordo com exposto no Artigo 7.º do Decreto-Lei n.º 103/2010, de 24 de Setembro, de forma a garantir a qualidade e harmonização de resultados analíticos.

Incluem-se nesta rede 13 estações.

e) **Massas de água Fortemente Modificadas da categoria rios, troços de rio a jusante de barragens**

Com a rede de monitorização operacional pretendeu-se determinar o potencial das MAFM da categoria rios, troços de rio a jusante de barragens, identificadas como estando “Em risco “de não atingir os seus objectivos ambientais, tendo em conta a análise de risco efectuada no âmbito do Artigo 5.º da DQA, revista posteriormente com base nos dados da Campanha de Monitorização promovida pelo INAG, em 2004-2006 e na reavaliação do risco químico efectuada em Dezembro de 2006, ou onde são descarregadas SP+OP em quantidades significativas. Pretendeu-se também disponibilizar dados para a classificação do potencial ecológico em MAFM da categoria rios a jusante de barragens.

Nestas estações são monitorizados os elementos de qualidade biológica mais sensíveis às alterações hidromorfológicas, ou seja os invertebrados bentónicos, os peixes e os elementos hidromorfológicos de suporte, uma vez na Primavera, e todos os elementos químicos e físico-químicos de suporte, trimestralmente, no caso dos gerais, e bimestralmente no caso dos poluentes específicos, num ano de amostragem. As SP+OP são monitorizadas seis vezes por ano.

Os métodos de amostragem são os mesmos que foram referidos para a rede operacional para a categoria rios.

Esta rede é constituída por oito estações.

3.1.1.3. Rede de Investigação

A monitorização de investigação visa complementar as duas monitorizações de vigilância e operacional anteriores e é aplicável nos casos de avaliação da extensão e impacto da poluição accidental ou cuja origem não é conhecida. É ainda aplicável a situações específicas de necessidade de conhecimentos e gestão adaptativa, por exemplo, para avaliar a eficácia de medidas a implementar, ou para medir a incerteza associada aos sistemas de classificação. Actualmente não existe uma rede de investigação definida para a RH5.

3.1.1.4. Rede das Zonas Protegidas

Tendo em conta as redes de monitorização definidas para o estado, foram definidas redes complementares, em termos de estações e de parâmetros, para o cumprimento de Directivas relativas às zonas protegidas (Quadro 2.161):



Mapa 62 – Monitorização das zonas protegidas às águas superficiais.

²¹ http://dqa.inag.pt/dqa2002/port/docs_apoio/nacionais.html

- Zonas designadas para a captação de água para consumo humano;
- zonas designadas para a protecção de espécies aquáticas de interesse económico;
- zonas Balneares;
- zonas designadas como zonas sensíveis em termos de nutrientes;
- zonas designadas para a protecção de habitats ou de espécies.

Quadro 2.161 – Número de estações para as zonas protegidas na RH5.

Rede	Número de Estações					Total
	MA Naturais			MAFM Rios		
	Rios	Transição	Águas Costeiras	Jusante de barragens	Montante de barragens - Albufeiras	
Rede das Zonas Protegidas – Captação de água destinada ao consumo humano*	13	-	-	1	12	26
Rede das Zonas Protegidas – Protecção de espécies aquáticas de interesse económico	21	-	-	7	7	35
Rede das Zonas Protegidas – Directiva Habitats	34	8	3	2	6	53
Rede das Zonas Protegidas – Directiva Aves	15	8	1	2	1	27
Rede das Zonas Protegidas – Águas balneares	17	1	29	-	10	57
Rede das Zonas Protegidas – Zonas sensíveis	-	-	-	-	2	2

* Das 31 captações inventariadas, 5 não estão a ser exploradas, pelo que não foram incluídas nas redes de monitorização.

Das 53 estações de monitorização no âmbito da Directiva Habitats, 15 coincidem com as 27 estações monitorizadas no âmbito da Directiva Aves, estando todas incluídas nas redes de monitorização do estado.

3.1.1.5. Síntese

No Quadro 2.162 está indicado o número de estações por cada rede.

Quadro 2.162 – Número de estações para cada tipo de rede de monitorização na RH5.

Rede	MA Naturais						MAFM Rios				MA Artificiais		TOTAL	
	Rios		Transição		Águas Costeiras		(jusante de barragens)		(montante de barragens - Albufeiras)					
	Estações	MA	Estações	MA	Estações	MA	Estações	MA	Estações	MA	Estações	MA	Estações	MA
DQA - Vigilância	83	81	3	2	1	1	-	-	10	6	-	-	97	90
DQA - Operacional	77	72	5	2	2	1	8	5	13	11	-	-	105	91
DQA - Investigação	Não estabelecida													
TOTAL DQA	160	153	8	4	3	2	8	5	23	17	-	-	202	181
Zonas Protegidas														
Captação de água destinada ao consumo humano	13	12	-	-	-	-	1	1	12	8	-	-	26	21

Rede	MA Naturais						MAFM Rios				MA Artificiais		TOTAL	
	Rios		Transição		Águas Costeiras		(jusante de barragens)		(montante de barragens - Albufeiras)					
Protecção de espécies aquáticas de interesse económico	21	19	-	-	-	-	7	4	7	6	-	-	35	29
Sensíveis	-	-	-	-	-	-	-	-	2	2	-	-	2	2
Habitats	34	29	8	4	3	2	2	1	6	4	-	-	53	40
Aves	15	11	8	4	1	1	2	1	1	1	-	-	27	18
Balneares	17	13	1	1	29	1	-	-	10	4	-	-	57	19

3.1.2 Águas subterrâneas

No âmbito do Artigo 8.º da DQA que impõe aos Estados-Membros a elaboração de programas de monitorização do estado das águas, de forma a permitir uma análise coerente e exaustiva do mesmo, em cada região hidrográfica, foram contemplados, para as águas subterrâneas, os seguintes programas de monitorização:

- Monitorização do estado quantitativo: visa fornecer uma avaliação fiável do estado quantitativo de todas as MA subterrâneas, incluindo uma avaliação dos recursos hídricos subterrâneos disponíveis;
- monitorização do estado químico: visa proporcionar uma panorâmica coerente e completa do estado químico das águas subterrâneas em cada bacia hidrográfica bem como permitir detectar a presença de tendências a longo prazo antropogenicamente induzidas, para o aumento das concentrações de poluentes. Este programa engloba a monitorização de vigilância e a monitorização operacional.

3.1.2.1 Estado quantitativo

A rede de monitorização de quantidade das águas subterrâneas foi implementada com o objectivo de avaliar e acompanhar a evolução temporal e espacial dos recursos hídricos subterrâneos disponíveis.

A rede utilizada para a avaliação do estado quantitativo é constituída por 163 estações, localizadas em onze MA. Desta forma, é possível constatar que foi utilizada a totalidade da informação disponível até Maio de 2010, a qual ultrapassa significativamente o número de estações de monitorização actualmente existentes.



Mapa 63 – Monitorização quantitativa das águas subterrâneas.

Quadro 2.163 – Estações de monitorização utilizadas para a avaliação do estado quantitativo.

MA	N.º de estações
Maçço Antigo Indiferenciado da Bacia do Tejo	2
Escusa	5
Monforte-Alter do Chão	3
Estremoz-Cano	19
Orla Ocidental Indiferenciada da Bacia do Tejo	4
Ourém	10
Ota-Alenquer	0
Pisões-Atrozela	2

MA	N.º de estações
Bacia do Tejo-Sado Indiferenciado da Bacia do Tejo	2
Bacia do Tejo-Sado/Margem Direita	22
Bacia do Tejo-Sado/Margem Esquerda	75
Aluviões do Tejo	18
Total	163

Importa referir que para a MA subterrânea Ota-Alenquer existe uma única estação de monitorização, que apresenta dados apenas para o ano hidrológico 2000/2001, não sendo por isso possível efectuar uma análise das variações dos níveis piezométricos.

Relativamente às três MA subterrânea afectas à RH4, a rede de monitorização utilizada para a avaliação do estado quantitativo é constituída por 13 estações. No caso da MA subterrânea Sicó-Alvaiázere, as estações de monitorização actualmente existentes são apenas nascentes, não sendo por isso possível efectuar uma análise das variações dos níveis piezométricos.

3.1.2.2 Rede de vigilância

A rede de monitorização de vigilância tem como objectivo complementar e validar o processo de avaliação do impacto nas MA e determinar tendências a longo prazo de alteração das condições naturais das mesmas bem como da actividade antropogénica.



Mapa 64 – Monitorização de vigilância das águas subterrâneas.

A rede utilizada para a avaliação do estado químico é constituída por 222 estações, distribuídas pelas 12 MA da RH5. Tal como referido para a rede anterior, foi utilizada a totalidade da informação disponível no período considerado (2004-2008), a qual ultrapassa significativamente o número de estações de monitorização actualmente existentes (Quadro 2.164).

Quadro 2.164 – Estações da rede de vigilância utilizadas para a avaliação do estado químico.

MA	N.º de estações
Maciço Antigo Indiferenciado da Bacia do Tejo	33
Escusa	3
Monforte-Alter do Chão	13
Estremoz-Cano	18
Orla Ocidental Indiferenciada da Bacia do Tejo	3
Ourém	5
Ota-Alenquer	2
Pisões-Atrozela	3
Bacia do Tejo-Sado Indiferenciado da Bacia do Tejo	4
Bacia do Tejo-Sado/Margem Direita	35
Bacia do Tejo-Sado/Margem Esquerda	91
Aluviões do Tejo	12
Total	222

Para as três MA subterrânea afectas à RH4, a rede de monitorização de vigilância utilizada para a avaliação do estado quantitativo é constituída por 30 estações.

3.1.2.3 Rede operacional

A rede operacional tem como objectivo estabelecer o estado químico das MA em risco de não cumprirem o objectivo ambiental e identificar a presença de tendências, antropogenicamente induzidas, significativas e persistentes para o aumento da concentração de poluentes.



Mapa 65 – Monitorização operacional das águas subterrâneas.

A rede utilizada para a avaliação do estado químico é constituída por 52 estações, localizadas na MA Aluviões do Tejo. À semelhança do referido para a rede de vigilância, foi utilizada a totalidade da informação disponível no período considerado (2004-2008), a qual ultrapassa significativamente o número de estações de monitorização actualmente existentes (Quadro 2.165).

Quadro 2.165 – Estações da rede operacional utilizadas para a avaliação do estado químico.

MA	N.º de estações
Aluviões do Tejo	52

3.1.2.4 Zonas protegidas

a) Zonas designadas para a captação de água destinada ao consumo humano

De acordo com o Artigo 7.º da DQA, devem ser monitorizadas todas as MA que forneçam, em média, mais de 100 m³/dia.

A rede utilizada para a monitorização das zonas designadas para a captação de água destinada ao consumo humano é constituída por 19 captações de água subterrânea para abastecimento público (Quadro 2.166).



Mapa 66 – Monitorização das zonas protegidas associadas às águas subterrâneas.

Quadro 2.166 – Estações utilizadas para a monitorização das zonas designadas para a captação de água destinada ao consumo humano.

Zona protegida	N.º de estações
Maciço Antigo Indiferenciado da Bacia do Tejo	3
Escusa	2
Monforte-Alter do Chão	2
Estremoz-Cano	2
Orla Ocidental Indiferenciada da Bacia do Tejo	0
Ourém	0
Ota-Alenquer	1
Pisões-Atrozela	2
Bacia do Tejo-Sado Indiferenciado da Bacia do Tejo	0
Bacia do Tejo-Sado/Margem Direita	1
Bacia do Tejo-Sado/Margem Esquerda	6
Aluviões do Tejo	0
Total	19

Do conjunto de 12 zonas protegidas existentes na RH5, quatro não são actualmente monitorizadas, existindo ainda duas zonas protegidas que possuem apenas uma estação de monitorização, pelo que deverá ser efectuada a optimização desta rede.

Das três zonas protegidas correspondentes às três MA afectas à RH4, e considerando apenas a área localizada na RH5, a única que não se encontra actualmente a ser monitorizada é Penela-Tomar, existindo apenas duas captações nas restantes zonas protegidas.

b) Zonas vulneráveis

A monitorização das zonas vulneráveis localizadas na RH5 é efectuada ao abrigo da Directiva n.º 91/676/CEE. A rede implementada actualmente é constituída por 104 estações, distribuídas pelas zonas vulneráveis do Tejo e de Estremoz-Cano (Quadro 2.167).

Quadro 2.167 – Estações utilizadas para a monitorização das zonas vulneráveis.

MA	Zona vulnerável	N.º de estações	Total
Maciço Antigo Indiferenciado da Bacia do Tejo	Estremoz-Cano	1	23
Estremoz-Cano		22	
Bacia do Tejo-Sado/Margem Direita	Tejo	3	81
Bacia do Tejo-Sado/Margem Esquerda		29	
Aluviões do Tejo		49	

Refere-se ainda que, dada a reduzida área da zona vulnerável Elvas-Vila Boim incluída na RH5, a sua rede de monitorização é apresentada no PGRH da RH7.

c) Zonas de infiltração máxima

As zonas de infiltração máxima constituem zonas protegidas que não estão sujeitas a qualquer programa de monitorização.

3.1.3 Avaliação da representatividade e adequabilidade das redes de monitorização

3.1.3.1 Águas Superficiais

A avaliação da representatividade e adequabilidade das redes existentes para avaliação do estado só será realizada no final do ciclo de monitorização para o período 2010-2012.

3.1.3.2 Águas Subterrâneas

Relativamente à avaliação da representatividade das actuais redes de monitorização dos estados quantitativo e químico para as MA subterrâneas, a mesma baseou-se no método do Índice de Representatividade (IR), como recomendado em *Grath et al.*, (2001).

O IR quantifica a eficiência de cobertura da rede existente comparando-a com uma cobertura teórica triangular que preencha o domínio sem sobreposições nem espaços vazios. De acordo com este índice, uma rede com maior número de pontos não tem necessariamente melhor eficiência, uma vez que esta depende da homogeneidade da distribuição espacial, mais do que do número de pontos. Este método permite verificar se a rede cumpre o princípio de homogeneidade, condição necessária para respeitar os pressupostos subjacentes ao cálculo das médias aritméticas, isto é, que cada ponto contribui com o mesmo peso para o cálculo da média. Para tanto é obrigatório assumir a

homogeneidade da MA, isto é, que as propriedades do meio, as condições de escoamento, e a distribuição espacial das pressões não são suficientes para originar alterações de quantidade e/ou qualidade em áreas específicas que justifiquem a separação destas do conjunto da MA.

Considera-se que uma rede é suficientemente homogénea se o seu valor de IR for superior a 80%. O IR é uma medida quantitativa da precisão da informação recolhida, no que diz respeito à capacidade para estimar correctamente os valores das médias a partir dos dados de campo. Este índice é ainda complementado com a análise da frequência, do número e tipo de parâmetro amostrado, do método de recolha e de análise, a fim de verificar se o plano de amostragem cumpre os objectivos da monitorização. O Quadro 2.168 apresenta-se o IR calculado para as redes de monitorização actuais, à data do início dos trabalhos deste PGRH, do estado quantitativo e estado químico (vigilância e operacional).

Quadro 2.168 – Resultados da aplicação do IR para as actuais redes de monitorização da avaliação do estado.

MA	Rede da Quantidade		Rede de Vigilância		Rede Operacional	
	N.º de estações	IR (%)	N.º de estações	IR (%)	N.º de estações	IR (%)
Maciço Antigo Indiferenciado da Bacia do Tejo	2	38,1	12	74,3	0	-
Escusa	4	59,6	3	43,5	0	-
Monforte-Alter do Chão	3	62,9	9	73,8	0	-
Estremoz-Cano	12	43,3	8	38,9	0	-
Orla Ocidental Indiferenciada da Bacia do Tejo	4	17,7	0	-	0	-
Ourém	9	51,8	3	67,0	0	-
Ota-Alenquer	0	-	1	60,2	0	-
Pisões-Atrozela	2	34,4	2	34,9	0	-
Bacia do Tejo-Sado Indiferenciado da Bacia do Tejo	2	54,2	1	29,32	0	-
Bacia do Tejo-Sado/Margem Direita	8	70,7	11	54,1	0	-
Bacia do Tejo-Sado/Margem Esquerda	41	40,3	32	44,6	0	-
Aluviões do Tejo	14	51,6	10	55,6	47	49,3

Os cálculos efectuados permitiram ainda verificar que nas três MA afectas à RH4 as redes de monitorização do estado quantitativo e químico apresentam IR inferior a 80%.

Tanto a rede do estado quantitativo como as redes do estado químico (vigilância e operacional) apresentam valores de IR abaixo do valor recomendável (80%).

A MA Ota-Alenquer não dispõe actualmente de qualquer ponto de monitorização do estado quantitativo e apenas possui um ponto para monitorização do estado químico. A MA Orla Ocidental Indiferenciado da Bacia do Tejo não dispõe de qualquer ponto de monitorização do estado químico.

Estas limitações na representatividade das redes não condicionaram a avaliação do estado, uma vez que para este foi utilizada a totalidade da informação disponível para o período analisado, quer no caso do estado químico (2004-2008), quer no estado quantitativo (todos os dados disponíveis até Maio de 2010), a qual ultrapassa significativamente o número de estações de monitorização actualmente existentes.

As medições do nível da água nas estações da rede de monitorização do estado quantitativo são realizadas mensalmente, encontrando-se instaladas sondas automáticas programadas para medição diária em alguns locais. Esta periodicidade revela-se suficiente para realizar a avaliação do estado das MA.

Relativamente ao estado químico, tendo em conta a hidrodinâmica e o conjunto de pressões identificadas para as MA, considera-se que a periodicidade semestral utilizada nas estações de monitorização é suficiente para a avaliação do estado.

Os métodos de recolha, transporte e análise das amostras já utilizados seguem as indicações técnicas recomendadas pela Organização Internacional de Standardização (ISO), nomeadamente nas ISO 5667 (1, 2, 3, 11 e 18).

3.1.4 Síntese das redes de monitorização do Estado das Águas

3.1.4.1 Águas Superficiais

Em síntese, no Quadro 2.169 é apresentado o número de estações para as actuais redes de monitorização do estado e zonas protegidas na RH5, considerando a sua densidade por unidade linear (km) ou por área (km²), consoante são MA da categoria rios e MAFM da categoria rios, troços a jusante de barragens, ou MA da categoria águas de transição, águas costeiras e MAFM da categoria rios, troços de rio a montante de barragens.

Quadro 2.169 – Número de estações por rede e por categoria de MA superficial na RH5.

Rede	Rios (MA Naturais e MAFM a jusante de barragens)		Rios (MAFM a montante de barragens - Albufeiras)		Transição (Naturais)		Costeiras (Naturais)	
	N.º de Estações	Extensão das MA (km)	N.º de Estações	Área das MA (km ²)	N.º de Estações	Área das MA (km ²)	N.º de Estações	Área das MA (km ²)
DQA - Vigilância	83	1666,72	10	70,09	3	175,85	1	380,08
DQA - Operacional	85	2492,36	13	58,40	5	191,73	2	1,60
Densidade de Estações (por 1000 km ² de área de bacia)	7,3		9,27		9,96		23,36	
Densidade de Estações*	26,70		155,59		21,77		7,86	
Zonas Protegidas								
Captação de água destinada ao consumo humano	83,87% das Captações							
Protecção de espécies aquáticas de interesse económico	27,69 Estações por 1000 km de Troço designado (n=19)							
Sensíveis	100% das MA identificadas							
Habitats	24,14		147,43		21,77		7,86	
Densidade de Estações*	25,78		61,42		21,77		2,63	
Aves	25,78		61,42		21,77		2,63	
Densidade de Estações*	25,78		61,42		21,77		2,63	
Balneares	100% das Zonas Balneares Designadas							

* Por 1000 km ou 1000 km² de MA

3.1.4.2 Águas Subterrâneas

Para as 12 MA subterrâneas afectas à RH5, as actuais redes de monitorização dos estados quantitativo e químico e zonas protegidas são constituídas pelas estações indicadas no Quadro 2.170.

Quadro 2.170 – Estações das redes de monitorização actuais.

N.º de estações				
Estado Quantitativo	Estado Químico		Zonas Protegidas	
	Vigilância	Operacional	Zonas designadas para a captação de água destinada ao consumo humano	Zonas Vulneráveis
101	92	47	19	104

No que respeita às três MA afectas à RH4, e considerando apenas a sua área incluída na RH5, as actuais redes de monitorização são constituídas pelas referidas no Quadro 2.171.

Quadro 2.171 – Estações das redes de monitorização actuais (MA subterrâneas afectas à RH4).

N.º de estações				
Estado Quantitativo	Estado Químico		Zonas Protegidas	
	Vigilância	Operacional	Zonas designadas para a captação de água destinada ao consumo humano	Zonas Vulneráveis
5	10	0	2	0

3.2 REDE CLIMATOLÓGICA

A rede climatológica compreende as estações onde se efectua a medição das variáveis meteorológicas, nomeadamente, a precipitação, a temperatura, a evaporação, a evapotranspiração, a pressão atmosférica, a radiação solar, a insolação, a velocidade e direcção do vento e a humidade do ar. Na RH5 existem actualmente 213 postos meteorológicos, dos quais 129 são estações udográficas, 21 são estações climatológicas e uma é uma estação climatológica flutuante existente na albufeira do Maranhão (para as restantes 62 estações não é indicada a sua tipologia nos elementos consultados no SNIRH). São todos postos da responsabilidade do INAG, à excepção de onze postos da responsabilidade do Grupo EDP. De assinalar que das 213 estações apenas 154 se encontram em funcionamento. No Quadro 2.172 pode observar-se a distribuição do número de estações por sub-bacia.



Mapa 67 – Redes climatológica, hidrométrica e sedimentológica.

Realizou-se uma primeira abordagem relativamente à representatividade das estações considerando a sua densidade por sub-bacia. Em termos médios a densidade é de 1,1 estação por cada 100 km², no entanto, considerando apenas as estações activas (incluindo neste conjunto as que se encontram não instaladas e suspensas), a densidade reduz-se para 0,9 estações (menos 51 estações na região). Todas as sub-bacias são monitorizadas, à excepção de uma, a sub-bacia Ribeiras Costeiras do Sul. Considerando as estações activas, junta-se a esta sub-bacia a Ribeira de Nisa e o Rio Grande da Pipa, que também não dispõem de monitorização das variáveis climáticas. Relativamente às estações automáticas com telemetria (26 estações), a densidade média é de 0,3, considerando as sub-bacias onde as mesmas se encontram implantadas, salientando-se no caso da sub-bacia Rio Trancão a existência de uma estação por cada 100 km². No que respeita à comparação do número de estações com a área de cada sub-bacia verifica-se um número mais elevado de estações nas sub-bacias de maiores dimensões e uma redução das estações activas em sub-bacias que apresentam uma área menos importante, como o Rio Alviela e o Rio Alenquer.

Quadro 2.172 – Rede para medição das variáveis Precipitação (estações climatológicas e udográficas), Temperatura, Ventos, Humidade do ar, Evaporação e Radiação (estações climatológicas).

Sub-bacia	Número de estações com registo de Precipitação (a)	Número de estações com registo de Temperatura, Ventos, Humidade do ar, Evaporação e Radiação (a)
Rio Erges	2	0
Ribeira do Aravil	1	0
Rio Pônsul	14	2
Rio Ocreza	17	1
Rio Zêzere	46	7
Rio Almonda	3	1
Rio Alviela	9	0
Rio Maior	9	3
Rio Alenquer	10	3
Rio Grande da Pipa	2	0
Rio Trancão	5	1
Grande Lisboa	3	0
Rio Sever	3	0
Ribeira de Nisa	2	0
Vala de Alpiarça e Ribeira de Ulme	2	0
Ribeira de Muge	9	2
Ribeira de Magos	2	1
Rio Sorraia	45	7
Ribeiras Tejo Superior	15	1
Ribeiras Tejo Inferior	3	0
Ribeiras Estuário	8	2
Ribeiras Costeiras do Sul	0	0
Água Costeira do Tejo	3	0
Total de estações	213	31

3.3 REDE HIDROMÉTRICA

A rede hidrométrica inclui estações com dois tipos de objectivos: a quantificação de caudais e níveis em cursos de água e a quantificação de níveis em albufeiras. Na RH5 existem actualmente 159 postos hidrométricos. No que respeita à situação de funcionamento destes postos contabilizam-se 73 estações activas, 63 estações extintas, sete estações desactivadas, nove estações suspensas e sete estações instaladas. Deste universo 124 estações não possuem quaisquer dados de escoamento mensal e 24 não possuem dados significativos em nenhuma variável (> 10 anos). No Quadro 2.172 pode observar-se a distribuição do número de estações por sub-bacia.

Realizou-se uma primeira abordagem relativamente à representatividade das estações, considerando a densidade de estações por sub-bacia. Em termos médios a densidade é de 1,2 estação por cada 100 km², no entanto, considerando apenas as estações activas (incluindo neste conjunto as que se encontram desactivadas, suspensas e instaladas), a densidade reduz-se para 0,8 estações (menos 63 estações na região). Todas as sub-bacias são monitorizadas, contudo e considerando as estações activas, a ribeira da Muge deixou de ter as suas quatro estações a funcionar. Relativamente às estações automáticas com telemetria (36 estações), a densidade média é de 0,6 considerando as sub-bacias onde as mesmas se encontram implantadas, salientando-se as sub-bacias da Grande Lisboa com 1,7 estação/100 km² e a

Ribeira Grande da Pipa com 2,5 estações/100 km². No que respeita à comparação do número de estações com a área de cada sub-bacia verifica-se um número mais elevado de estações nas sub-bacias de maiores dimensões (Sorraia, Zêzere e Tejo Superior) e na sub-bacia Tejo Inferior. Assinala-se uma importante redução de estações activas na sub-bacia Tejo Inferior, que deste modo apresenta um valor de densidade mais próximo do valor médio.

3.4 REDE SEDIMENTOLÓGICA

A rede sedimentológica encontra-se actualmente inoperacional. Contudo, esteve em funcionamento até no início dos anos noventa (1993/94), na sua vertente de medição de caudal sólido. No Quadro 2.171 pode observar-se a distribuição do número de estações por sub-bacia, indicando-se a distribuição por sub-bacia das 32 estações que integram esta rede na região em estudo. Algumas destas estações possibilitaram a obtenção de registos do caudal sólido em suspensão e de granulometrias de fundo. Os principais objectivos da rede sedimentológica são a caracterização granulométrica dos cursos de água, a caracterização química dos sedimentos, a determinação de caudais sólidos transportados e volumes depositados, o estabelecimento de relações caudal líquido/caudal sólido e ainda a avaliação das alterações funcionais de obras e estruturas hidráulicas. De assinalar ainda que rede sedimentológica compreende estações em cursos de água e estações em albufeiras. Esta rede de monitorização é arquitectada através de levantamentos batimétricos e avaliação da sedimentação em albufeiras, com os quais se controla o transporte de material sólido, e de amostragens de caudal sólido em suspensão e granulometria de fundo nas estações hidrométricas presentes nas linhas de água. Relativamente aos levantamentos batimétricos assinalam-se os efectuados em diferentes datas no rio Tejo e a programação da sua execução em algumas albufeiras que se situam na região hidrográfica.

A abordagem preliminar à representatividade das estações considerando a densidade de estações por sub-bacia apontou para valores normalmente baixos, com excepção das sub-bacias Rio Alenquer, Rio Almonda e Rio Trancão. Existem ainda um conjunto de sub-bacias que não se encontram abrangidas pela monitorização da rede sedimentológica: Grande Lisboa, Ribeira de Magos, Ribeira de Muge, Ribeira do Aravil, Ribeiras Costeiras do Sul, Rio Erges, Rio Grande da Pipa, Rio Ocreza, Rio Pônsul, Vala de Alpiarça e Ribeira de Ulme.

3.5 SÍNTESE

A distribuição do número de estações por sub-bacia e por tipologia de rede pode observar-se no Quadro 2.173.

Quadro 2.173 – Número de estações nas redes de monitorização do estado (rede de vigilância e rede operacional), climatológica, hidrométrica e sedimentológica, por sub-bacia.

Sub-bacia	Rede de monitorização do estado da água			Rede climatológica	Rede hidrométrica ⁸	Rede sedimentológica ⁸
	Total estações	Rede de vigilância	Rede operacional			
Rio Erges	5	2	3	2	3	2
Ribeira do Aravil	3	2	1	1	1	0
Rio Pônsul	13	7	6	14	4	0
Rio Ocreza	13	0	13	17	6	0
Rio Zêzere	48	40	8	46	31	3
Rio Almonda	3	0	3	3	4	2
Rio Alviela	3	0	3	9	5	1

Sub-bacia	Rede de monitorização do estado da água			Rede climatológica	Rede hidrométrica ⁸	Rede sedimentológica ⁸
	Total estações	Rede de vigilância	Rede operacional			
Rio Maior	3	0	3	9	3	0
Rio Alenquer	1	0	1	10	4	4
Rio Grande da Pipa	1	1	0	2	4	0
Rio Trancão	5	0	5	5	4	3
Grande Lisboa	2	1	1	3	6	0
Rio Sever	8	6	2	3	3	1
Ribeira de Nisa	2	0	2	2	4	2
Vala de Alpiarça e Ribeira de Ulme	2	1	1	2	2	0
Ribeira de Muge	3	3	0	9	4	0
Ribeira de Magos	1	0	1	2	1	0
Rio Sorraia	53	20	33	45	31	10
Tejo Superior	12	7	5	15	13	2
Tejo Inferior	4	1	3	3	17	2
Estuário	12	4	8	8	4	1
Ribeiras Costeiras do Sul	3	1	2	0	2	0
Água Costeira do Tejo	2	1	1	3	3	0
Total	202	97	105	213	159	32

Nota: Refere-se que nesta listagem se incluem todas as estações climatológicas que se encontram no SNIRH, incluindo algumas que se encontram extintas. Refere-se que algumas estações são monitorizadas na rede operacional e na rede operacional de substâncias perigosas.
Fonte: ARH do Tejo, I.P., 2010; SNIRH, 2010

A abordagem preliminar à representatividade das estações das Redes Climatológica, Hidrométrica e Sedimentológica, considerando a densidade de estações por sub-bacia, apontou para valores normalmente baixos, com excepção das sub-bacias Rio Alenquer, Rio Almonda, Rio Trancão e o Rio Tejo. Existem ainda um conjunto de sub-bacias que não se encontram abrangidas pela monitorização da rede sedimentológica.

A caracterização das redes climatológica, hidrométrica e sedimentológica integrou a análise dos seguintes aspectos:

1. Breve enquadramento histórico da reestruturação destas redes e das actuais redes que se encontram implementadas na RH5;
2. Identificação dos objectivos da monitorização realizada por cada rede;
3. Identificação do número de estações por MA e por sub-bacia;
4. Identificação por estação da sua tipologia, situação de funcionamento, objectivo da monitorização, período de registo de dados e tipo de aquisição de dados;

5. Referência ao Sistema de Vigilância e Alerta de Cheias (SVAC) que possibilita o controlo de níveis de alerta de cheias, e identificação das estações inseridas neste sistema, de monitorização automática com teletransmissão, pertencentes às redes meteorológica e hidrométrica;
6. Primeira abordagem relativamente à representatividade das estações considerando a densidade de estações por sub-bacia.

A análise preliminar da representatividade das redes considerou as seguintes abordagens, em termos do número de estações em função da sua situação de funcionamento e do tipo de aquisição de dados, a saber:

- Estações que integram a actual rede;
- estações que integram a actual rede, excepto as estações extintas, considerando que estas não serão reactivadas;
- estações com aquisição de dados por telemetria.

A densidade de estações por sub-bacia foi determinada de duas formas: área abrangida por cada estação e número de estações por 100 km². Considerou-se uma densidade por 100 km² por este valor corresponder à menor área das sub-bacias que compõem a RH5.

4. ESTADO DAS MASSAS DE ÁGUA

A avaliação do estado das MA superficiais integra a classificação do estado ecológico e do estado químico, sendo que o estado de uma MA é definido em função do pior dos dois.

O estado ecológico traduz a qualidade estrutural e funcional dos ecossistemas aquáticos associados às águas de superfície, e é definido com base no desvio relativamente às condições de referência, ou seja, relativamente às condições existentes em MA pertencentes ao mesmo tipo e que evidenciam ausência de pressões antropogénicas significativas. Para as MAA ou MAFM, o estado ecológico é substituído pelo potencial ecológico, que representa o desvio de qualidade que uma MA apresenta relativamente ao máximo que pode atingir, o máximo potencial ecológico.

O estado químico reflecte a presença de substâncias químicas nos ecossistemas aquáticos que em condições naturais não estariam presentes ou estariam presentes em concentrações reduzidas.

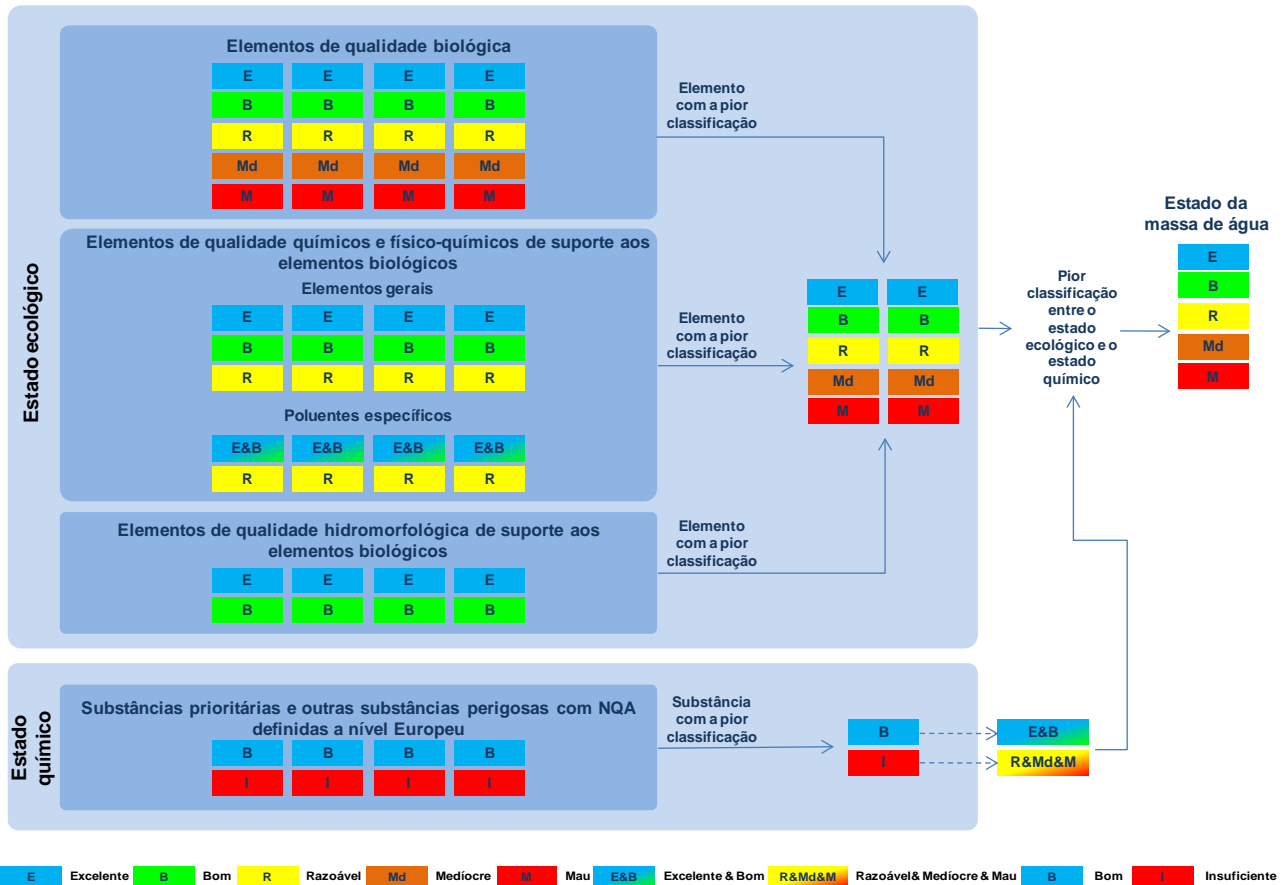
Para as águas subterrâneas, a avaliação do estado engloba a avaliação do estado quantitativo e do estado químico das MA. A obtenção da classificação “estado bom” para as águas subterrâneas requer que se verifique um conjunto de condições através da realização de uma série de testes de classificação, aplicáveis na avaliação do estado quantitativo e do estado químico.

O estado químico de uma MA subterrânea é dado pela pior classificação dos testes químicos relevantes para os elementos em risco. O estado quantitativo é dado pela pior classificação dos testes quantitativos relevantes. Se qualquer um dos testes dá o resultado “mediocre”, a MA subterrânea é globalmente classificada com o “estado mediocre”. Todos os testes relevantes devem ser feitos para cada MA subterrânea e esta avaliação não deve parar assim que o primeiro teste dê resultado “mediocre”.

4.1. SISTEMA DE CLASSIFICAÇÃO

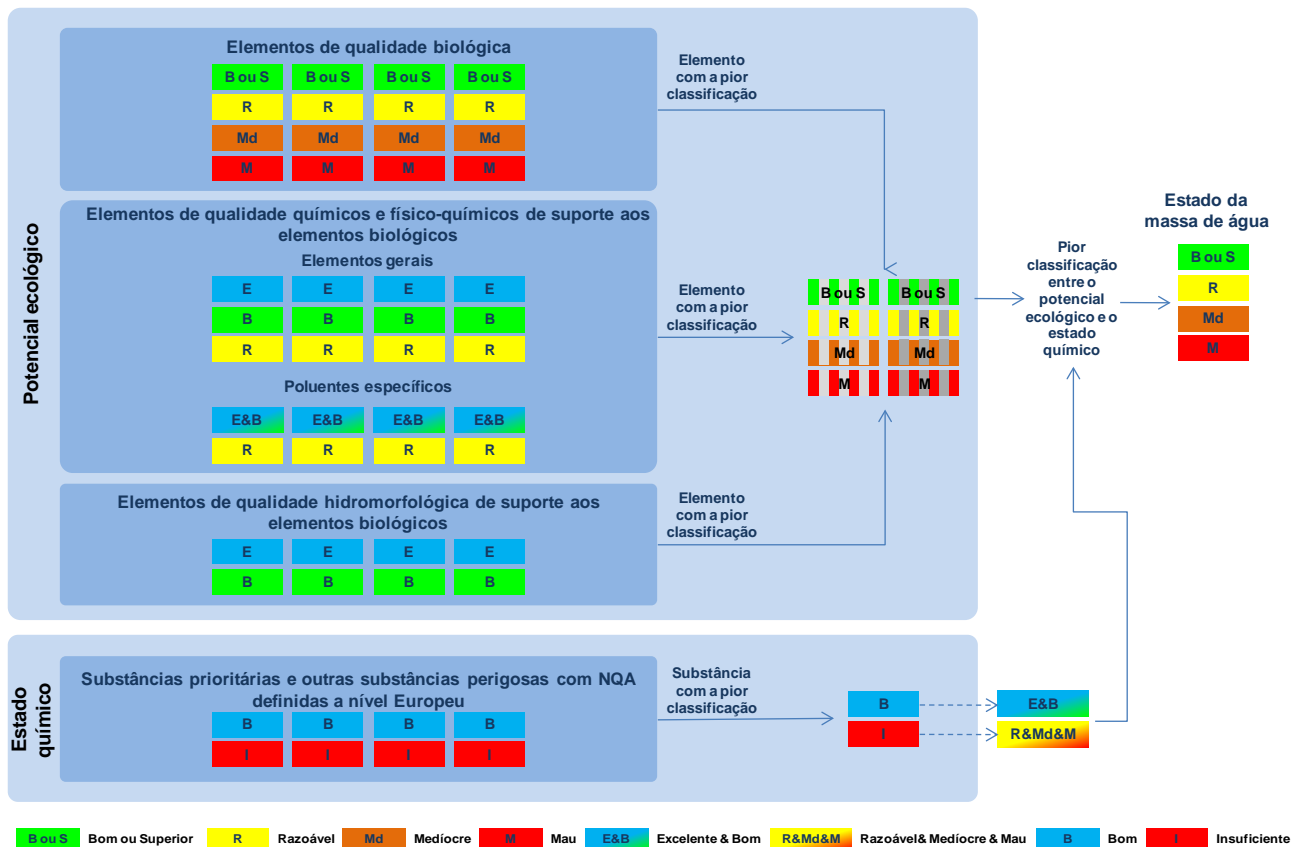
4.1.1 Águas superficiais

A classificação do estado de uma MA é realizada de acordo com os esquemas conceptuais apresentados nas Figuras 2.39 e 2.40 sendo possível observar a relação entre os diferentes elementos de qualidade para classificar o estado ecológico, o estado químico e o estado de uma MA de superfície.



Fonte: Adaptado de INAG, I.P. (2009a)

Figura 2.39 – Esquema para a classificação do estado das MA superficiais no âmbito da DQA/Lei da Água.



Fonte: Adaptado de INAG I.P. (2009a)

Figura 2.40 – Esquema para a classificação do potencial das MA superficiais no âmbito da DQA/Lei da Água.

4.1.1.1. Estado ecológico

a) Rios

Para a avaliação do estado das MA da categoria rios foram utilizadas duas abordagens, uma tendo por base os dados provenientes da monitorização efectuada nos períodos 2004-2006 e 2009-2010 e outra, uma abordagem indirecta, tendo por base a relação entre as pressões e as classes de qualidade obtidas para os elementos biológicos em MA monitorizadas. Esta abordagem, apesar de estar associado a um nível de confiança baixo, é indicativa do possível estado das MA.

A classificação do estado foi feita de acordo com os “Critérios para a Classificação do Estado das MA Superficiais – Rios e Albufeiras” realizada pelo INAG em 2009.

Este sistema de classificação apenas inclui dois elementos de qualidade biológica, os invertebrados bentónicos e os fitobentos – diatomáceas, dado que, até à data, estes foram os únicos elementos biológicos para os quais existem resultados do Exercício de Intercalibração, preconizado na alínea iv) do Anexo V da DQA, e cujos resultados foram publicados na Decisão da Comissão 2008/915/CE de 30 de Outubro de 2008.

No entanto, no processo de classificação do estado ecológico, para os invertebrados bentónicos amostrados em 2010, constatou-se que a classificação destes era muito penalizadora, não reflectindo sistematicamente as pressões existentes nas MA, e incongruente quando comparada com resultados obtidos em 2004/2006 para os mesmos locais. Estes resultados, sobretudo para os tipos de rios de regime intermitente, resultam do facto das amostragens terem sido

realizadas no final da Primavera, por vezes já em situação de caudal reduzido ou nulo, situação característica da transição para o Verão. Nesta época do ano já só ocorre um reduzido número de espécies de insectos (i.e. depois da emergência dos estados adultos para o sistema terrestre), não representativa de situação de Primavera para a qual foram definidos os critérios para a classificação do estado ecológico. Por esse motivo, para o ano de 2010, apenas foi considerado o elemento de qualidade biológica fitobentos – diatomáceas.

Relativamente aos elementos químicos e físico-químicos de suporte aos elementos biológicos, de acordo com o documento elaborado pelo INAG, atrás referido, a inexistência de dados históricos a nível nacional que permitam estabelecer relações entre os elementos biológicos e os elementos químicos e físico-químicos, apenas possibilitou distinguir, nesta fase, valores de fronteira entre as classes bom e razoável para os seguintes parâmetros: oxigénio dissolvido, taxa de saturação em oxigénio, CBO₅, pH, azoto amoniacal, nitratos e fósforo total. Neste sentido, a classificação para os elementos gerais permite apenas distinguir o bom estado ecológico, no qual se incluem locais com classificação excelente e bom, e o estado ecológico razoável, que abrange locais com classificação razoável, medíocre e mau.

Para os parâmetros oxigénio dissolvido e taxa de saturação em oxigénio, com a aplicação dos limites definidos, verificou-se igualmente que grande parte das classificações eram incongruentes em relação aos outros parâmetros de suporte e às pressões, ou seja, claramente sobrestimavam ou subestimavam as indicações destes existentes nas MA. Assim, optou-se por não considerar estes dois parâmetros na avaliação do estado ecológico, remetendo para uma fase posterior a realização de estudos sobre a sua coerência de resposta.

A abordagem metodológica para avaliação indirecta do estado das 254 MA desta categoria não monitorizadas compreendeu as seguintes fases:

- Correlação entre parâmetros químicos e físico-químicos indicadores das pressões (CBO₅, azoto total e fósforo total expressos em mg/l) e os valores das classes de qualidade obtidos para os elementos biológicos invertebrados bentónicos e fitobentos – diatomáceas, verificados nas MA monitorizadas, para calibração das tendências de resposta;
- pré-classificação do estado das MA não monitorizadas com base nas indicações anteriores, considerando as fronteiras das classes de estado para os parâmetros CBO₅ e azoto total;
- reavaliação e reajustamento do estado considerando os elementos hidromorfológicos de suporte;
- confronto de elementos, análise pericial comparativa e classificação final do estado das MA.

No entanto, quando na sequência de aplicação das metodologias adoptadas para a classificação do estado ecológico, houve indícios do não cumprimento dos objectivos ambientais e não foi possível identificar claramente as causas associadas, e/ou quando a conjugação entre a análise pericial e os resultados forneceram indicações contraditórias e com um elevado grau de incerteza, optou-se pela classificação do estado ecológico da massa de água como "não classificado", apostando-se no desenvolvimento de medidas adicionais de monitorização e de estudos complementares para uma melhor caracterização do problema.

b) Águas de Transição

Foi considerado o sistema de classificado estabelecido pelo INAG. Na ausência de condições de referência para cada elemento de classificação, foram usados índices com valores de referência genéricos.

Para o elemento biológico macroinvertebrados bentónicos utilizou-se o índice multivariado M-AMBI (Muxika *et al.*, 2007), que conjuga três métricas:

- (i) índice de diversidade específica de *Shannon-Wiener* (Shannon & Weaver, 1949);
- (ii) índice de equitabilidade de *Pielou* (Legendre & Legendre, 1979); e
- (iii) índice biótico AMBI (Borja *et al.*, 2000, Muxika *et al.*, 2005), relativo à sensibilidade das espécies ao stress ambiental.

Para o elemento peixes usou-se o índice *Estuarine Fish Assessment Index* (EFAI), que inclui a riqueza específica, indivíduos que usam o ecossistema como viveiro, espécies residentes, espécies piscícolas, espécies diádromas, espécies introduzidas e espécies sensíveis a perturbações.

Para os elementos químicos e físico-químicos foi feita uma comparação com os valores existentes em zonas pouco sujeitas às pressões antropogénicas.

Posteriormente verificou-se que os resultados da monitorização para os invertebrados bentónicos indicavam que a variabilidade natural se sobrepunha à variabilidade induzida pelas pressões, excepto em áreas confinadas com condições extremas de contaminação, sendo a relação entre as pressões antropogénicas e os índices de qualidade ecológica de elevada complexidade. A escala de classificação das espécies consoante a sua resposta ao *stress* é a mesma para ambas as situações.

Em consequência, considerou-se não ser possível proceder à avaliação do estado para as MA de transição, sem a obtenção de dados adicionais para determinar se o elemento biológico “invertebrados bentónicos” responde claramente a pressões ou exhibe principalmente uma elevada variabilidade natural.

c) Águas Costeiras

Foi considerado o sistema de classificado estabelecido pelo INAG. Na ausência de condições de referência para cada elemento de classificação, foram usados índices com valores de referência genéricos.

Para o elemento biológico macroinvertebrados bentónicos utilizou-se o índice multivariado M-AMBI (Muxika *et al.*, 2007), que conjuga três métricas:

- (i) índice de diversidade específica de *Shannon-Wiener* (Shannon & Weaver, 1949);
- (ii) índice de equitabilidade de *Pielou* (Legendre & Legendre, 1979); e
- (iii) índice biótico AMBI (Borja *et al.*, 2000, Muxika *et al.*, 2005), relativo à sensibilidade das espécies ao stress ambiental.

Para os elementos químicos e físico-químicos foi feita uma comparação com os valores existentes em zonas pouco sujeitas às pressões antropogénicas.

4.1.1.2. Potencial ecológico

a) Massas de água Fortemente Modificadas da categoria rios, troços de rio a montante de barragens designados como albufeiras

A classificação do potencial ecológico para as MAFM da categoria rios, troços de rio a montante de barragens designados como albufeiras, foi realizada tendo apenas em conta os elementos de qualidade para a classificação do potencial ecológico, considerando a categoria de MA a que mais se assemelham, os lagos.

Posteriormente, e dependendo da informação disponível, será realizado para cada MAFM uma avaliação do potencial ecológico considerando que este corresponde às condições ecológicas que ocorrem quando forem tomadas todas as medidas que permitem melhorar significativamente as condições ecológicas da MA e que não têm efeitos adversos no ambiente e usos da MA, tecnicamente viáveis e sem custos desproporcionados (CIS-WFD, 2003; CIS-WFD, 2006)

Para as albufeiras do Tipo Norte e do Tipo Sul, num total de 12 e nove MA respectivamente, foram consideradas duas abordagens: uma tendo por base os dados provenientes da monitorização efectuada no período 2009-2010 (15 MA monitorizadas) e outra, considerando uma abordagem indirecta recorrendo à avaliação pericial *in situ*, com base em variáveis de pressão. Esta abordagem, apesar de estar associado a um nível de confiança baixo, é indicativa do potencial dessas MA.

Para as MA monitorizadas, a classificação para estes dois tipos de albufeiras foi efectuada de acordo com os “Critérios para a Classificação do Estado das Massas de Água Superficiais – Rios e Albufeiras”, elaborado pelo INAG, I.P. em 2009.

Os critérios de classificação apenas incluem o parâmetro clorofila *a* relativo ao elemento de qualidade biológico fitoplâncton dado que, até à data, este foi o único parâmetro de qualidade biológico para o qual existem resultados do Exercício de Intercalibração preconizado na alínea iv) do Anexo V da DQA, e cujos resultados foram publicados na Decisão da Comissão 2008/915/CE, de 30 de Outubro de 2008.

Relativamente aos elementos químicos e físico-químicos de suporte dos elementos biológicos, e de acordo com o documento elaborado pelo INAG, atrás referido, a inexistência de dados históricos a nível nacional que permitam estabelecer relações entre os elementos biológicos e os elementos químicos e físico-químicos de suporte, apenas permite distinguir, nesta fase, valores de fronteira entre as classes bom e razoável para os seguintes parâmetros: oxigénio dissolvido, taxa de saturação em oxigénio, pH, nitratos e fósforo total, onde com a classificação de razoável se incluem locais com classificação razoável, medíocre ou mau.

À semelhança do que foi verificado para as MA da categoria rios, para os parâmetros oxigénio dissolvido e taxa de saturação em oxigénio, com a aplicação dos limites definidos, as classificações eram incongruentes, não sendo possível estabelecer uma relação entre os resultados de classificação obtidos para estes dois parâmetros, e as pressões existentes nas MA. Assim, optou-se por não considerar estes dois parâmetros na avaliação do potencial ecológico.

Para as albufeiras do Tipo Norte e do Tipo Sul não monitorizadas, a classificação foi efectuada recorrendo a seis variáveis avaliadas pericialmente *in situ* (degradação geral, caracterização da zona litoral, caracterização da zona de margem, caracterização da zona ripária, pressões até 50 m da MA, pressões na MA) classificadas numa escala de numa escala de 1 a 5, em que 1 corresponde a uma situação sem pressão e 5 pressão máxima.

Relativamente ao tipo Albufeiras de Curso Principal, no total de três MA, não foram definidos, até à data, pelo INAG, critérios para a classificação do potencial ecológico para este tipo de albufeiras. Em consequência, no âmbito deste Plano são propostos critérios para a classificação do potencial ecológico deste tipo de albufeiras, desenvolvidos conjuntamente com a Universidade de Trás-os-Montes, considerando apenas a fronteira bom/razoável, à semelhança do que foi definido pelo INAG, para os outros tipos de albufeiras. Os critérios de classificação contemplam os parâmetros químico e físico-químico gerais considerados para os outros tipos de albufeiras e um parâmetro para a biomassa fitoplanctónica, a clorofila *a*. Na ausência de albufeiras sujeitas a um nível baixo de pressões antropogénicas, correspondendo a situações com baixo nível de perturbação, a análise efectuada considerou o universo de albufeiras desde tipo, seleccionando-se para cada parâmetro os valores, que no conjunto dos dados utilizados, indicassem situações de máximo potencial ecológico. Os valores encontrados foram comparados com os valores de referência

obtidos por modelação por Cortes & Sampaio (2009) para a albufeira de Belver, pertencente a este tipo. A definição de fronteiras foi realizada de acordo com o indicado no *Working Group 2.3 – REFCOND* (CIS-WFD, 2003) e com outros guias produzidos no âmbito da *Common Implementation Strategy for the Water Framework Directive* (CIS-WFD, 2005a, 2005b).

No entanto, quando na sequência de aplicação das metodologias adoptadas para a classificação do potencial ecológico, houve indícios do não cumprimento dos objectivos ambientais e não foi possível identificar claramente as causas associadas, e/ou quando a conjugação entre a análise pericial e os resultados forneceram indicações contraditórias e com um elevado grau de incerteza, optou-se pela classificação do potencial ecológico da massa de água como "não classificado", apostando-se no desenvolvimento de medidas adicionais de monitorização e de estudos complementares para uma melhor caracterização do problema.

b) Massas de água Fortemente Modificadas da categoria rios, troços de rio a jusante de barragens

Atendendo de que não se dispunha de dados de monitorização para as MAFM da categoria rios, troços de rio a jusante de barragens, a avaliação do potencial ecológico das 26 MA foi feita com base numa análise pericial *in situ*, recorrendo a dez variáveis relativas à caracterização da envolvente do troço do rio, no que se refere ao uso do solo, e em particular à área urbana, e à caracterização do troço do rio: zona ripária, condição morfológica, ocupação do solo a partir das margens (até 50 m), estado geral das margens em termos de erosão, carga de sedimentos, parâmetros físico-químicos gerais, estado geral da comunidade de invertebrados bentónicos, contaminação orgânica e espécies infestantes, classificadas numa escala de 1 a 5, em que 1 corresponde a uma situação sem pressão e 5 pressão máxima (com excepção para os físico-químico gerais em que consideradas quatro classes).

Posteriormente, e dependendo da informação disponível para tal, será realizado para cada MAFM uma avaliação do potencial ecológico considerando que o bom potencial ecológico corresponde às condições ecológicas que ocorrem quando forem aplicadas todas as medidas que permitem melhorar significativamente as condições ecológicas da MA e que não têm efeitos adversos no ambiente e usos da MA, tecnicamente viáveis e sem custos desproporcionados (CIS-WFD, 2003; CIS-WFD, 2006).

c) Massas de água Artificiais

Para avaliar o estado das sete MAA identificadas na RH5, dado que estas não foram monitorizadas, foi realizada uma avaliação pericial *in situ*, recorrendo a seis variáveis relativas à estrutura do canal, pressão humana, impacte de aglomerados urbanos, % de ocupação do canal por macrófitos, carga de sedimentos finos no canal, parâmetros físico-químicos, degradação geral, incluindo a contaminação orgânica e a presença de infestantes aquáticas, classificadas numa escala de 1 a 5, em que 1 corresponde a uma situação sem pressão e 5 pressão máxima (com excepção para os físico-químico gerais em que consideradas três classes).

4.1.1.3. Estado químico

Os elementos de qualidade para avaliar o estado químico das águas superficiais são as SPOP (substâncias prioritárias e outros poluentes) que constam da Directiva 2008/105/CE do Parlamento Europeu e do Conselho, de 16 de Dezembro, transposta para a ordem jurídica nacional pelo Decreto-Lei n.º 103/2010, de 24 de Setembro, para as quais estão fixadas NQA nas tabelas do Anexo III do referido Decreto-Lei.

Uma MA superficial está em conformidade com os requisitos de qualidade quando, em cada local de monitorização, a média aritmética das concentrações monitorizadas em diferentes épocas do ano não ultrapassam as NQA definidas (NQA-MA), nem se verifica nenhum incumprimento individual para a concentração máxima admissível (NQA-CMA).

4.1.2 Águas subterrâneas

A metodologia para a avaliação do estado das MA subterrâneas, apresentada ao longo deste capítulo, foi estruturada num conjunto de secções onde se descreve, sempre que possível e aplicável, a informação de base utilizada, as principais metodologias e procedimentos considerados, e os conteúdos e produtos obtidos.

O Documento Guia n.º 18 *Guidance on Groundwater Status and Trend Assessment*, elaborado pelos Estados-Membros da EU para apoiar metodologias de implementação comum da DQA, desenvolve os aspectos relacionados com a avaliação do estado das MA subterrâneas e das tendências de evolução, constituindo um Guia indispensável para o desenvolvimento desta vertente do trabalho.

A avaliação do estado é realizada utilizando como informação de base os dados de monitorização de vigilância e operacionais disponíveis obtidos durante o período de vigência do PGRH. A avaliação do estado é feita no final de um PGRH de forma a verificar a efectividade dos programas de medidas previamente estabelecidos.

De acordo com a Directiva 2006/118/CE, de 12 de Dezembro (Directiva das Águas Subterrâneas), doravante designada por DAS, a aplicação da metodologia de avaliação do estado das MA subterrâneas apenas deve ser efectuada para as MA subterrâneas em risco, e em relação ao receptor, e para cada poluente que contribui para a classificação da água subterrânea como estando em risco. As MA subterrâneas que não estão em risco são classificadas automaticamente em “bom estado”. Não obstante, dado que a quase totalidade das MA está sujeita a pressões mais ou menos importantes, a avaliação do risco de não cumprirem os objectivos ambientais obriga sempre a que se faça uma avaliação do estado actual e das tendências de evolução dos parâmetros ligados ao estado químico.

A obtenção da classificação “estado bom” para as águas subterrâneas requer que se verifique um conjunto de condições através da realização de uma série de testes de classificação, aplicáveis para a avaliação do estado quantitativo e do estado qualitativo. A Figura 2.41 esquematiza estes testes. São cinco para o estado qualitativo e quatro para o estado quantitativo. Alguns dos testes são comuns aos dois estados.

Os testes, que são conduzidos para os elementos que estão em risco, devem ser feitos de forma independente e os resultados devem ser combinados para avaliar globalmente o estado químico e o estado quantitativo das MA subterrâneas. Cada teste pode ter dois resultados “bom” ou “mediocre”.

O estado químico de uma MA subterrânea é dado pela pior classificação dos testes químicos relevantes para os elementos em risco. O estado quantitativo é dado pela pior classificação dos testes quantitativos relevantes. Se qualquer um dos testes dá o resultado “mediocre”, a MA subterrânea é globalmente classificada com o “estado mediocre”. Todos os testes relevantes devem ser feitos para cada MA subterrânea e esta avaliação não deve parar assim que o primeiro teste dê resultado “mediocre”.

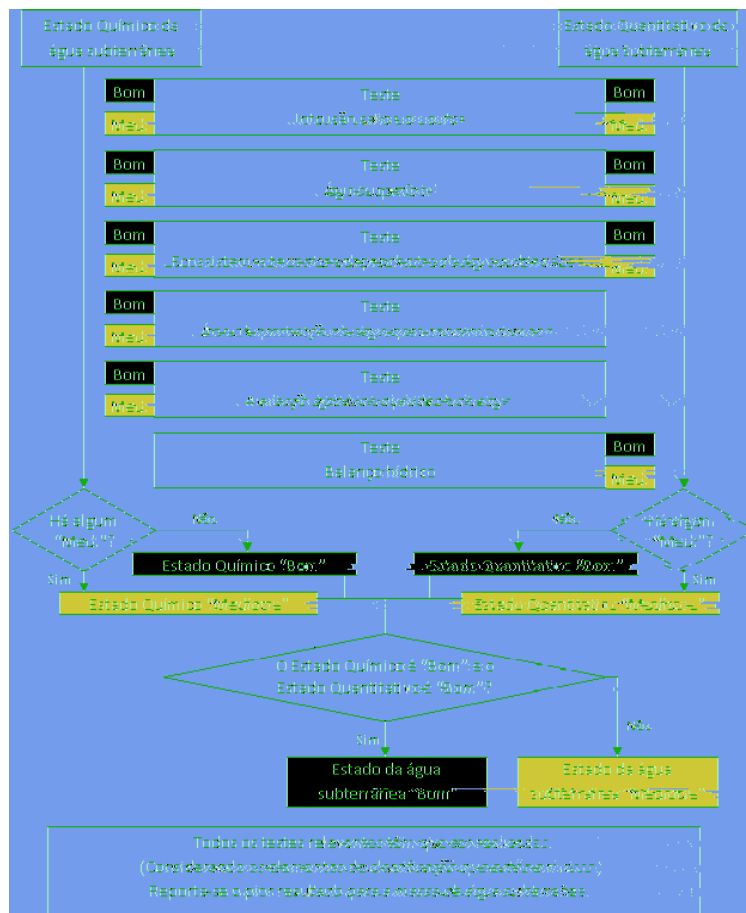


Figura 2.41 – Procedimento genérico dos testes de classificação utilizados na avaliação do estado das MA subterrâneas (adaptado do Documento Guia n.º 18).

4.1.2.1 Estado quantitativo

A avaliação do estado quantitativo foi realizada utilizando como informação de base os dados de monitorização disponíveis até Maio de 2010, fornecidos pela ARH Tejo e os existentes no SNIRH, assim como as pressões quantitativas existentes nas MA subterrâneas em análise, tendo sido adoptada a metodologia proposta pelo Documento Guia n.º 18 “Guidance on Groundwater Status and Trend Assessment”, elaborado pelos Estados-membros da EU para apoiar metodologias de implementação comum da DQA.

O Quadro 2.174 apresenta a definição do Bom estado quantitativo das MA subterrânea, segundo a DQA e o Decreto-Lei n.º 77/2006, de 30 de Março.

Quadro 2.174 – Definição do Estado Quantitativo, de acordo com o Decreto-Lei n.º 77/2006, de 30 de Março, e com a DQA, Anexo V, n.º 2.

Elemento	Bom Estado
Nível freático	<p>O nível da água na MA subterrâneas é tal que os recursos hídricos subterrâneos disponíveis não são ultrapassados pela taxa média anula de captação a longo prazo.</p> <p>Assim, os níveis freáticos não estão sujeitos a alterações antropogénicas que possam:</p> <ul style="list-style-type: none"> • Impedir que sejam alcançados os objectivos ambientais especificados nos termos dos Artigos 44.º e 46.º da Lei n.º 58/2005, de 29 de Dezembro, para as águas superficiais que lhes estão associadas; • Deteriorar significativamente o estado dessas águas; • Provocar danos significativos nos ecossistemas terrestres directamente dependentes do aquífero. <p>Podem ocorrer temporariamente, ou continuamente em área limitada, alterações na direcção do escoamento subterrâneo em consequência de variações de nível, desde que essas alterações não provoquem intrusões de água salgada, ou outras, e não indicam uma tendência antropogenicamente induzida, constante e claramente identificada, susceptível de conduzir a tais intrusões.</p>

De acordo com o Documento Guia n.º 18, a metodologia para avaliar o estado quantitativo das MA subterrâneas é composta por um conjunto de testes relevantes, designadamente (Figura 2.42):

- Teste do balanço hídrico subterrâneo: o recurso hídrico subterrâneo disponível não é excedido pela sua taxa de exploração anual a longo termo;
- teste do escoamento superficial: não há diminuição significativa do quimismo das águas superficiais e/ou da ecologia devido a modificações do nível piezométrico de origem antropogénica ou a alterações de escoamento que poderiam conduzir à falha dos objectivos relevantes expressos nos Artigos 45.º e 46.º da Lei n.º 58/2005, de 29 de Dezembro (ou do Artigo 4.º da DQA) para quaisquer corpos hídricos superficiais associados;
- teste de avaliação dos ecossistemas terrestres dependentes das águas subterrâneas (ETDAS): não há danos significativos nos ecossistemas terrestres dependentes das águas subterrâneas resultantes de modificações do nível piezométrico de origem antropogénica;
- teste da intrusão salina: não há intrusão salina ou outras intrusões como consequência de alterações continuadas e claramente identificadas, de origem antropogénica, na direcção do escoamento.

a) Teste do balanço hídrico subterrâneo

O teste do balanço hídrico subterrâneo está também enquadrado pela Portaria 1115/2009, de 29 de Setembro, relativa à avaliação e a monitorização do estado quantitativo das MA subterrâneas a que se refere o Artigo 47.º da Lei da Água. Esta Portaria refere que: “O bom estado quantitativo de uma massa de água subterrânea considera-se atingido quando a taxa média anual de captações a longo prazo existentes na massa de água subterrânea for inferior a 90% da recarga média anual a longo prazo da mesma massa de água”.

Os dois factores principais para a aplicação do critério do estado quantitativo já foram considerados anteriormente, a recarga média anula a longo prazo na caracterização mais aprofundada das MA subterrâneas, e taxa média anula de captações a longo prazo na avaliação das pressões a que as MA subterrânea estão sujeitas.

Para fazer o teste do balanço hídrico subterrâneo é seguido o fluxograma proposto no Documento Guia n.º 18 e representado na Figura 2.42 Ressalva-se neste teste a questão de partida para a sua realização, se os níveis de águas

subterrâneas revelam um declínio a longo prazo, tais que o recurso disponível é excedido pela taxa de extracção a longo-prazo.

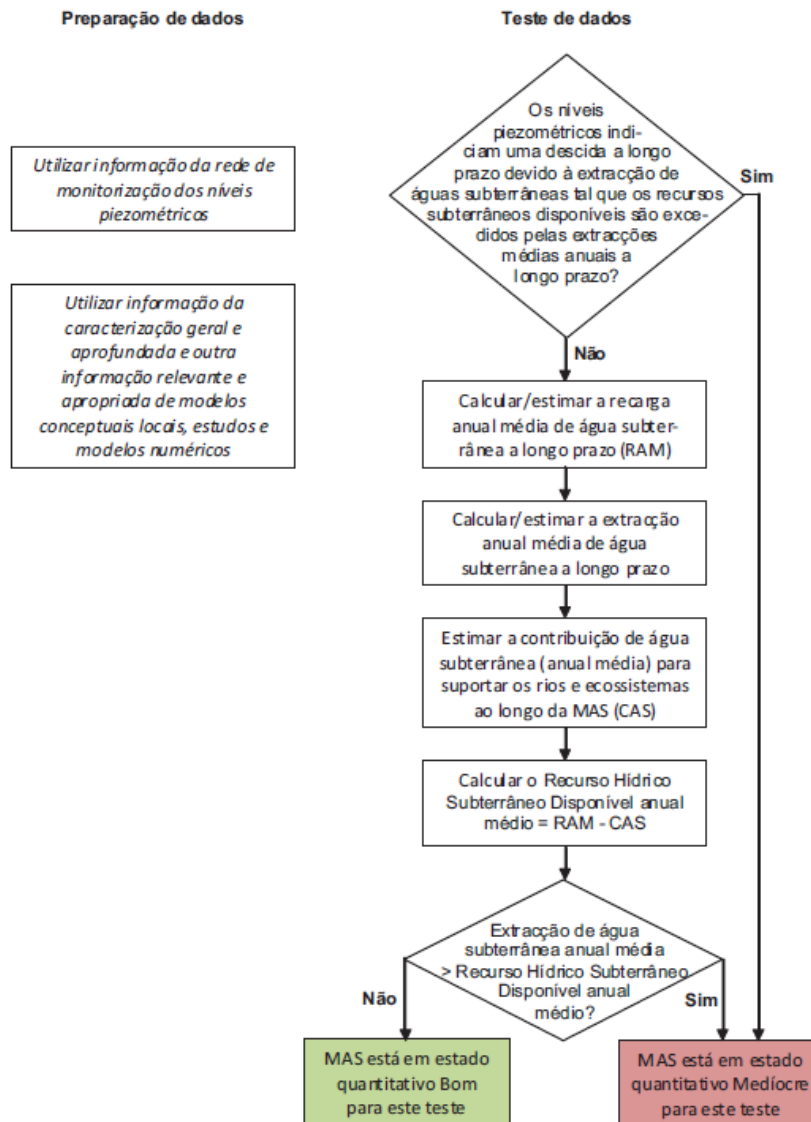


Figura 2.42 – Procedimento para a realização do teste do Balanço Hídrico Subterrâneo (adaptado do Documento Guia n.º 18).

A validação do estado quantitativo deve ter em atenção as alterações de exploração do meio, para verificar se eventuais tendências de descida não resultam de reequilíbrios da MA subterrânea a novas solicitações. No estudo das séries piezométricas examinou-se o comportamento da MA subterrânea incluindo a recuperação de níveis piezométricos.

Os critérios para a realização deste teste são os seguintes (entre parêntesis indica-se o atributo da tabela do MDG que contém o resultado do critério):

- Cumprido o critério de não descida dos níveis piezométricos? – Selecciona-se a opção "Sim" se for verdadeira a afirmação: os níveis piezométricos não indicam uma descida a longo prazo devido à extracção de águas subterrâneas tal que os recursos subterrâneos disponíveis são excedidos pelas extracções médias anuais a longo prazo. No caso de a afirmação ser falsa, o resultado deste teste deveria ser automaticamente estado

"Medíocre" e não seria necessário responder a mais nenhum critério. Contudo a experiência mostrou que as séries são curtas e que, mesmo havendo uma tendência de descida, os dados podem não ser suficientes para concluir com segurança acerca deste declínio do nível piezométrico. Por esse motivo, aplica-se também o critério seguinte;

- Cumprido o critério da extracção anual média < disponibilidade anual média? – Selecciona-se a opção "Sim" se for verdadeira a afirmação: A extracção anual média a longo prazo da MA subterrânea a dividir pela recarga anual média a longo prazo é inferior ao critério percentagem estabelecido (90% ou outro valor que se tenha estabelecido).

b) Teste do escoamento superficial

Este teste, ao contrário do anterior, considera a uma escala local se a extracção de água subterrânea tem um efeito significativo em MA superficiais individuais associadas. O impacto da extracção de água subterrânea é verificável pela redução do caudal de um troço do rio ou pela descida do nível de um lago.

No caso da MA superficial se apresentar em estado inferior a Bom, devido à classificação dos seus elementos hidromorfológicos ser inferior a Bom, é necessário determinar se este facto se deve à extracção de água subterrânea. Dada a dificuldade em fazer esta determinação, por um lado devido ao desfazamento entre a extracção de água e o seu impacto na MA superficial e por outro porque a causa dessa redução pode ser devida à própria exploração das águas superficiais a montante, o Documento Guia n.º 18 propõe uma metodologia alternativa que consiste na realização de um teste de significância: se a relação entre a quantidade de água subterrânea e a quantidade total de água extraída a montante da MA superficial for acima de um limiar então a MA subterrânea não apresenta estado "Bom". Este Documento sugere um limiar de significância de 50%, referindo no entanto que este limiar deve depender da incerteza do processo de avaliação e da importância socio-económica da extracção de águas subterrâneas relativamente à extracção de água superficial.

Este teste segue o fluxograma retirado do Documento-Guia n.º 18 e representado na Figura 2.43. O teste é conduzido para cada troço de MA superficiais identificado como associado à MA subterrâneas. Um outro teste semelhante a este deverá ser incluído em futuros planos de gestão de região hidrográfica uma vez que o seu resultado deve ser reportado no âmbito do WISE. Relaciona-se com a necessidade de os níveis freáticos não estarem sujeitos a alterações antropogénicas que possam deteriorar significativamente o estado das águas superficiais que lhe estão associadas (ver Quadro 2.172. Neste caso, para distinguir do teste que se estava a considerar, a MA superficiais associada mantém a classificação dos seus elementos hidromorfológicos em estado igual ou superior a "Bom" mas há uma descida do estado "Excelente" para o estado "Bom". A avaliação desta descida só é possível de fazer entre dois planos de gestão, razão pela qual este teste não é agora considerado (isto apesar dele já estar contemplado no modelo de dados geográficos).

Os critérios para a realização deste teste são os seguintes:

- Cumprido o critério dos objectivos de escoamento superficial das MA superficiais associadas? – Seleccionar "Sim" no caso de ser verdadeira a afirmação seguinte: A classificação dos elementos hidromorfológicos da MA superficial associada é excelente. Se "Sim" este teste tem como resultado estado "Bom" e não é necessário verificar o critério seguinte. Neste caso, qualquer que seja o volume de águas subterrâneas descarregado para a MA superficial, a MA subterrâneas não contribui para a degradação da qualidade da água superficial;

- cumprido o critério da causa significativa? – Este critério deve ser avaliado no caso do critério anterior ser "Não". Seleccionar "Sim" no caso de ser verdadeira a afirmação seguinte: O impacto da extracção de água subterrânea não é uma causa significativa da falha da MA superficial. Quando o resultado da avaliação deste critério é "Sim" este teste tem como resultado estado "Bom".

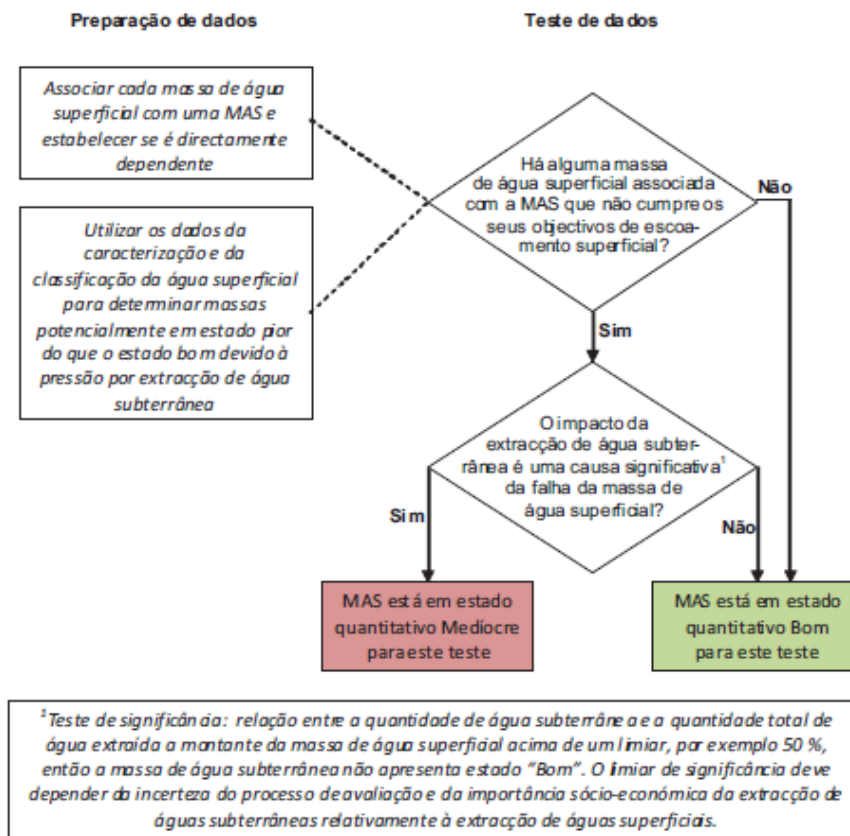


Figura 2.43 – Procedimento para a realização do teste do Escoamento Superficial (adaptado do Documento Guia n.º 18).

c) Teste de avaliação dos ecossistemas terrestres dependentes das águas subterrâneas (ETDAS)

Este teste relaciona-se muito com o teste para a avaliação do estado químico. Requer que se determine a condição ambiental necessária para suportar e manter as condições dentro de um ETDAS (por exemplo o escoamento ou o nível necessário para manter as comunidades vegetais dependentes). Este teste segue o fluxograma representado na Figura 2.44, de acordo com o Documento-Guia n.º 18. O teste deve ser feito para cada ETDAS.

No caso de os ETDAS dentro da MA subterrânea não estarem danificados ou em risco de sofrerem danos, a MA subterrânea é automaticamente classificada como em estado "Bom".

Se as condições não se verificarem e tal se dever às alterações de escoamento e nível induzidas pelas extracções de águas subterrâneas então o estado da MA subterrânea é classificada como "Medíocre".

Os critérios para a realização deste teste são os seguintes:

- Cumprido o critério do Bom Estado dos ETDAS? – O ecossistema terrestre dependente das águas subterrâneas está em bom estado (não está significativamente danificado)? Quando o resultado da avaliação deste critério é “Sim” este teste tem como resultado estado "Bom";
- cumprido o critério das condições ambientais? – Este campo deve ser preenchido no caso do critério anterior ser "Não". Seleccionar "Sim" no caso de ser verdadeira a afirmação seguinte: Verificam-se as condições ambientais relacionadas com o nível de água e o escoamento necessárias para manter o ETDAS. Quando o resultado da avaliação deste critério é “Sim” este teste tem como resultado estado "Bom";
- cumprido o critério do afastamento das condições ambientais devido a extracções? – Este campo deve ser preenchido no caso do critério anterior ser "Não". Seleccionar "Sim" no caso de ser verdadeira a afirmação seguinte: O afastamento das condições ambientais não é devido à extracção de águas subterrâneas? Quando o resultado da avaliação deste critério é “Sim” este teste tem como resultado estado "Bom".

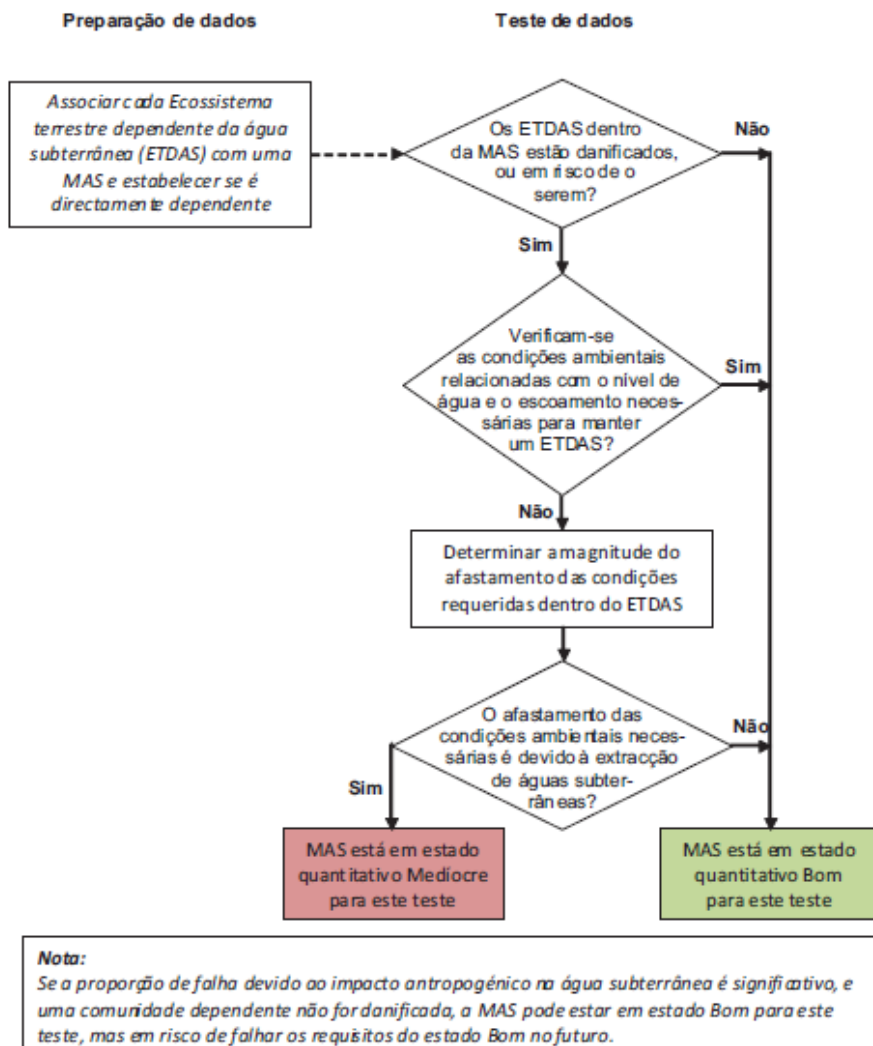


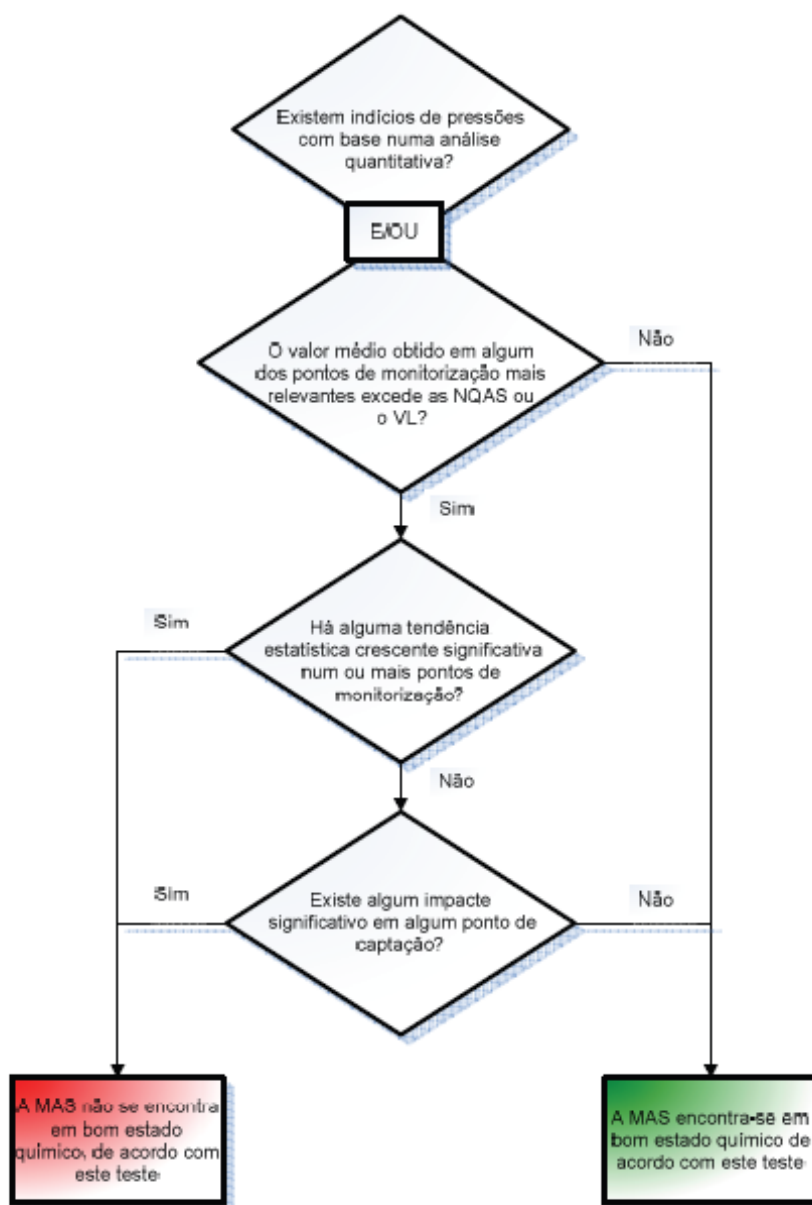
Figura 2.44 – Procedimento para a realização do teste dos ETDAS (adaptado do Documento Guia n.º 18).

d) Teste da intrusão salina

Este teste verifica se há intrusão a longo prazo de água salina (ou de outra água de qualidade medíocre) originada pela alteração do nível piezométrico pela actividade humana. Esta situação é distinta da provocada por causas naturais como seja uma redução da recarga de água subterrânea. A intrusão pode ser marinha ou pode ser proveniente de qualquer outra MA adjacente. Este teste coincide com o teste da intrusão salina para o estado químico. Este teste segue o fluxograma representado na Figura 2.45, de acordo com o Documento-Guia n.º 18.

Os critérios para a realização deste teste são os seguintes:

- Cumprido o critério das pressões quantitativas? – Escolher "Sim" no caso de a afirmação ser verdadeira: Não há evidências de pressão quantitativa na MA subterrâneas. Se este critério e o critério seguinte forem avaliados com "Sim", este teste assume o estado "Bom";
- cumprido o critério do limiar? – Escolher "Sim" no caso da afirmação ser verdadeira: O valor médio num ponto de monitorização relevante não ultrapassa uma norma de qualidade das águas subterrâneas ou um limiar estabelecido para um determinado parâmetro indicador de intrusão salina. Normalmente os parâmetros indicadores são o Cl-, o SO42-, e a condutividade eléctrica. O ponto de monitorização relevante é aquele que permite avaliar uma situação de intrusão salina. Se este critério e o critério anterior forem avaliados com "Sim", este teste assume o estado "Bom";
- cumprido o critério das tendências? – A avaliação deste critério deve ser realizada e o campo deve ser preenchido no caso de um dos dois critérios anteriores ser "Não". Escolher "Sim" se a afirmação for verdadeira: Em nenhum ponto de monitorização relevante há tendência estatística crescente significativa para o parâmetro indicador. Quando o resultado da avaliação deste critério é "Sim" este teste tem como resultado estado "Bom";
- cumprido o critério do impacto em algum ponto de extracção? – Este critério deve ser avaliado no caso do critério anterior ser "Não". Escolher "Sim" se a afirmação for verdadeira: Não há um impacto significativo em nenhum ponto de extracção de águas subterrâneas. Quando o resultado da avaliação deste critério é "Sim" este teste tem como resultado estado "Bom".



Considerar o modelo conceptual (por ex. pressões, vulnerabilidade, tipo de impacto) da massa de água subterrânea em cada etapa da avaliação.

Legenda:
NQAS – Norma de Qualidade da Água Subterrânea
VL – Valor Limite
MAS – Massa de Água Subterrânea

Figura 2.45 – Procedimento para a realização do teste da Intrusão Salina (adaptado do Documento Guia n.º 18).

4.1.2.2 Estado químico

A avaliação do estado químico foi realizada utilizando como informação de base os dados da monitorização disponíveis no período compreendido entre 2004 e 2008, tendo sido adoptada a metodologia proposta pelo Documento Guia n.º 18.

A avaliação do estado químico das MA subterrâneas foi realizada utilizando como informação de base os resultados da monitorização de vigilância e operacional disponibilizados pela ARH Tejo e os existentes no SNIRH, para o período de referência de 2004 a 2008. O Quadro 2.175 apresenta a definição do Bom estado químico das águas subterrâneas, segundo o Decreto-Lei n.º 77/2006, de 30 de Março, e com a DQA.

Quadro 2.175 – Definição do Estado Químico, de acordo com o Decreto-Lei n.º 77/2006, de 30 de Março, e com a DQA, Anexo V, n.º 2.

Elemento	Bom Estado
Geral	<p>A composição química da MA subterrâneas é tal que as concentrações de poluentes:</p> <ul style="list-style-type: none"> • Conforme especificado adiante, não apresentam os efeitos de intrusões salinas ou outras; • Não ultrapassam as normas de qualidade aplicáveis nos termos de outros instrumentos jurídicos comunitários relevantes de acordo com o Artigo 17.º da Directiva-Quadro da Água; • Não são de molde a impedir que sejam alcançados os objectivos ambientais especificados nos termos dos Artigos 46.º e 48.º da Lei n.º 58/2005, de 29 de Dezembro, para as águas superficiais associadas, nem a reduzir significativamente a qualidade química ou ecológica dessas massas, nem a provocar danos significativos nos ecossistemas terrestres directamente dependentes da MA subterrâneas. <p>Podem ocorrer temporariamente, ou continuamente em áreas limitadas, alterações na direcção do escoamento subterrâneo em consequência de variações de nível, desde que essas alterações não provoquem intrusões de água salgada, ou outras, e não indicam uma tendência antropogenicamente induzida, constante e claramente identificada, susceptível de conduzir a tais intrusões.</p>
Condutividade	As modificações da condutividade não revelam a ocorrência de intrusões salinas ou outras na MA subterrâneas.

De acordo com o Documento Guia n.º 18, a metodologia para avaliar o estado químico das MA subterrâneas é composta por um conjunto de testes relevantes, designadamente (Figura 2.46):

- **Teste da avaliação global do estado químico:** não há um risco ambiental significativo dos poluentes na MA subterrâneas nem há uma diminuição significativa na capacidade da MA subterrâneas para suportar utilizações humanas;
- **Teste de diminuição da qualidade química ou ecológica das MA superficiais:** não há diminuição significativa do quimismo das águas superficiais e/ou da ecologia devido à transferência de poluentes a partir das MA subterrâneas que poderiam conduzir à falha dos objectivos relevantes expressos nos Artigos 45.º e 46.º da Lei n.º 58/2005, de 29 de Dezembro (ou do Artigo 4.º da DQA) para quaisquer corpos hídricos superficiais associados;
- **Teste de avaliação dos ecossistemas terrestres dependentes das águas subterrâneas (ETDAS):** não há danos significativos nos ecossistemas terrestres dependentes das águas subterrâneas resultantes da transferência de poluentes a partir das MA subterrâneas;
- **Teste das Áreas de Protecção das Águas de Consumo:** os Estados-Membros garantirão a necessária protecção das MA identificadas, a fim de evitar a deterioração da sua qualidade, a fim de reduzir o nível de tratamentos de purificação necessário na produção de água potável;
- **Teste da intrusão salina:** não há intrusão salina ou outras intrusões como consequência de alterações continuadas e claramente identificadas, de origem antropogénica, na direcção do escoamento.

Apesar do acima referido, a aplicação dos testes relevantes por MA subterrânea apenas será realizada caso exista alguma estação de monitorização onde sejam registados valores médios acima das Normas de Qualidade (NQ) ou dos Limiares de Qualidade Ambiental (LQA) (Figura 2.46).

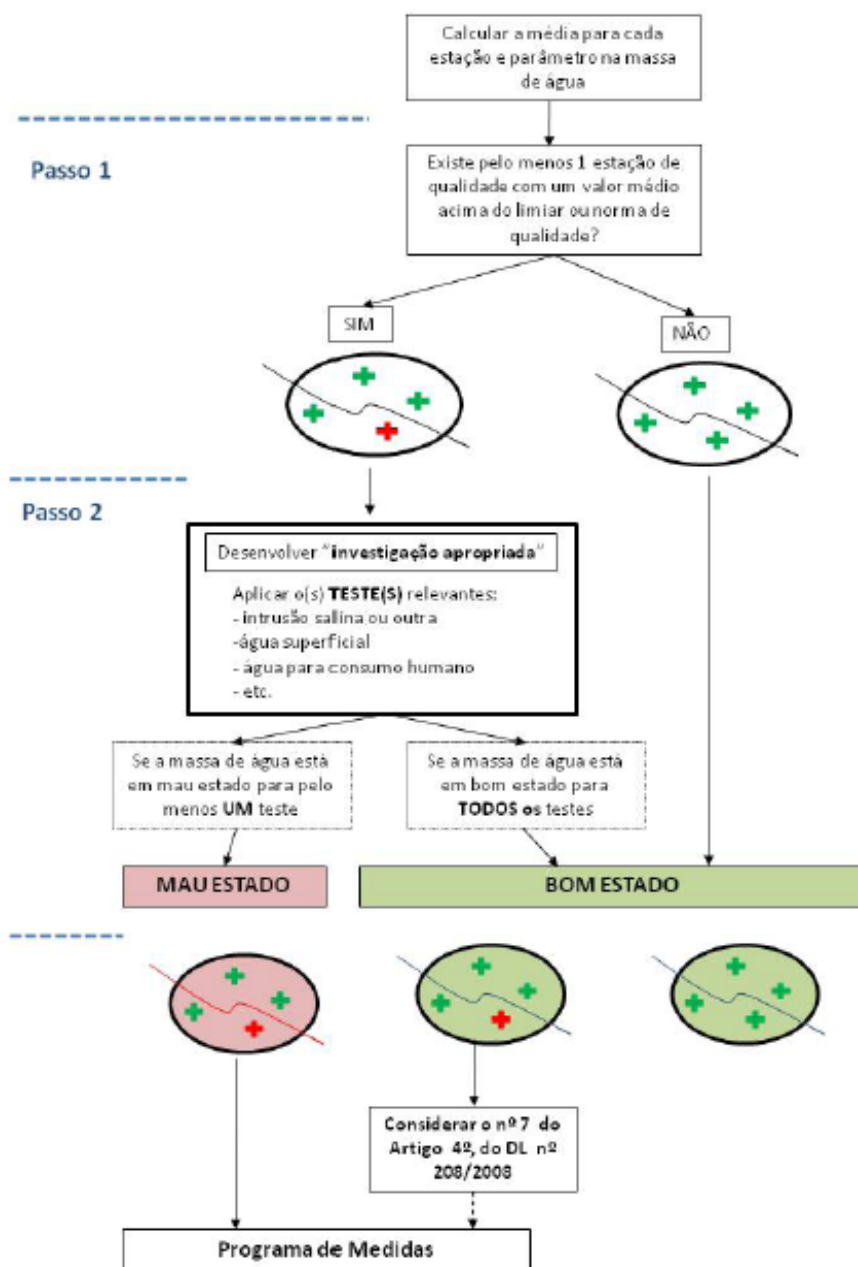


Figura 2.46 – Procedimento geral para a realização da avaliação do estado químico (retirado de INAG, I.P. 2009).

Desta forma, e tal como no caso da avaliação do estado quantitativo, para cada MA subterrânea em que se verifique o atrás referido são apenas aplicados os testes relevantes. Por exemplo no caso de não se terem identificado ecossistemas terrestres associados não se faz o teste da dependência dos ecossistemas terrestres.

O produto a obter desta avaliação é um mapa final, resultante da aplicação dos diversos testes acima mencionados, com o estado quantitativo das MA subterrâneas.

Com base na aplicação dos testes são produzidos mapas e quadros representando o estado químico. Para as MA subterrâneas caracterizadas em estado químico “Medíocre” são identificados os poluentes e os indicadores de poluição que contribuem para essa classificação.

- Teste da avaliação global do estado químico

Para fazer o teste da avaliação global do estado químico é seguido o fluxograma proposto no Documento Guia n.º 18 e representado na Figura 2.47. Este teste é conduzido para cada parâmetro químico identificado como potencial influenciador do estado da MA subterrânea.

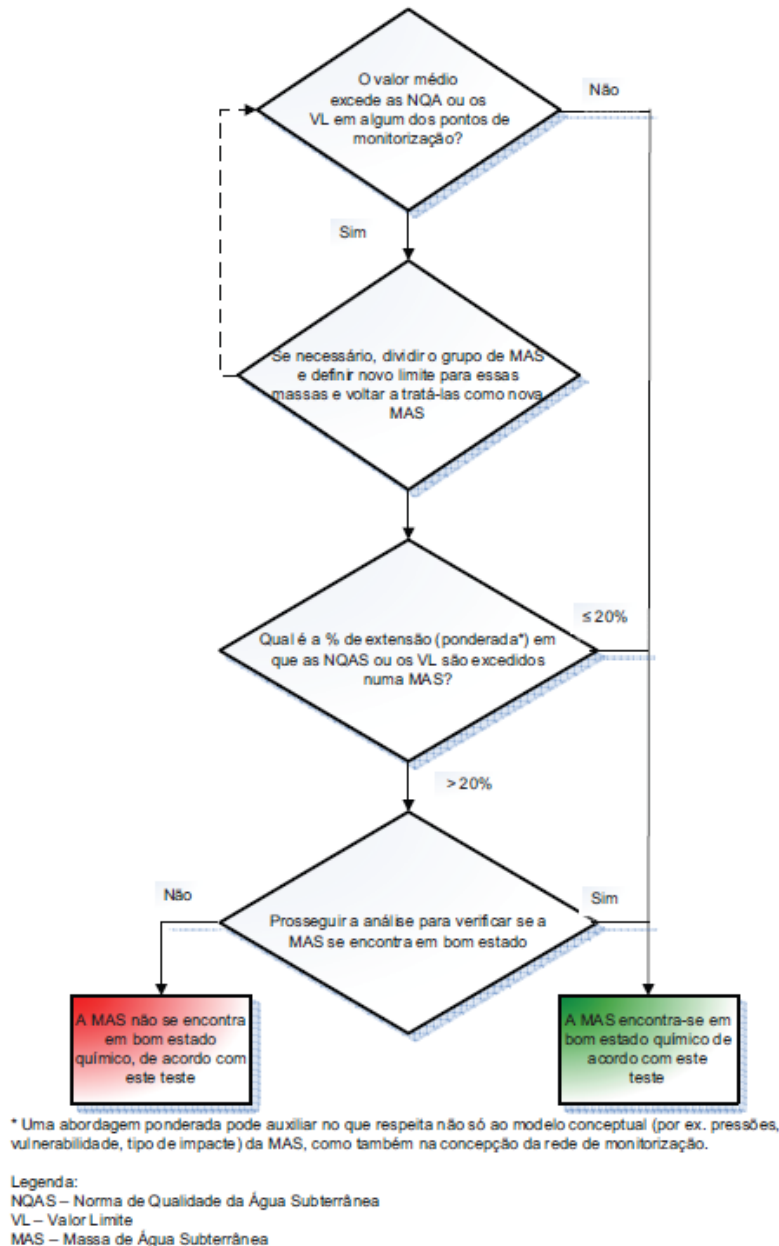


Figura 2.47 – Procedimento geral para a realização do teste da Avaliação Global do Estado Químico (adaptado do Documento Guia n.º 18).

Os critérios para a realização deste teste são os seguintes:

Cumprido o critério do LQA ou da NQ? – Responder “Sim” se for verdadeira a afirmação: Em nenhum ponto de monitorização da MA subterrâneas o valor médio de qualquer parâmetro ultrapassa a sua NQ ou o limiar estabelecido

para esse parâmetro. Quando o resultado da avaliação deste critério é “Sim” este teste tem como resultado estado “Bom”;

- Cumprido o critério de 20% de área? – Este critério deve ser avaliado no caso do critério anterior ser “Não”. Responder “Sim” se for verdadeira a afirmação: A percentagem da área ponderada em que as normas de qualidade ambiental ou os limiares são excedidos numa MA subterrânea é inferior ou igual a 20%? Este valor de 20% é sugerido no Documento Guia n.º 18 como critério por omissão; dependendo da situação particular da MA e na rede de monitorização pode-se assumir outro valor. Se utilizar outro valor para o critério deve-se explicar a razão ou a metodologia adoptada no plano de gestão de bacia. Quando o resultado da avaliação deste critério é “Sim” este teste tem como resultado estado “Bom”;
- cumprido o critério da confiança? – Este critério é avaliado no caso do critério anterior ser “Não”. Responder “Sim” se for verdadeira a afirmação: As avaliações mais aprofundadas, nomeadamente acerca da confiança da avaliação do parâmetro de qualidade que ultrapassa as normas de qualidade ambiental ou os limiares mostram que a MA subterrânea está em bom estado? A avaliação pode considerar uma avaliação da confiança que pode ajudar a distinguir se a área de excedência é aceitável ou não. Esta avaliação da confiança pode ter em conta a incerteza analítica, a incerteza devida à rede de monitorização e a incerteza devida à variação de concentrações. No caso de dados insuficientes, pode-se utilizar uma aproximação determinística para avaliar com mais detalhe as pressões e impactos. Quando o resultado da avaliação deste critério é “Sim” este teste tem como resultado estado “Bom”.
- **Teste de diminuição da qualidade química ou ecológica das MA superficiais**

Para fazer o teste da diminuição da qualidade química ou ecológica das MA superficiais é seguida uma adaptação do fluxograma proposto no Documento Guia n.º 18 e representado na Figura 2.48. Este teste é realizado para cada parâmetro relevante e para cada troço de MA superficiais associadas à MA subterrâneas.

Os critérios para a realização deste teste são os seguintes:

- Cumprido o critério do Bom Estado das MA superficiais? – Responder “Sim” se for verdadeira a afirmação: O estado químico ou ecológico das MA superficiais associadas é bom ou superior a bom. Quando o resultado da avaliação deste critério é “Sim” este teste tem como resultado estado “Bom”;
- cumprido o critério do limiar ou NQA com risco para as MA superficiais? – Este critério é avaliado no caso do critério anterior ser “Não”. Responder “Sim” se for verdadeira a afirmação: A concentração do parâmetro responsável por a MA superficial estar abaixo do estado bom é superior ao limiar definido para este parâmetro, nas estações de monitorização deste ecossistema aquático superficial localizadas na MA subterrâneas. Quando o resultado da avaliação deste critério é “Sim” este teste tem como resultado estado “Bom”;
- cumprido o critério da percentagem de contribuição da carga poluente para as MA superficiais? – Escolher “Sim” no caso de a afirmação ser verdadeira: A contribuição das águas subterrâneas para a MA superficiais é inferior a 50% da carga poluente na MA superficiais. Quando o resultado da avaliação deste critério é “Sim” este teste tem como resultado estado “Bom”.

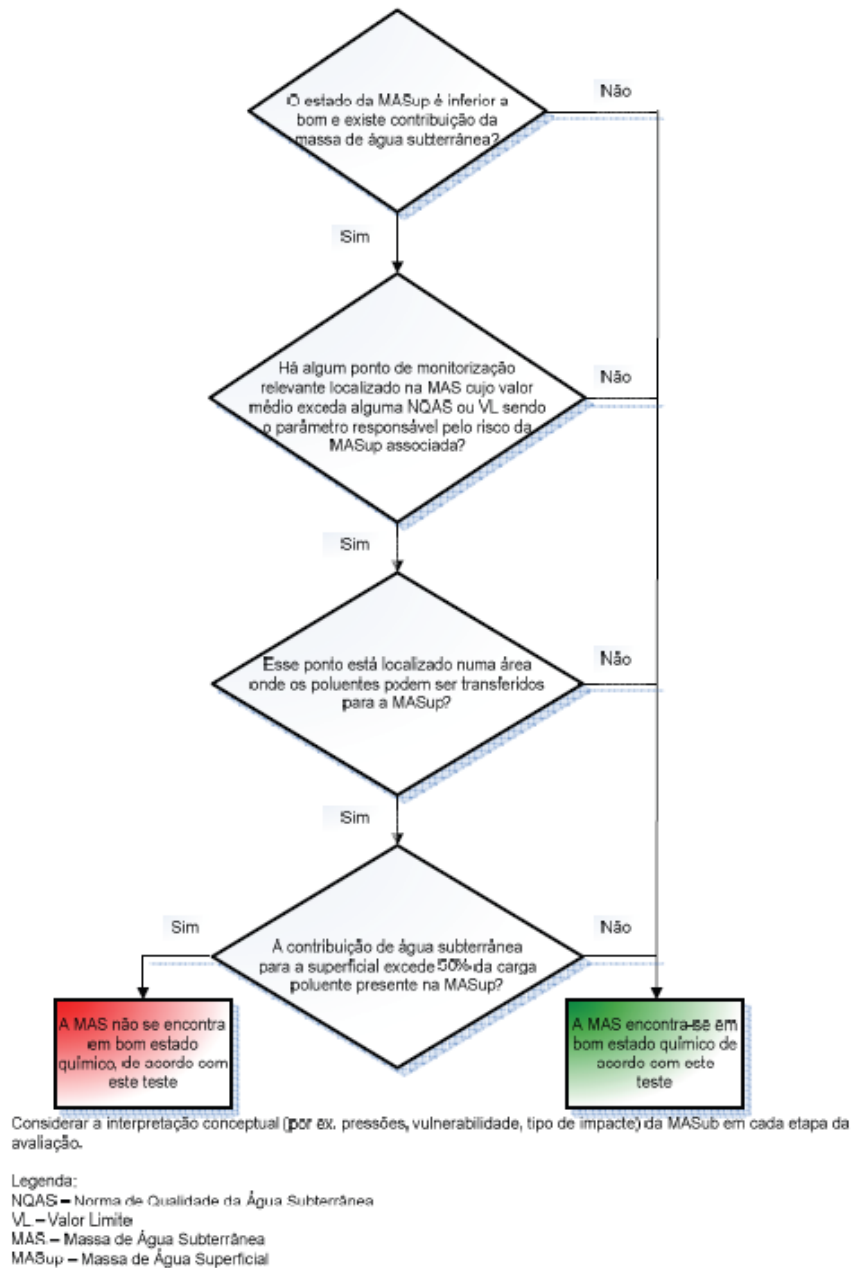


Figura 2.48 – Procedimento geral para a realização do teste da diminuição da qualidade química ou ecológica das MA superficiais (adaptado do Documento Guia n.º 18).

- **Teste de avaliação dos ecossistemas terrestres dependentes das águas subterrâneas (ETDAS)**

Para fazer o teste de avaliação dos ETDAS é seguida uma simplificação do fluxograma proposto no Documento Guia n.º 18 e representado na Figura 2.49. O teste é realizado para cada ETDAS identificado na MA subterrâneas.

Os critérios para a realização deste teste são os seguintes:

- Cumprido o critério do Bom Estado dos ETDAS? – Responder “Sim” se for verdadeira a afirmação: O ecossistema terrestre dependente das águas subterrâneas está em bom estado (não está significativamente

danificado). Quando o resultado da avaliação deste critério é “Sim” este teste tem como resultado estado “Bom”;

- cumprido o critério do limiar ou NQA com potencial dano da ETDAS? – Este critério é avaliado no caso do critério anterior ser “Não”. Responder “Sim” se for verdadeira a afirmação: A concentração do parâmetro responsável pelo dano do ETDAS é superior ao limiar definido para este parâmetro, nas estações de monitorização deste ETDAS para este ETDAS. O limiar para cada estação de monitorização e por cada ETDAS é definido tendo em conta os factores de diluição e as taxas de atenuação. Quando o resultado da avaliação deste critério é “Sim” este teste tem como resultado estado “Bom”;
- cumprido o critério dos danos causados no ETDAS? – Escolher “Sim” no caso de a afirmação ser verdadeira: A carga poluente transferida a partir da MA subterrâneas e a concentração resultante não causa danos no ETDAS. Quando o resultado da avaliação deste critério é “Sim” este teste tem como resultado estado “Bom”.

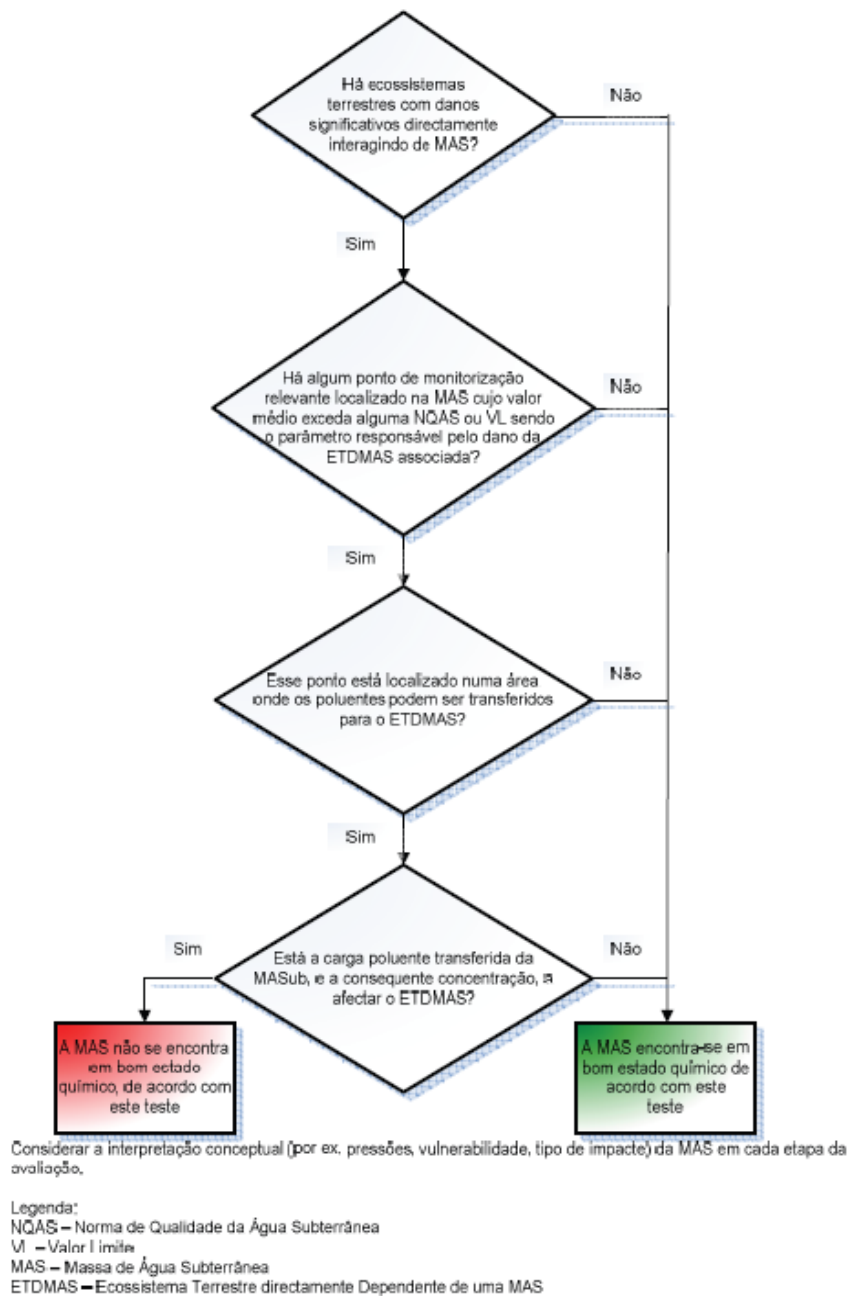


Figura 2.49 – Procedimento geral para a realização do teste dos ETDAS (adaptado do Documento Guia n.º 18).

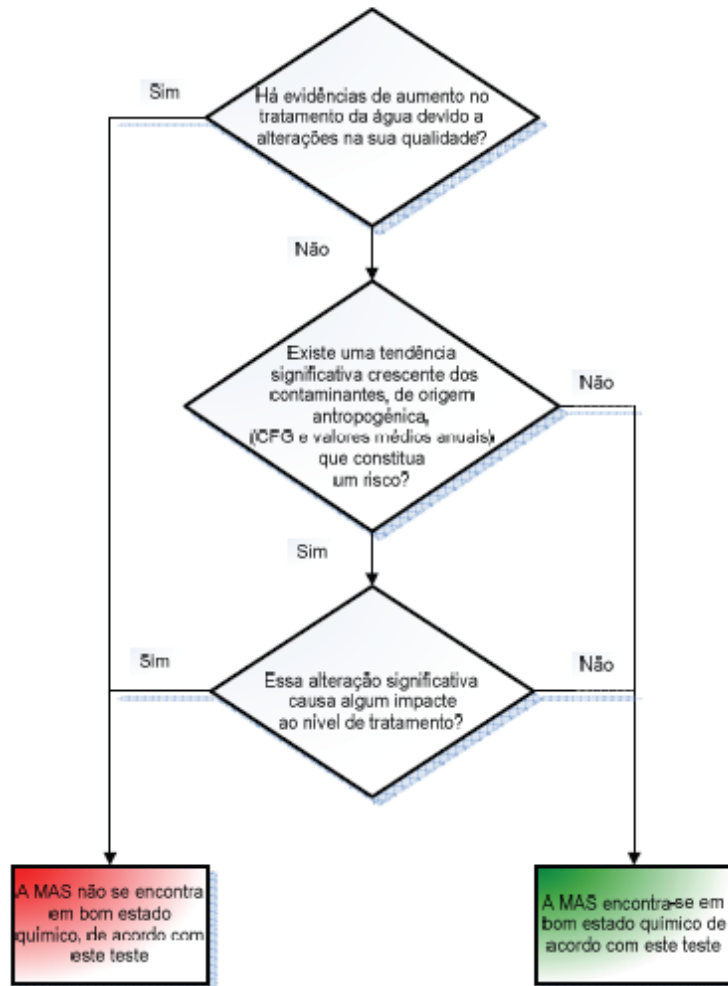
- **Teste das áreas de protecção das águas de consumo**

Para fazer o teste das áreas de protecção das águas de consumo é seguido o fluxograma proposto no Documento Guia n.º 18 e representado na Figura 2.50. Para a resposta a este teste serão utilizados os dados de monitorização relativos às captações de abastecimento público, sendo os resultados das análises conferidos com o Anexo I do Decreto-Lei n.º 236/98, de 1 de Agosto. A água captada em cada captação de abastecimento público será classificada consoante as classes indicadas de seguida, podendo constatar-se desta forma a existência ou não de um aumento do nível de tratamento da água captada:

- A1 – Tratamento físico e desinfecção;

- A2 – Tratamento físico e químico e desinfecção;
- A3 – Tratamento físico, químico de afinação e desinfecção.

Este teste refere-se aos pontos de monitorização mais relevantes, recomendado pelo Guia de Monitorização das Águas Subterrâneas.



Legenda:
CVG - Concentração de Fundo Geoquímico
MAS - Massa de Água Subterrânea

Figura 2.50 – Procedimento geral para a realização do teste das áreas de protecção das águas de consumo (adaptado do Documento Guia n.º 18).

Os critérios para a realização deste teste são os seguintes:

- Cumprido o critério do não aumento do tratamento? – Escolher "Sim" no caso de a afirmação ser verdadeira: Há evidência de aumento do tratamento (incluindo mistura ou encerramento) na captação subterrânea devido a alterações da qualidade da água para consumo. Ao contrário da grande maioria dos critérios avaliados, a resposta "Sim" classifica automaticamente uma MA subterrâneas em estado "Medíocre", não sendo necessário avaliar os critérios seguintes;

- cumprido o critério de não subida? – Este critério é avaliado no caso do critério anterior ser "Não". Escolher "Sim" se a afirmação for verdadeira: Na captação, considerando os valores de referência e as médias aritméticas anuais, não existe uma tendência significativa crescente, de origem antropogénica, dos contaminantes. Quando o resultado da avaliação deste critério é "Sim" este teste tem como resultado estado "Bom";
 - este critério é avaliado no caso do critério anterior ser "Não". Escolher "Sim" se a afirmação for verdadeira: Na captação, a tendência significativa crescente dos contaminantes, de origem antropogénica, não teve impacto no nível de tratamento. Quando o resultado da avaliação deste critério é "Sim" este teste tem como resultado estado "Bom".
- **Teste da intrusão salina**

De acordo com o Documento Guia n.º 18, o teste da intrusão salina para a avaliação do estado químico é o mesmo que o teste para a avaliação do estado quantitativo.

4.1.3 Estimativa dos níveis de fiabilidade e precisão

4.1.3.1 Águas Superficiais

Para a categoria rios (excepto Grandes Rios) e para as MAFM da categoria rios, troços de rio a montante de barragens relativamente às quais existem dados de monitorização, foram estabelecidos pelo INAG, critérios para classificação do estado potencial/ecológico a nível nacional para, embora não todos, os elementos de qualidade que integram o estado/potencial ecológico e o estado químico (INAG, I.P., 2009a). Exceptua-se o tipo albufeiras de Curso Principal, para o qual não foi proposto sistema de classificação a nível nacional (INAG, I.P., 2009a). Nesse sentido, a avaliação no âmbito do presente Plano foi feita pela aplicação do sistema de classificação proposto.

No que se relaciona com os sistemas de classificação para os elementos biológicos fitobentos (representado pelas diatomáceas bentónicas) e invertebrados bentónicos, em MA da categoria Rios, os índices propostos e os valores de fronteira entre as classes de qualidade, regem-se pelas normas definidas na DQA. Ou seja, contemplam informação relativa à composição taxonómica e abundância, taxa sensíveis e diversidade, tendo sido aprovados pela Comissão Europeia através do Exercício de Intercalibração, publicados pela Decisão da Comissão n.º 2008/915/CE, de 30 de Outubro, e portanto avaliado como aceitável o seu nível de precisão e conformidade. Para ambos os elementos, os sistemas de classificação foram definidos no âmbito do projecto coordenado pelo INAG, para a implementação da DQA em Portugal Continental.

A fiabilidade de um sistema de classificação é avaliado pela sua capacidade para manter os critérios fundamentais de validação ao longo do tempo, ou seja, é uma incerteza estatística medida pelo grau de confiança que temos em que um dado resultado não é afectado pela aleatoriedade, que pode resultar, por exemplo, da técnica de amostragem, da experiência do amostrador ou de eventos biológicos não predictíveis (EU-project WISER, <http://www.wiser.eu/>). Nesse sentido, tendo em consideração a escassez de séries de dados, é impossível determinar a incerteza estatística destes sistemas de classificação. Todavia, tal como anteriormente referido, os sistemas de classificação propostos a nível nacional para estes dois elementos (fitobentos-diatomáceas e invertebrados bentónicos) foram submetidos ao Exercício de Intercalibração a nível europeu no âmbito do grupo geográfico onde Portugal se insere (Mediterranean GIG), e portanto o seu nível de incerteza tem sido testado noutros países e avaliado como baixo e aceitável.

Em MAFM da categoria rios, troços de rio a montante de barragens designadas por albufeiras, no âmbito da primeira fase do Exercício de Intercalibração, foram estabelecidos indicadores e fronteiras de qualidade para o tipo *Siliceous Wet Area – L-M5/7* onde se insere o tipo nacional Albufeiras do Norte (INAG, I.P., 2009). Para aquele tipo foram adaptados quatro indicadores: dois para a avaliação da biomassa (concentração de clorofila *a* e biovolume total); dois para a composição e abundância (percentagem de biovolumes de cianobactérias e índice de Grupo de Algas (IGA)); e estabelecidas as fronteiras de qualidade bom/razoável e respectivos valores de RQE.

Os valores-guia obtidos na primeira fase do Exercício de Intercalibração foram integrados no sistema de classificação nacional e foram utilizados para as Albufeiras do tipo Norte. Nesse sentido pode-se considerar que a precisão e fiabilidade do sistema adoptado para as albufeiras do tipo Norte é aceitável à escala espacial de todo o tipo Mediterrâneo.

No caso das MAFM da categoria rios, troços de rio a montante de barragens designadas por albufeiras do tipo Sul que não integraram o Exercício de Intercalibração, o INAG, propôs um valor-guia de fronteira bom/razoável com respectivo valor de RQE, unicamente para o indicador clorofila *a* (componente biomassa) (INAG, I.P., 2009a).

Tal como anteriormente referido, para o tipo Curso Principal, o INAG, não propôs qualquer sistema de classificação, tendo este sido desenvolvido no âmbito do presente Plano, para o indicador de biomassa, clorofila *a*, e constituindo a base de classificação das albufeiras pertencentes a este tipo na RH5. Assim, nesta fase, para o universo de albufeiras pertencentes a estes dois tipos nacionais (Albufeiras do Sul e Albufeiras de Curso Principal), não é possível apresentar estimativas de precisão e fiabilidade para os valores propostos.

No caso das águas de transição, não existe sistema de classificação específico, tendo-se optado na ausência das condições de referência, para cada elemento de qualidade biológico, a utilização de índices com valores de referência genéricos. Por outro lado, verificou-se que os resultados da monitorização para os invertebrados bentónicos indicavam que a variabilidade natural se sobrepunha à variabilidade induzida pelas pressões, excepto em áreas confinadas com condições extremas de contaminação, sendo a relação entre as pressões antropogénicas e os índices de qualidade ecológica de elevada complexidade. A escala de classificação das espécies consoante a sua resposta ao *stress* é a mesma para ambas as situações. Em consequência considerou-se que o grau de incerteza era muito elevado, e portanto que o estado das MA desta categoria era não classificado. Um sistema de classificação específico está a ser desenvolvido pelo INAG, no âmbito do Projecto EEMA.

Para as MA costeiras ainda não existe um sistema de classificação, estando o INAG, a desenvolver no âmbito do Projecto EEMA um sistema de classificação para esta categoria de MA. Existe, assim, um grau de incerteza associado à aplicação dos índices seleccionados e às fronteiras de qualidade utilizadas, no entanto o conhecimento das pressões que se fazem sentir nestas MA, diminuem essa mesma incerteza.

4.1.3.2 Águas Subterrâneas

A avaliação do estado químico deve cumprir o estipulado na DQA, nomeadamente o estabelecido no ponto 2.2 do anexo II e os pontos 2.3.2 e 2.4.5 do anexo V. De acordo com o disposto no Artigo 17.º, os valores médios devem ser utilizados para demonstrar cumprimento do requisito de um bom estado químico das águas subterrâneas. A DQA não indica, no entanto, como deve ser feito o tratamento da dimensão da excedência dos valores regulamentares, nem a avaliação da confiança nos valores medidos e calculados, nem como deve ser tratada.

No que respeita à dimensão da excedência, de acordo com Documento Guia n.º 18 é proposto que o valor regulamentar possa ainda ser ultrapassado em 20% da área da MA (Figura 2.51).

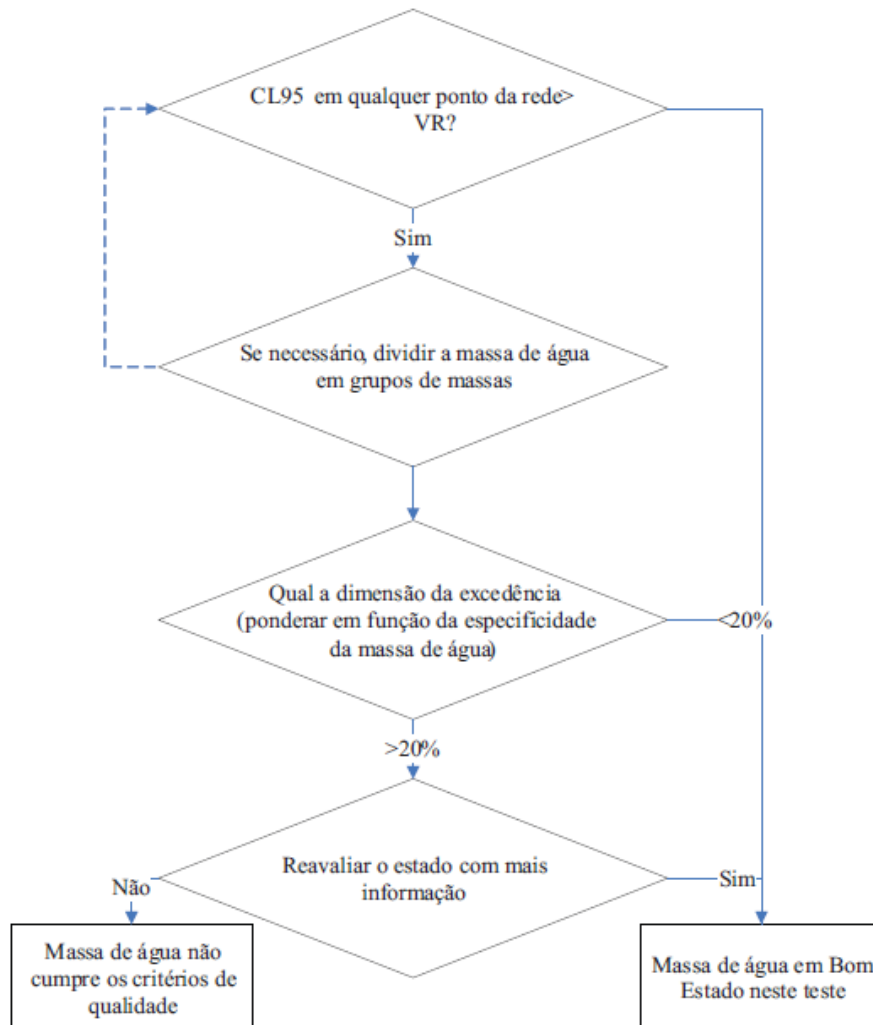


Figura 2.51 – Método para classificação das MA subterrânea quanto ao seu estado químico (adaptado do Documento Guia n.º 18).

De acordo com Grath, *et al.*, (2001) a primeira questão consiste na utilização do extremo superior do intervalo de confiança à média aritmética. Este método baseia-se no teste de hipótese colocado da seguinte forma: H_0 : a MA não está em bom estado, isto é, tem uma média acima do valor regulamentar; H_1 : a MA está em bom estado, isto é, tem uma média abaixo do valor regulamentar. A hipótese H_1 pode considerar-se estatisticamente provada a um nível de significância $\alpha/2$ se o extremo superior do intervalo de confiança à média (CL95) for inferior ao limite regulamentar. Este extremo pode ser calculado para diferentes níveis de confiança, mas utiliza-se neste relatório o valor $\alpha=0,05$. Desta forma a probabilidade de classificar incorrectamente uma MA como estando em bom estado foi neste trabalho de 5%.

4.1.4 Métodos para a fixação de normas de qualidade ambiental

Relativamente aos poluentes específicos, no âmbito dos trabalhos de implementação da DQA, em colaboração com as Comissões de Coordenação e Desenvolvimento Regional, foram identificados aqueles que são descarregados em quantidades significativas em Portugal Continental e que numa primeira fase deviam ser monitorizados, constando a

listagem de poluentes específicos do Anexo B dos “Critérios para a classificação do Estado das MA superficiais – Rios e Albufeiras” (INAG, I.P., 2009).

Para esses poluentes foram definidas normas nacionais de qualidade com valores específicos por poluente que não deverão ser ultrapassados, de forma a garantir o bom estado/potencial ecológico de uma MA. Considera-se contudo que essa lista deverá ser sujeita a revisão, após análise dos resultados de monitorização, adequando os programas de monitorização à realidade específica de cada região hidrográfica.

Relativamente às substâncias prioritárias e outras substâncias, que permitem classificar o estado químico, foram definidas normas comunitárias (Directiva 2008/2005/CE), transpostas para o direito nacional pelo Decreto-Lei n.º 103/2010, de 24 de Setembro. Compete às ARH verificar a conformidade dos resultados de monitorização com as NQA fixadas nas tabelas do Anexo III do referido Decreto-Lei.

Uma MA doce superficial está em conformidade com os requisitos de qualidade quando, em cada local de monitorização, a média aritmética das concentrações monitorizadas em diferentes épocas do ano não ultrapassam as NQA definidas (NQA-MA), nem se verifica nenhum incumprimento individual para a concentração máxima admissível (NQA-CMA).

De forma a otimizar e rentabilizar os programas de monitorização para os poluentes específicos e para as substâncias prioritárias e outras substâncias, deve-se melhorar e fomentar a análise das pressões, nomeadamente ao nível dos sectores que potencialmente descarregam estas substâncias. A DQA prevê a possibilidade de rever a lista das substâncias prioritárias, conferindo-lhe prioridade para acção com base em critérios acordados segundo o risco que representam para os ecossistemas aquáticos. Para tal, contempla a possibilidade de actualização das normas de qualidade química de acordo com o disposto no Anexo V da DQA ponto 1.2.6, relativo a “Métodos para a fixação de normas de qualidade química pelos Estados-Membros”.

No que respeita às águas subterrâneas, no âmbito do PGRH não foram definidas NQ, tendo sido utilizadas as definidas na DAS, transposta para o direito interno, pelo Decreto-Lei n.º 208/2008, de 28 de Outubro, para os Nitratos (50 mg/l) e Pesticidas (0,1 µg/l). Foram ainda considerados os LQA definidos em INAG, I.P. (2009) para os parâmetros azoto amoniacal, condutividade, oxigénio dissolvido, pH, arsénio, cádmio, chumbo, mercúrio, azoto amoniacal, cloreto, sulfato, tricloroetileno e tetracloroetileno. Desta forma, importa descrever a metodologia utilizada pelo INAG na definição dos LQA, sendo os textos a seguir apresentados baseados em INAG, I.P. (2009).

Os limiares estabelecidos têm em consideração vários aspectos: a interacção da água subterrânea com os ecossistemas terrestres aquáticos directamente dependentes; os usos da água subterrânea; as características hidrogeológicas da MA, em especial as concentrações naturais dos parâmetros devido aos processos hidrogeoquímicos que ocorrem na interacção água-rocha; a origem dos poluentes, pois muito deles ocorrem naturalmente.

De forma a distinguir o que é natural e onde existe influência antropogénica é imperioso conhecer os valores de concentração natural dos diferentes parâmetros. Como tal, foi adoptada a metodologia indicada no Documento Guia n.º 18, designadamente a utilização do percentil 90 de um conjunto de dados.

Após a definição dos valores de concentração natural para os parâmetros acima indicados, efectuou-se uma análise dos dados existentes no SNIRH, resultantes da rede de monitorização do estado químico da água subterrânea, designadamente a rede de vigilância, tendo sido excluídas as estações nas quais se sabia existir influência antropogénica. O conjunto de dados utilizado é composto por todos os dados existentes até 2008, inclusive.

Posteriormente foi efectuada uma análise estatística dos dados seleccionados, tendo sido calculados os seguintes parâmetros: média, mediana, mínimo, máximo, 1.º quartil, 3.º quartil, percentil 10, percentil 90, desvio padrão, e o tamanho da amostra.

A análise dos dados foi realizada por MA subterrânea, comparando-se sempre o valor com:

- O percentil 90;
- os valores paramétricos definidos no Decreto-Lei n.º 306/2007, de 27 de Agosto;
- o Valor Máximo Admissível (VMA) definido no Anexo I do Decreto-Lei n.º 236/98, de 1 de Agosto.

Tal como referido anteriormente a utilização do percentil 90 foi baseada no facto do Documento Guia n.º 19 indicar este parâmetro estatístico como o mais representativo do valor da concentração natural de um determinado parâmetro; os valores paramétricos do Decreto-Lei n.º 306/2007, de 27 de Agosto, por se tratarem de normas para água para consumo humano e a maior parte das MA serem uma origem de água; com o VMA do Anexo I por serem estes valores que constituem as normas de qualidade para uma água subterrânea não tratada para se determinar se está própria para a produção de água para consumo humano.

4.1.5 Normas de qualidade ambiental

4.1.5.1 Águas superficiais

As NQA para os poluentes específicos em MA de superfície foram definidas a nível nacional, tendo sido publicadas no Anexo B do documento “Critérios para a classificação do Estado das Massas de Água Superficiais – Rios e Albufeiras” (INAG, I.P., 2009). No entanto, neste anexo são listadas 21 substâncias para as quais ainda não foram definidas NQA, estando a sua definição prevista para quando da publicação trabalho conjunto do INAG, com a Agência Portuguesa do Ambiente (INAG, I.P., 2009). Assim sendo, para estas substâncias deverão ser seguidas as indicações constantes do item 1.2.6 do Anexo V da DQA.

Para as substâncias prioritárias e outros poluentes, foram definidas normas a nível comunitário, publicadas na Directiva 2008/2005/CE, transposta para o direito nacional pelo Decreto-Lei n.º 103/2010 de 24 de Setembro. Neste Decreto-Lei estabelecem-se as NQA para substâncias identificadas respectivamente nos Anexos I e II, tendo em vista assegurar a redução gradual da poluição e alcançar o bom estado das águas superficiais, nos termos da Lei da Água. Este Decreto-Lei prevê ainda o estabelecimento de NQA para o substrato e para o biota, devendo estas e as respectivas frequências de monitorização serem estabelecidas pelo INAG, em colaboração com as ARH.

4.1.5.2 Águas subterrâneas

Tal como referido no Capítulo 4.1.4., as NQ e LQA utilizados para a avaliação do estado químico das MA subterrâneas foram estabelecidos pela DAS, transposta para o direito interno, pelo Decreto-Lei n.º 208/2008, de 28 de Outubro, e pelo INAG (INAG, I.P., 2009).

Quadro 2.176 – Normas e limiares de qualidade para o estabelecimento do estado químico das MA subterrâneas
(adaptado de INAG, I.P., 2009).

Parâmetro	Unidade	Tipo de imposição	Valor
Condutividade eléctrica	µS/cm	LQ1 e LQ2	2500
pH	-	LQ2	5,5 – 9,0
Oxigénio dissolvido	mgO ₂ /L	LQ2	-
Nitratos	mgNO ₃ /L	NQ e LQ2	50
Azoto amoniacal	mgNH ₄ /L	LQ1 e LQ2	0,5
Sulfatos	mgSO ₄ /L	LQ1	250
Cloretos	mgCl/L	LQ1	250
Arsénio	mgAs/L	LQ1	0,01
Chumbo	mgPb/L	LQ1	0,01
Cádmio	mgCd/L	LQ1	0,005
Mercúrio	mgHg/L	LQ1	0,001
Tricloroetileno	µgTCE/L	LQ1	0,2
Tetracloroetileno	µgPCE/L	LQ1	0,3
Pesticidas	µg/L	NQ	0,1

Legenda:

NQ – Normas de Qualidade, Anexo I da Directiva das Águas Subterrâneas, Decreto-Lei n.º 208/2008, de 28 de Outubro
LQ1 – Limiar de Qualidade, Anexo II da Directiva das Águas Subterrâneas, Decreto-Lei n.º 208/2008, de 28 de Outubro (definido em INAG, I.P., 2009)
LQ2 – Limiar de Qualidade, Anexo VII do Decreto-Lei n.º 77/2006, de 30 de Março (definido em INAG, I.P., 2009)

Em INAG, I.P. (2009) não foram estabelecidos excepções a estes valores, de forma a distinguir entre o que é natural e o que tem origem antropogénica, para a RH5.

Relativamente ao parâmetro oxigénio dissolvido, este não tem significado para a água subterrânea dado que os valores são condicionados pelo tipo de amostragem, que é realizada na maior parte das vezes com bombagem, o que provoca uma turbulência na água, e pelo contacto com a atmosfera, que vai influenciar o conteúdo em oxigénio.

4.2 AVALIAÇÃO DO ESTADO

4.2.1 Águas Superficiais

4.2.1.1 Estado ecológico

O estado ecológico foi determinado para as MA rios, costeiras e de transição correspondendo a 368 MA. Desse universo 54% (198 MA) apresentam estado bom ou superior a bom, sendo que apenas uma pertence à categoria das MA costeiras e as restantes pertencem a categoria MA rios (Quadro 2.177).



Mapa 68 – Estado ecológico das massas de água naturais.

No que diz respeito às MA de transição, a totalidade das MA da sub-bacia Estuário foram classificadas com estado não classificado, dado que face ao conhecimento não há um sistema de classificação robusto para a classificação do estado ecológico.

No que se refere às águas costeiras, a MA ao largo da costa em frente ao estuário apresenta bom estado, enquanto a Lagoa de Albufeira, apresenta uma classificação de mau.

Quadro 2.177 – Avaliação do estado ecológico para as MA naturais da categoria rios, águas de transição e costeiras.

Estado ecológico	MA Rios		MA de Transição		MA Costeiras	
	N.º MA	Comprimento (km)	N.º MA	Área (km ²)	N.º MA	Área (km ²)
Excelente	20	144	-	-	-	-
Bom	177	2236	-	-	1	380
Razoável	56	1292	-	-	-	-
Medíocre	30	963	-	-	-	-
Mau	14	297	-	-	1	2
Não Classificado	65	932	4 (a)	368	-	-
Total	362	5863	4 (a)	368	2	382
Proporção Bom ou acima (%)	54%	41%	N/A	N/A	50%	99%

(a) Se na classificação destas MA não forem considerados os invertebrados bentónicos, cuja utilização como elemento de qualidade biológica apresenta um elevado grau de incerteza, a classificação das MA desta categoria é a seguinte: Excelente – 2 MA, Bom - 1 MA, Razoável - 1 MA

4.2.1.2 Potencial ecológico

A classificação do potencial ecológico para as MAFM da categoria rios foi realizada tendo apenas em conta os elementos de qualidade para a classificação do potencial ecológico, considerando a categoria de MA a que mais se assemelham.



Mapa 69 – Potencial ecológico das massas de água fortemente modificadas e artificiais.

No que diz respeito às MAFM a jusante de barragens (26 MA), verifica-se que não existem MA com bom potencial ecológico ou superior. Por outro lado, existem 12 albufeiras (80 km²) classificadas com bom potencial ecológico (Quadro 2.178).

Quadro 2.178 – Avaliação do potencial ecológico para MAFM rios e albufeiras.

Potencial ecológico	MAFM Rios			
	Jusante de barragens		Montante de barragens (albufeiras)	
	N.º MA	Comprimento (km)	N.º MA	Área (km ²)
Bom	-	-	12	80
Razoável	15	312	10	66
Medíocre	9	63	-	-
Mau	2	17	-	-
Não classificadas	-	-	2	2
Total	26	392	24	148
Proporção Bom (%)	0%	0%	50%	54%

Relativamente às sete MAA presentes na RH5, verifica-se que nenhuma possui bom potencial ecológico ou superior, estando os 502 km totais de comprimento das MA classificados com estado razoável e medíocre (Quadro 2.179).

Quadro 2.179 – Avaliação do potencial ecológico para MAA.

Potencial ecológico	MA Artificiais	
	N.º MA	Comprimento (km)
Bom	-	-
Razoável	6	496
Mediocre	1	6
Mau	-	-
Não classificadas	-	-
Total	7	502
Proporção Bom (%)	0%	0%

4.2.1.3 Estado químico

A avaliação do estado químico permitiu identificar apenas um incumprimento ao nível das NQA (Tributilestanho), verificado na albufeira de Póvoa e Meadas (2 km²), classificando esta MA como insuficiente (Quadro 2.180).



Mapa 70 – Estado químico das massas de água superficiais.



Mapa 71 – Excedência de outros poluentes nas águas superficiais

Quadro 2.180 – Avaliação do estado químico para MA naturais, MAFM MAA.

Estado químico	MA Naturais						MAFM				MA Artificiais	
	Rios		Transição		Costeiras		Rios (jusante de barragens)		Rios (montante de barragens -Albufeiras)		N.º MA	Comprimento (km)
	N.º MA	Comprimento (km)	N.º MA	Área (km ²)	N.º MA	Área (km ²)	N.º MA	Comprimento (km)	N.º MA	Área (km ²)		
Bom	10	662	4	368	2	382	-	-	15	131	-	-
Insuficiente	-	-	-	-	-	-	-	-	1	2	-	-
Total	10	662	4	368	2	382	-	-	16	134	-	-
Proporção Bom (%)	100%	100%	100%	100%	100%	100%	-	-	94%	98%	-	-

4.2.1.4 Síntese

Em termos globais e observando as Figuras 2.52 e 2.53, verifica-se que as sub-bacias localizadas na região Norte da margem direita do rio Tejo apresentam melhores resultados. É nesta região que surgem as MA com melhor classificação, ou seja, estado excelente (20 MA) e onde a percentagem de MA classificadas com bom estado é superior. Salientam-se as sub-bacias Rio Zêzere (16 MA excelentes), Rio Pônsul, Rio Erges (três MA excelentes), Rio Ocreza, Ribeira de Aravil (uma MA excelente) e do Tejo Superior.

Como esperado, tendo em consideração as pressões identificadas nas sub-bacias, à medida que o rio Tejo percorre o seu curso até ao limite da zona de estuário, as sub-bacias na margem direita vão progressivamente apresentando pior qualidade. De facto, a Sudoeste da sub-bacia Tejo Inferior na margem direita, registam-se três MA classificadas com mau estado, respectivamente nas sub-bacias Tejo Superior, Rio Almonda e Rio Alviela, verificando-se uma degradação progressiva das MA, respectivamente para as sub-bacias Rio Maior, Rio Alenquer, Rio Grande da Pipa, Rio Trancão e Grande Lisboa, onde na sua totalidade as MA apresentam estado inferior a bom. Na margem esquerda do rio Tejo, o padrão é semelhante, embora a percentagem de MA com bom estado, seja inferior à observada na margem direita do rio Tejo. Assim, destacam-se com melhores resultados globais as sub-bacias Rio Sever e Rio Sorraia (61 MA com bom estado). Os piores resultados globais, ou seja, as classificações de medíocre e mau, correspondem maioritariamente a sub-bacias situadas próximas do estuário, onde as pressões sobre as MA se intensificam (Ribeira de Magos, Estuário, Ribeiras Costeiras do Sul e Água Costeira do Tejo).

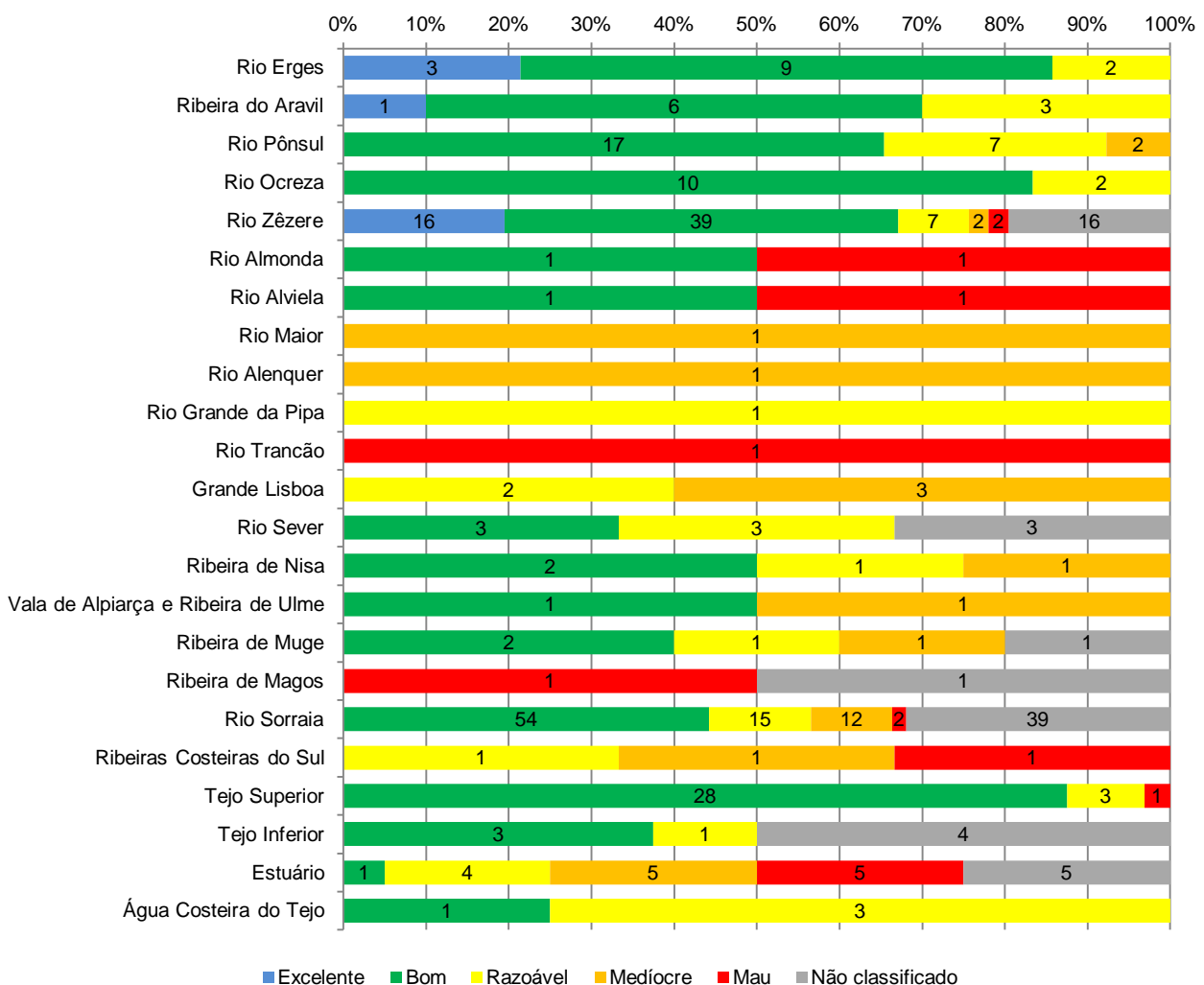


Figura 2.52 – Resultados percentuais do estado das MA por sub-bacia da RH5. Sub-bacias ordenadas segundo um gradiente Norte/Sul, na margem direita e na margem esquerda do rio Tejo.

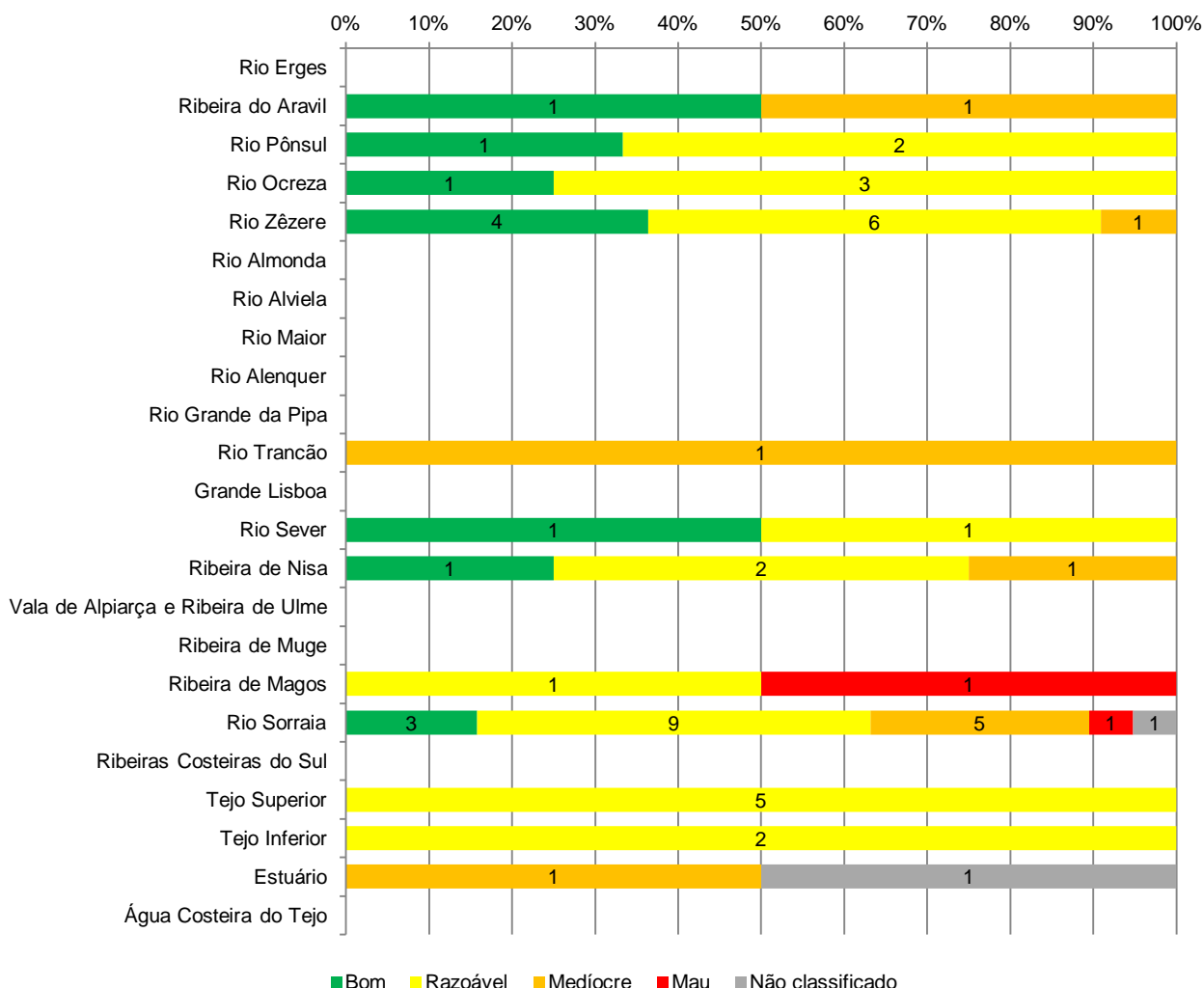


Figura 2.53 – Resultados percentuais do potencial das MA por sub-bacia da RH5. Sub-bacias ordenadas segundo um gradiente Norte/Sul, na margem direita e na margem esquerda do rio Tejo.

Ao nível da RH5, verifica-se o seguinte (Quadro 2.181):

- MA da categoria Rios, 54% (2 380 km) das 362 MA possuem bom estado ou superior;
- MAFM da categoria Rios, troços de rios a jusante de barragens, verifica-se que as 26 MA (392 km) possuem potencial inferior a bom;
- MAFM da categoria Rios, troços de rios a montante de barragens designados por albufeiras, das 24 MA, 12 apresentam um bom potencial (80 km²);
- MAA, a totalidade das MA possuem um potencial inferior a bom;
- MA Águas de Transição – a totalidade das MA apresenta estado não classificado.
- MAFM de Transição – no âmbito do plano considerou-se que as alterações morfológicas desta MA não alteravam de forma significativa o carácter da mesma, pelo que não foi designada;



Mapa 72 – Estado e Potencial das massas de água superficiais.

- MA da categoria Águas Costeiras – uma das MA está classificada com mau estado, e a outra MA com bom estado.

Quadro 2.181 – Avaliação do estado e potencial das massas de água (MA) naturais, fortemente modificadas (MAFM) e artificiais (MAA).

Estado	MA Naturais						MAFM				MA Artificiais	
	Rios		Transição		Costeiras		Rios (jusante de barragens)		Rios (montante de barragens - Albufeiras)			
	N.º MA	Comprimento (km)	N.º MA	Área (km ²)	N.º MA	Área (km ²)	N.º MA	Comprimento (km)	N.º MA	Área (km ²)	N.º MA	Comprimento (km)
Excelente	20	144	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Bom	177	2236	-	-	1	380	-	-	12	80	-	-
Razoável	56	1292	-	-	-	-	15	312	10	66	6	496
Medíocre	30	963	-	-	-	-	9	63	-	-	1	6
Mau	14	297	-	-	1	2	2	17	-	-	-	-
Não classificadas	65	932	4	368	-	-	-	-	2	2	-	-
Total	362	5863	4	368	2	382	26	392	24	148	7	502
Proporção Bom ou acima (%)	54%	41%	0%	0%	50%	99%	0%	0%	50%	54%	0%	0%

4.2.2 Águas subterrâneas

4.2.2.1 Estado quantitativo

O estado quantitativo foi avaliado aplicando os testes referidos no Capítulo 4.1.2.1. No quadro seguinte apresenta-se os resultados dos testes relevantes por MA subterrânea, efectuados no âmbito da avaliação do estado quantitativo.

Quadro 2.182 – Resultados dos testes realizados para avaliação do estado quantitativo das MA subterrâneas.

MA	Testes				Estado quantitativo
	Balanco hídrico subterrâneo	Escoamento superficial	Avaliação dos ecossistemas terrestres dependentes das águas subterrâneas (ETDAS)	Intrusão salina	
Maciço Antigo Indiferenciado da Bacia do Tejo	● Bom	- ⁽¹⁾	● Bom	● Bom	● Bom
Escusa	● Bom	Sem dados	- ⁽¹⁾	● Bom	● Bom
Monforte- Alter do Chão	● Bom	Sem dados	- ⁽¹⁾	● Bom	● Bom
Estremoz-Cano	● Bom	Sem dados	- ⁽¹⁾	● Bom	● Bom
Orla Ocidental Indiferenciado da Bacia do Tejo	● Bom	Sem dados	- ⁽¹⁾	● Bom	● Bom
Ourém	● Bom	Sem dados	- ⁽¹⁾	● Bom	● Bom
Ota-Alenquer	● Bom	- ⁽¹⁾	- ⁽¹⁾	● Bom	● Bom

MA	Testes				Estado quantitativo
	Balanço hídrico subterrâneo	Escoamento superficial	Avaliação dos ecossistemas terrestres dependentes das águas subterrâneas (ETDAS)	Intrusão salina	
Pisões-Atrozela	● Bom	Sem dados	- ⁽¹⁾	● Bom	● Bom
Bacia Tejo-Sado Indiferenciado da Bacia do Tejo	● Bom	- ⁽¹⁾	- ⁽¹⁾	● Bom	● Bom
Bacia Tejo-Sado Margem Direita	● Bom	- ⁽¹⁾	- ⁽¹⁾	● Bom	● Bom
Bacia Tejo-Sado Margem Esquerda	● Bom	Sem dados	- ⁽¹⁾	● Bom	● Bom
Aluviões do Tejo	● Bom	Sem dados	● Bom	Sem dados	● Bom

⁽¹⁾ Não aplicável

A avaliação das tendências de evolução dos níveis piezométricos ao longo do tempo mostrou algumas situações de descida nos casos de algumas MA subterrâneas. Contudo, considera-se que a extensão das séries e a irregularidade dos períodos de medição dos níveis não permite com segurança confirmar uma tendência de descida. Salienta-se também que as situações onde foi identificada tendência de descida dos níveis piezométricos são pontuais e localizadas em algumas áreas da MA, não podendo ser consideradas representativas da totalidade da MA. Acresce ainda o facto de existirem algumas lacunas de informação associadas às características dos piezómetros.



Mapa 73 – Estado quantitativo das massas de água subterrâneas.

Considera-se ainda importante salientar que os testes do escoamento superficial e dos ETDAS foram amplamente condicionados pela informação existente, sendo em muitos casos impossível proceder à execução do teste devido à ausência de informação sobre os locais e/ou MA superficiais interessadas, não permitindo a classificação de estado medíocre. Assim, todas as MA subterrâneas são classificadas por estado quantitativo “bom”.

Quadro 2.183 – Avaliação do estado quantitativo das MA subterrânea.

Estado Quantitativo	MA Subterrâneas	
	n.º	%
Bom	12	100
Medíocre	0	0

No que respeita às três MA afectas à RH4, a avaliação efectuada permitiu classificar todas as MA em bom estado quantitativo, tal como indicado no quadro seguinte.

Quadro 2.184 – Resultados dos testes realizados para avaliação do estado quantitativo das MA subterrâneas afectas à RH4.

MA	Testes				Estado quantitativo
	Balanço hídrico subterrâneo	Escoamento superficial	Avaliação dos ecossistemas terrestres dependentes das águas subterrâneas (ETDAS)	Intrusão salina	
Penela-Tomar	● Bom	Sem dados	- ⁽¹⁾	● Bom	● Bom
Sicó-Alvaiázere	● Bom	- ⁽¹⁾	- ⁽¹⁾	● Bom	● Bom
Maiço Calcário Estremenho	● Bom	Sem dados	Sem dados	● Bom	● Bom

4.2.2.2 Estado químico

O estado químico foi avaliado aplicando os testes referidos no Capítulo 4.1.2.2. No Quadro 2.185 apresenta-se os resultados dos testes relevantes por MA subterrânea, efectuados no âmbito da avaliação do estado químico.



Mapa 74 – Estado químico das massas de água subterrâneas.

Quadro 2.185 – Resultados dos testes realizados para avaliação do estado químico das MA subterrâneas.

MA	Testes					Estado químico
	Avaliação global do estado químico	Diminuição da qualidade química ou ecológica das MA superficiais	Avaliação dos ecossistemas terrestres dependentes das águas subterrâneas (ETDAS)	Áreas de Protecção das Águas de Consumo	Intrusão salina	
Maciço Antigo Indiferenciado da Bacia do Tejo	● Bom	- ⁽¹⁾	● Bom	● Bom	● Bom	● Bom
Escusa	● Bom	- ⁽²⁾	- ⁽¹⁾	● Bom	● Bom	● Bom
Monforte - Alter do Chão	● Medíocre	● Bom	- ⁽¹⁾	● Bom	● Bom	● Medíocre
Estremoz-Cano	● Medíocre	Sem dados	- ⁽¹⁾	● Bom	● Bom	● Medíocre
Orla Ocidental Indiferenciado da Bacia do Tejo	● Bom	Sem dados	- ⁽¹⁾	● Bom	● Bom	● Bom
Ourém	● Bom	● Bom	- ⁽¹⁾	● Bom	● Bom	● Bom
Ota-Alenquer	● Bom	- ⁽¹⁾	- ⁽¹⁾	● Bom	● Bom	● Bom
Pisões-Atrozela	● Medíocre	Sem dados	- ⁽¹⁾	● Bom	● Bom	● Medíocre
Bacia Tejo-Sado Indiferenciado da Bacia do Tejo	● Bom	- ⁽¹⁾	- ⁽¹⁾	● Bom	● Bom	● Bom
Bacia Tejo-Sado Margem Direita	● Bom	- ⁽¹⁾	- ⁽¹⁾	● Bom	● Bom	● Bom
Bacia Tejo-Sado Margem Esquerda	● Bom	Sem dados	- ⁽¹⁾	● Bom	● Bom	● Bom
Aluviões do Tejo	● Medíocre	Sem dados	● Bom	● Bom	Sem dados	● Medíocre

⁽¹⁾ – Não aplicável

⁽²⁾ - Para esta MA subterrânea em nenhum dos pontos de monitorização os valores médios de qualquer parâmetro ultrapassam uma norma de qualidade ou um limiar.

Tal como na avaliação do estado quantitativo, entende-se importante salientar que os testes da diminuição da qualidade química ou ecológica das MA superficiais e dos ETDAS foi amplamente condicionado pela informação existente, sendo em muitos casos impossível proceder à execução do teste devido à ausência de informação sobre os locais e/ou MA superficiais interessadas, não permitindo desta forma a classificação de estado medíocre.

Apresenta-se de seguida a classificação do estado das MA obtida no estado químico.

Quadro 2.186 – Avaliação do estado químico das MA subterrânea.

Estado Químico	MA Subterrâneas	
	n.º	%
Bom	8	66.7
Medíocre	4	33.3

Foi também avaliado o estado químico das três MA afectas à RH4, utilizando os dados de monitorização disponíveis na ARH Tejo e no SNIRH para o período considerado, tendo-se concluído que todas se encontram em bom estado.

Quadro 2.187 – Resultados dos testes realizados para avaliação do estado químico das MA subterrâneas afectas à RH4.

MA	Testes					Estado químico
	Avaliação global do estado químico	Diminuição da qualidade química ou ecológica das MA superficiais	Avaliação dos ecossistemas terrestres dependentes das águas subterrâneas (ETDAS)	Áreas de Protecção das Águas de Consumo	Intrusão salina	
Penela-Tomar	● Bom	Sem dados	- ⁽¹⁾	● Bom	● Bom	● Bom
Sicó-Alvaiázere	● Bom	- ⁽¹⁾	- ⁽¹⁾	● Bom	● Bom	● Bom
Maciço Calcário Estremenho	● Bom	● Bom	Sem dados	● Bom	● Bom	● Bom

⁽¹⁾ – Não aplicável

4.2.2.3 Tendências crescentes significativas e persistentes na concentração de poluentes

Na avaliação de tendências seguiram-se os critérios de identificação de tendências significativas e persistentes para o aumento das concentrações de poluentes, e a definição dos pontos de partida para a inversão dessas tendências tal como estabelecidos no ponto 2.4.4 do anexo V da DQA e ainda o estabelecido no ponto 5 do Artigo 17.º da DQA.

A metodologia utilizada seguiu o preconizado no Documento Guia n.º 18 e em Grath *et al.*, (2001). Em complemento a este último, foi produzido pela empresa QuoData uma aplicação informática específica para dar resposta



Mapa 75 –Tendências de poluentes nas águas subterrâneas.

aos critérios estatísticos estabelecidos no mesmo. Esta ferramenta permite obter os parâmetros estatísticos previstos para a avaliação do estado, nomeadamente quanto às médias aritméticas (ou, em casos que tal se justifique, as médias ponderadas, incluindo a média obtida por *krigagem*), intervalos de confiança à média, e os testes de hipóteses. Estes últimos são realizados considerando como hipótese nula que a MA não está em bom estado, estando portanto a média aritmética dos pontos acima do valor limite estabelecido; a hipótese alternativa estabelece o contrário. Esta formulação coloca o esforço da prova em demonstrar que a hipótese nula é falsa.

Note-se, no entanto que a realização de testes de hipóteses, como o indicado atrás, a vários parâmetros químicos tem como consequência um elevado erro acumulado de obter falsos positivos (EAFP) (USEPA, 1992; Nunes *et al.*, 2008). Pressupondo a independência entre amostras, e se a probabilidade de um falso positivo para um único teste for de α , a probabilidade de pelo menos um dos n testes ser significativo devido ao acaso é dado por:

Por exemplo para as 33 substâncias prioritárias incluídas na Decisão n.º 2455/2001/CE do Parlamento Europeu e do Conselho, de 20 de Novembro de 2001, e um α de 0,05, a probabilidade de vir a considerar pelo menos uma MA como não estando em bom estado é de cerca de 81,6%. Isto indica que para este conjunto de parâmetros, é muito provável a maioria das MA venham a ser colocadas em investigação complementar, devido apenas a causas relacionadas com o método estatístico utilizado.

Podem, no entanto, utilizar-se três estratégias para redução do EAFP:

- Redução do número de testes, isto é, testar um menor número de parâmetros;




- diminuição do valor de α ;
- alteração do teste estatístico.

Destas hipóteses, antevê-se como possível apenas a alteração do valor de α , uma vez que as restantes são impostas quer por normas legais, quer por documentos orientadores. No entanto, ao reduzir este valor, reduz-se igualmente a potência do teste para detectar incumprimentos. A Agência Norte Americana do Ambiente recomenda que o valor EAEP não ultrapasse 0,1 (USEPA, 2009), o que nos pressupostos anteriores obrigaria a que o valor de α tivesse que ser muito baixo, limitando muito a potência do teste.

Tal como referido anteriormente, foi realizada a análise de tendências dos parâmetros, cumprindo os requisitos existentes em Grath *et al.*, (2001), designadamente:

- A dimensão da série temporal é de, pelo menos, cinco anos com valores das médias aritméticas (MA) semestrais, calculadas utilizando a totalidade dos pontos amostragem em cada MA;
- não existem falhas nas séries superiores a um semestre;
- as séries têm, no máximo, 15 anos de amostragem.

A análise das tendências é realizada sobre os valores da MA. Os valores inferiores ao limite de detecção foram substituídos por 50% do limite de detecção. Foi utilizado o método não paramétrico de regressão LOESS, como recomendado em Grath *et al.*, (2001), recorrendo à aplicação informática desenvolvida no âmbito do mesmo projecto: GWStat (Quo Data, 2001). O método calcula o valor de significância observado, p , o qual pode ser comparado com o valor do nível de significância assumido pelo modelador (neste trabalho $\alpha=0,05$). Quando o valor $p \leq \alpha$ assume-se que a hipótese de não existência de tendência é recusada, deixando a hipótese de existência de tendência como muito provável.

-  Mapa 76 – Excedência de Nitratos nas águas subterrâneas.
-  Mapa 77 – Excedência de Pesticidas nas águas subterrâneas.
-  Mapa 78 – Excedência de outros poluentes nas águas subterrâneas.

Refere-se ainda que de acordo com o Decreto-Lei n.º 208/2008, de 28 de Outubro, quando a concentração do poluente atinge 75% dos valores paramétricos das NQA ou LQ da água subterrânea deve promover-se a implementação de medidas destinadas a inverter as tendências significativas e persistentes para o aumento das concentrações, sendo estas tratadas em capítulo próprio.

A síntese da análise é apresentada no Quadro 2.188. Para os parâmetros mercúrio, tricloroetileno, tetracloroetileno, e pesticidas totais não existe informação em quantidade e frequência suficiente para cumprir os critérios de análise indicados no documento metodológico. O mesmo se repetiu para muitos outros parâmetros em algumas das MA.

Quadro 2.188 – Análise de tendências das MA subterrâneas da RH5.

MA	As	NH ₄ ⁺	Cd	Pb	Cl ⁻	Conductividade eléctrica	Hg	NO ₃ ⁻	pH	SO ₄ ²⁻	TCE	PCE	Pest. Total
Maciço Antigo Indiferenciado da Bacia do Tejo	-	↑ (0,000021)	↑ (0,0198)	↓ (0,0047)	•	•	-	•	•	•	-	-	-
Escusa	-	•	-	-	•	•	-	•	•	•	-	-	-
Monforte- Alter do Chão	-	•	-	-	•	•	-	↓ (0,0319)	•	•	-	-	-
Estremoz-Cano	-	•	-	-	•	•	-	↑	•	•	-	-	-

MA	As	NH ₄ ⁺	Cd	Pb	Cl ⁻	Condutividade eléctrica	Hg	NO ₃ ⁻	pH	SO ₄ ²⁻	TCE	PCE	Pest. Total
								(0,0084)					
Orla Ocidental Indiferenciado da Bacia do Tejo	-	•	-	-	•	•	-	-	•	•	-	-	-
Ourém	-	↑ (0,0263)	•	-	•	↑ (0,0036)	-	-	•	•	-	-	-
Ota-Alenquer	-	-	-	-	•	•	-	-	↑ (0,0114)	-	-	-	-
Pisões-Atrozela	-	•	-	-	•	•	-	-	-	-	-	-	-
Bacia Tejo-Sado Indiferenciado da Bacia do Tejo	-	↑ (0,0414)	-	-	↑ (0,0007)	↑ (0,0001)	-	•	↑ (0,0003)	•	-	-	-
Bacia Tejo-Sado Margem Direita	•	↑ (0,0004)	↓ (0,0026)	•	•	•	-	•	•	↓ (0,0099)	-	-	-
Bacia Tejo-Sado Margem Esquerda	•	↑ (0,0053)	•	↓ (0,0328)	•	•	-	↑ (0,0001)	•	↓ (0,0139)	-	-	-
Aluviões do Tejo	•	•	•	•	•	↑ (0,001)	-	•	•	↑ (0,0189)	-	-	-

↓: tendência estatisticamente significativa de descida (α=0,05) – entre parênteses é indicado o valor de p; ↑: tendência estatisticamente significativa de subida (α=0,05); •: sem tendência estatisticamente significativa de subida ou descida (α=0,05); -: dados insuficientes para realizar o teste.

De acordo com a análise efectuada, existem oito MA com tendência crescente significativa na concentração de poluentes, não tendo sido verificada qualquer tendência para três MA. Do conjunto de MA onde se verificou existir tendência crescente na concentração de poluentes, apenas na MA Bacia do Tejo-Sado / Margem Esquerda foi identificada uma concentração superior a 75% da NQA, designadamente no parâmetro nitratos.

A análise das tendências foi também efectuada para as três MA afectas à RH4, tendo-se verificado que a MA Penela-Tomar apresenta tendência crescente na concentração de poluentes, Sicó-Alvaiázere não apresenta tendências e o Maciço Calcário Estremenho apresenta tendência de descida na concentração de poluentes (Quadro 2.189).

Quadro 2.189 – Análise de tendências das MA subterrâneas afectas à RH4.

MA	As	NH ₄ ⁺	Cd	Pb	Cl ⁻	Condutividade eléctrica	Hg	NO ₃ ⁻	pH	SO ₄ ²⁻	TCE	PCE	Pest. Total
Penela-Tomar	-	-	-	-	•	•	-	↑ (0,0275)	↓ (0,0127)	•	-	-	-
Sicó-Alvaiázere	-	-	-	-	•	•	-	•	•	•	-	-	-
Maciço Calcário Estremenho	-	•	•	•	•	↓ (0,0002)	-	•	•	↓ (0,0014)	-	-	-

↓: tendência estatisticamente significativa de descida (α=0,05) – entre parênteses é indicado o valor de p; ↑: tendência estatisticamente significativa de subida (α=0,05); •: sem tendência estatisticamente significativa de subida ou descida (α=0,05); -: dados insuficientes para realizar o teste.

4.2.2.4 Síntese

A avaliação do estado efectuada permitiu classificar oito MA em bom estado, encontrando-se as restantes quatro em estado medíocre devido aos resultados obtidos na avaliação do estado químico, conforme síntese apresentada de seguida.

Quadro 2.190 - Síntese da avaliação do estado das MA subterrâneas na RH5.

MA	Estado Quantitativo	Estado Químico	Estado Global
Maciço Antigo Indiferenciado da Bacia do Tejo	● Bom	● Bom	● Bom
E scusa	● Bom	● Bom	● Bom
Monforte – Alter do Chão	● Bom	● Mediocre	● Mediocre
Estremoz – Cano	● Bom	● Mediocre	● Mediocre
Orla Ocidental Indiferenciado da Bacia do Tejo	● Bom	● Bom	● Bom
Ourém	● Bom	● Bom	● Bom
Ota – Alenquer	● Bom	● Bom	● Bom
Pisões – Atrozela	● Bom	● Mediocre	● Mediocre
Bacia do Tejo-Sado Indiferenciado da Bacia do Tejo	● Bom	● Bom	● Bom
Bacia do Tejo-Sado / Margem Direita	● Bom	● Bom	● Bom
Bacia do Tejo-Sado / Margem Esquerda	● Bom	● Bom	● Bom
Aluviões do Tejo	● Bom	● Mediocre	● Mediocre

4.3 ZONAS PROTEGIDAS

Aplicando a legislação relativa às zonas protegidas terá que se avaliar o cumprimento ou não dos objectivos da zona protegida em relação ao estado da MA (avaliado no âmbito da DQA).

Em complemento à avaliação do estado efectuada de acordo com o sistema de classificação estabelecido, foi avaliada a conformidade com as especificações constantes na legislação aplicável às zonas protegidas, apresentada no Quadro 2.191.



Mapa 79 – Estado das zonas protegidas.



Mapa 80 – Estado das zonas protegidas associadas às águas subterrâneas.

Quadro 2.191 – Síntese da avaliação da conformidade das zonas protegidas associadas às águas superficiais da RH5.

Zonas protegidas	Legislação aplicável	Avaliação da conformidade		
		Classificação	N.º de zonas protegidas	% do total
Zonas designadas para a captação de água para consumo humano ¹	As normas de qualidade para as águas superficiais são fixadas pelo Decreto-Lei n.º 236/98, de 1 de Agosto.	A1 ³	3	10%
		A2 ³	17	55%
		A3 ³	2	6%
		Superior a A3 ³	3	10%
		Sem classificação	6	19%
Águas piscícolas ²	As normas de qualidade são fixadas pelo Decreto-Lei n.º 236/98, de 1 de Agosto. Ciprinídeos	Conforme	11	79%
		Não conforme	3	21%
	As normas de qualidade são fixadas pelo Decreto-Lei n.º 236/98, de 1 de Agosto. Salmonídeos	Conforme	5	100%
		Não conforme	0	0%

Zonas protegidas	Legislação aplicável	Avaliação da conformidade		
		Classificação	N.º de zonas protegidas	% do total
Zonas balneares ³	As normas de qualidade são fixadas pelo Decreto-Lei n.º 135/2009, de 3 de Junho. Zonas balneares costeiras	Excelente 6 galardoadas com Bandeira Azul	30	100%
		Boa	0	0%
		Aceitável	0	0%
	As normas de qualidade são fixadas pelo Decreto-Lei n.º 135/2009, de 3 de Junho. Zonas balneares interiores	Excelente 4 galardoadas com Bandeira Azul	22	81%
		Boa	3	11%
		Aceitável	2	7%

¹A classificação apresentada é referente a 2009.

²A classificação apresentada é referente a 2010.

³As categorias A1, A2 e A3 correspondem a processos distintos de tratamento para produção de água para abastecimento: A1 – tratamento físico de desinfecção; A2 – tratamento físico e químico e desinfecção e A3 – tratamento físico, químico de afinação e desinfecção. Salienta-se, que apesar de não estarem aprovados os perímetros de protecção das captações de água superficiais destinadas ao abastecimento público, se apresenta a classificação da qualidade da água das 31 captações inventariadas em 2009 (Decreto-Lei 236/98, de 1 de Agosto).

Fonte: SNIRH, INAG, I.P., 2010 e 2011; ABAE, 2010.

Relativamente às águas subterrâneas, para a avaliação do estado das MA não é necessário efectuar a avaliação da conformidade das zonas protegidas com as especificações constantes na legislação aplicável.

No entanto, de acordo com o Documento Guia n.º 16 “*A User Guide to the WFD reporting schemas*” deve considerar-se que o estado da zona protegida é “bom” se, de acordo com o sistema de tratamento utilizado, a água para consumo humano produzida a partir de uma determinada MA cumpre a Directiva 98/83/CE. Deste modo, determinou-se que todas as zonas designadas para a captação de água para consumo humano estão em bom estado, uma vez que, de acordo com os dados disponíveis (ERSAR, 2010) a percentagem de análises em cumprimento dos valores paramétricos é, de um modo geral, superior a 99%.

5. DIAGNÓSTICO

O diagnóstico apresentado consiste numa abordagem objectiva da situação actual, procurando identificar os problemas mais relevantes da RH5, bem como de cada sub-bacia e MA subterrânea.

O diagnóstico da região hidrográfica está orientado no sentido de promover a articulação com os capítulos subsequentes, tendo sido organizado em sete áreas temáticas, designadamente:

1. Quadro institucional e normativo;
2. Quantidade de água;
3. Gestão de riscos e valorização do domínio hídrico;
4. Qualidade da água;
5. Monitorização, investigação e conhecimento;
6. Comunicação e governança;
7. Quadro económico e financeiro.

Optou-se por uma análise de indicadores (organizados numa óptica DPSIR²²), que proporcionou uma visão integrada e abrangente sobre a realidade da região hidrográfica²³.

Complementarmente identificaram-se as questões consideradas relevantes na região hidrográfica, onde se incluem as QSiGA identificadas, em 2009, nos trabalhos preparatórios de elaboração do PGRH Tejo desenvolvidos pelo INAG, em articulação com a ARH Tejo, e sujeitas a participação pública (Quadro 2.193 a 2.199).

No diagnóstico por sub-bacia e por MA subterrânea foi desenvolvida uma ficha de diagnóstico na qual se resumem as principais características da sub-bacia hidrográfica e da MA subterrânea, bem como os seus principais problemas.



Fichas de diagnóstico por sub-bacia e por massa de água subterrânea

Salienta-se que a informação utilizada na caracterização da região hidrográfica, que permitiu o desenvolvimento do diagnóstico, pode não representar plenamente a realidade actual da região, uma vez que no decorrer dos trabalhos se identificaram algumas lacunas na informação de base utilizada.

Ainda no âmbito do diagnóstico, foi realizada uma síntese do cumprimento das disposições legais no domínio da política da água sistematizadas no Quadro 2.192. A síntese do cumprimento das disposições legais foi efectuada tendo por base a compilação da informação sobre legislação no respeitante a recursos hídricos (legislação nacional e comunitária – Diário da República e Jornal Oficial da União Europeia, respectivamente), bem como os contributos das diversas entidades contactadas no decorrer da elaboração do PGRH Tejo, das quais se destacam: Direcção Geral da Agricultura e Desenvolvimento Rural (DGADR); Direcção Regional de Agricultura e Pescas de Lisboa e Vale do Tejo (DRAPLVT), Gabinete de Relações Internacionais do Ministério do Ambiente e do Ordenamento do Território e INAG.

²² *Driving Forces, Pressure, State, Impact, Response* (Forças motrizes, Pressões, Estado, Impactes e Respostas).

²³ A descrição dos indicadores encontra-se no capítulo referente ao Sistema de Promoção, Acompanhamento e Avaliação. A interpretação correcta dos indicadores apresentados é facilitada pela sua leitura do referido capítulo.

Quadro 2.192 – Síntese do estado de cumprimento das disposições legais.

Assunto	Diplomas		Estado do Cumprimento			O que falta para cumprimento total	
	Comunitários	Transposição	Sim	Não	Parcial	¹ (ver opções)	Ano da informação
Águas residuais urbanas	Directiva 91/271/CEE Directiva 98/15/CE	Decreto-Lei n.º 152/97 Decreto-Lei n.º 348/98 Decreto-Lei n.º 149/2004 Decreto-Lei n.º 198/2008			X	IN; MNE; Licenciar a totalidade das ETAR	2002, 2004, 2009
Zonas Vulneráveis	Directiva 91/676	Decreto-Lei n.º 235/97			X	MNE	2011
Reserva Ecológica Nacional (REN)	-	Decreto-Lei n.º 166/2008			X	MNE	2011
Prevenção e Controlo Integrado da Poluição	Directiva 96/61/CE Directiva 2003/35 Directiva 2008/1	Decreto-Lei n.º 173/2008			X	MIR; MIM; IE; MNE; Licenciar todas as instalações PCIP	2010
Quadro de acção comunitária no domínio da política da água	Directiva 2000/60/CE Decisão 2455/2001	Lei 54/2005 Lei 58/2005 Decreto-Lei n.º 77/2006 Decreto-Lei n.º 226-A/2007			X	IN; MIM; MNE; Aprovação dos PGRH; Aprovação do regime de tarifas a praticar pelos serviços de águas	2010
Substâncias perigosas	Directiva 76/464/CE	Decreto-Lei n.º 506/99 Decreto-Lei n.º 261/2003 Portaria n.º 50/2005			X	MIM; MIR; PI; MNE; Aprovação dos PGRH	2011
Substâncias perigosas	Directiva 82/176/CEE	Decreto-Lei n.º 431/99			X	MIR; PI; MNE	2011
Substâncias perigosas	Directiva 83/513/CEE	Decreto-Lei n.º 53/99			X	MIR; PI; MNE	2011
Substâncias perigosas	Directiva 84/156/CEE	Decreto-Lei n.º 52/99 Portaria n.º 744-A/99			X	MIR; PI; MNE	2011
Substâncias perigosas	Directiva 84/491/CEE	Decreto-Lei n.º 54/99			X	MIR; PI; MNE	2011
Substâncias perigosas	Directiva 86/280/CEE Directiva 88/347/CEE Directiva 90/415/CEE	Decreto-Lei n.º 56/99 Decreto-Lei n.º 390/99 Portaria n.º 39/2000 Portaria n.º 91/2000 Portaria n.º 895/94			X	MIR; PI; MNE; IE	2011
Águas residuais do sector de actividade do amianto	Directiva 87/217/CEE	Portaria n.º 1049/93			X	PI; MIR; MNE	2011
Águas residuais de unidades de produção de dióxido de titânio	Directiva 78/176/CEE Directiva 82/883/CEE Directiva 92/112/CEE	Portaria n.º 1147/94			X	PI; MIR; MNE	2011
Águas residuais da indústria de lanifícios		Portaria n.º 423/97			X	PI; MIR; MNE	2011
Águas superficiais destinadas à produção de água para consumo humano	Directiva 75/440/CEE Directiva 79/869/CEE	Decreto-Lei n.º 236/98 Portaria n.º 462/2000 (2.ª série)			X	MIM; IN	2011
Água destinada ao consumo humano	Directiva 80/778/CEE, alterada pela Directiva 98/83/CE	Decreto-Lei n.º 306/2007			X	MIM; IN	2011

Assunto	Diplomas		Estado do Cumprimento			O que falta para cumprimento total	
	Comunitários	Transposição	Sim	Não	Parcial	¹ (ver opções)	Ano da informação
Qualidade do meio aquático para diversos usos	Directiva 75/440/CEE Directiva 76/160/CEE Directiva 76/464/CEE Directiva 78/659/CEE Directiva 79/869/CEE Directiva 79/923/CEE Directiva 80/68/CEE Directiva 80/778/CEE	Decreto-Lei n.º 236/98			X	IN; MNE	2011
Águas Subterrâneas	Directiva 2006/118	Decreto-Lei n.º 208/2008			X	MIM; IM; MNE	2011
Perímetros de Protecção	-	Decreto-Lei n.º 382/99			X	MNE	2011
Águas balneares	Directiva 2006/7/CE	Decreto-Lei n.º 135/2009	X				
Águas piscícolas	Directiva 78/659/CEE Directiva 2006/44/CE (versão codificada da Directiva 78/659/CEE)	Decreto-Lei n.º 236/98			X	Ti; IN	2007/2008
Águas conquícolas	Directiva 79/923/CEE	Decreto-Lei n.º 236/98		X		Ti; MNE	2011
Produtos fitofarmacêuticos	Directiva 91/414/CEE, alterada por muitas directivas, inclusive algumas de 2006 Directiva 2004/95 Directiva 2004/115 Directiva 2005/37 Directiva 2005/46	Decreto-Lei n.º 94/98 Decreto-Lei n.º 341/98 Decreto-Lei n.º 22/2005 Decreto-Lei n.º 173/2005 Decreto-Lei n.º 39/2009			X	MNE MIM; IE	2010
Biocidas	Directiva 98/8/CE Directiva 2006/50/CE	Decreto-Lei n.º 121/2002	X				
Lamas de depuração	Directiva 86/278/CE	Decreto-Lei n.º 276/2009			X	PI; MNE; IE; Rectificar o método analítico para determinação do fósforo no solo	2010
Conservação de habitat, da fauna e da flora selvagem	Directiva 92/43/CEE, alterada pela Directiva 97/62/CE Directiva 79/409/CEE, alterada pela Directiva 91/244/CEE, pela Directiva 94/24/CE e pela Directiva 97/49/CE	Decreto-Lei n.º 140/99, alterado pelo Decreto-Lei n.º 49/2005; Portaria n.º 829/2007			X	MNE	2011
Prevenção de acidentes graves que envolvam substâncias perigosas	Directiva 96/82/CE	Decreto-Lei n.º 254/2007 Portaria n.º 193/2002 Portaria n.º 395/2002			X	MNE	2010
Avaliação de Impacte Ambiental	Directiva 85/337/CEE Directiva 97/11 Directiva 2001/42 Directiva 2003/35	Decreto-Lei n.º 69/2000, alterado pelo Decreto-Lei 197/2005	X				

Assunto	Diplomas		Estado do Cumprimento			O que falta para cumprimento total	
	Comunitários	Transposição	Sim	Não	Parcial	¹ (ver opções)	Ano da informação
Avaliação Ambiental Estratégica	Directiva 2001/42/CE	Decreto-Lei 232/2007			X	TI	2011
Regime geral de Gestão de Resíduos	Directiva 91/156 Directiva 91/689 Directiva 2006/12	Decreto-Lei 178/2006			X	IE; MNE	

¹ TI – transposição inexistente ou incompleta dos diplomas comunitários; MIM – monitorização insuficiente das MA; MIR – monitorização insuficiente das águas residuais; IN – incumprimento das normas de qualidade fixadas para as MA; IE – incumprimento das normas de emissão das descargas para a água ou o solo; PI – inventário insuficiente das pressões sobre a água; PPI – participação pública inexistente ou insuficiente; MNE – medidas não executadas ou em atraso; Outras – explicitar;

Quadro 2.193 – Diagnóstico para Área temática 1 – Quadro institucional e normativo.

Área temática 1 – Quadro institucional e normativo	
Indicadores de forças motrizes	Questões relevantes
Indicadores de pressão	<ul style="list-style-type: none"> • Licenciamento. O licenciamento das utilizações do domínio hídrico é, ainda, muito incompleto. Verifica-se a existência de utilizações significativas não licenciadas, nomeadamente no sector urbano, industrial, agro-pecuário e agrícola. • Medição e auto-controlo. A quantidade e qualidade do controlo efectuado pelos utilizadores afigura-se insuficiente, face ao previsto nas condições de licenciamento. A análise da representatividade do auto-controlo enviado pelos utilizadores do domínio hídrico constitui, igualmente, uma lacuna relevante. • Fiscalização. Não se realizam acções de fiscalização suficientes das utilizações dos recursos hídricos, nomeadamente devido à escassez de meios humanos, técnicos e logísticos, dificultando a verificação do cumprimento das condições de licenciamento. • Diplomas legais. Foram identificados diversos diplomas legais ainda não totalmente aplicados, a título de exemplo: Decreto-Lei n.º 103/2010, de 24 de Setembro, Decreto-Lei n.º 173/2008, de 26 de Agosto, e Decreto-Lei n.º 114/2010, de 22 de Outubro. • Gestão dos recursos hídricos por bacias. A criação das ARH constituiu um marco relevante na adopção de uma gestão por bacia, incrementando a aproximação entre a administração e utilizadores. • Entidades responsáveis pelos serviços de água. Apesar da evolução significativa que se tem verificado no panorama dos serviços da água, as alterações nas estruturas e nos modelos de gestão ainda não produziram todos os efeitos desejáveis para uma adequada gestão do recurso água.
Indicadores de estado	
Indicadores de impacto	
Indicadores de resposta	
Directivas comunitárias sem transposição: 17%	
Diplomas legais nacionais em incumprimento: 44%	
Cumprimento do Decreto-Lei n.º 382/99, de 22 de Setembro: 12%	
Eficiência da actividade de fiscalização: 82%	
Títulos de Utilização dos Recursos Hídricos emitidos em 2009: ≈2 993	
Fiscalização de TURH em 2009: 12,5%	

Quadro 2.194 – Diagnóstico para Área temática 2 – Quantidade de água.

Área temática 2 – Quantidade de água	
Indicadores de forças motrizes	Questões relevantes
Densidade populacional: 139 hab/km²	<ul style="list-style-type: none"> • Afluências de Espanha. Sendo a RH5 uma região hidrográfica internacional, verifica-se uma dependência dos caudais com origem em Espanha. Deste modo, as afluências de Espanha assumem crucial importância na disponibilidade de água no troço principal, tendo-se verificado, ao longo do tempo, uma diminuição das afluências, por efeito do aumento dos usos de água, associado ao aumento da capacidade de armazenamento nas albufeiras da RH5 em Espanha. • Escassez de água. Na generalidade, os recursos hídricos subterrâneos são suficientes para satisfazer os consumos actuais com origem subterrânea, tendo-se verificado que apenas a MA Aluviões do Tejo apresenta uma taxa de exploração que ultrapassa 50% do seu valor de recarga. Também os recursos superficiais são suficientes para satisfazer as necessidades superficiais actuais, mesmo em ano seco, excepção feita para a sub-bacia Rio Almonda. No entanto, a variabilidade sazonal conduz a algumas situações de défice hídrico no semestre seco, nomeadamente, nas sub-bacias Ribeira de Magos, Rio Almonda, Rio Pônsul, Rio Sorraia, Vala de Alpiarça e Ribeira de Ulme. Estas situações são minimizadas por transferências inter-bacias, em particular a partir de Castelo de Bode. • Uso eficiente da água. Apesar dos progressos alcançados, verifica-se, ainda, uma baixa eficiência de utilização do recurso água, com perdas elevadas, quer nos sistemas urbanos, quer, principalmente, nos sistemas agrícolas. • Capacidade de armazenamento. A capacidade de armazenamento existente na RH5 condiciona a disponibilização de recursos em períodos de acentuada escassez para algumas sub-bacias, nomeadamente nas que se verifica aumento das necessidades no período Primavera-Verão • Evolução dos níveis piezométricos. A avaliação das tendências de evolução dos níveis piezométricos ao longo do tempo evidenciou situações de descida em algumas MA subterrâneas, designadamente Ourém, Bacia do Tejo-Sado / Margem Direita, Bacia do Tejo-Sado / Margem Esquerda e também na zona Norte da MA Bacia do Tejo-Sado / Aluviões do Tejo. Em termos de classificação do estado quantitativo estas descidas poderiam ser suficientes para classificar as MA 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 MA subterrâneas. • Consumo de água: Na generalidade, os recursos hídricos subterrâneos são suficientes para satisfazer os consumos actuais, tendo-se verificado que apenas a MA Aluviões do Tejo apresenta uma taxa de exploração que ultrapassa 50% do seu valor de recarga.
Precipitação em ano médio: 819 mm	
Temperatura: 14,9°C	
Escoamento foz rio Tejo regime natural: 17 376 hm³/ano	
Escoamento foz rio Tejo regime modificado: 12 205 hm³/ano	
Afluência de Espanha regime natural: 11 990 hm³/ano	
Afluência de Espanha regime modificado: 7 354 hm³/ano	
Indicadores de pressão	
Captações de água superficiais: 284	
Captações de água subterrânea: 16 179	
Volume anual de água superficial captado para abastecimento urbano: 247,9 hm³/ano	
Volume anual de água superficial captado para agricultura: 301,6 hm³/ano	
Volume anual de água superficial captado para indústria: 179,3 hm³/ano	
Volume anual de água superficial captado para outros usos consumptivos: 0,09 hm³/ano	
Volume anual de água subterrânea captado para abastecimento: 148,9 hm³/ano	
Volume anual de água subterrânea captado para agricultura: 175,0 hm³/ano	
Volume anual de água subterrânea captado para pecuária: 1,8 hm³/ano	
Volume anual de água subterrânea captado para indústria: 110,7 hm³/ano	
Volume anual de água subterrânea captado para outros usos: 54,5 hm³/ano	
Necessidades de água anuais do sector urbano: 366,6 hm³/ano	
Necessidades de água anuais do sector agrícola: 880,7 hm³/ano	
Necessidades de água anuais do sector industrial: 85,7 hm³/ano	
Necessidades de água anuais do sector pecuário: 7,3 hm³/ano	

Área temática 2 – Quantidade de água	
Necessidades de água anuais do sector do golfe: 5,6 hm³/ano	
Perdas de água nos sistemas de abastecimento público: 35%	
Superfície agrícola regada: 6%	
Superfície agrícola irrigável: 9%	
Indicadores de estado	
Capacidade de armazenamento útil em albufeiras: 2 523 hm³	
MA subterrânea com tendência de descida dos níveis piezométricos: 33,3%	
MA subterrânea com extracções superiores a 90% da recarga: 0%	
Indicadores de impacto	
Taxa de utilização global dos recursos hídricos superficiais: 1,3%	
MA subterrâneas com estado quantitativo medíocre: 0%	
Indicadores de resposta	
Nível de atendimento do abastecimento público de água: 95%	
Preço médio da água: 0,99 €/m³	
Captações de água para abastecimento público com perímetro de protecção publicado em Diário da República: 193 (todas subterrâneas)	

Quadro 2.195 – Diagnóstico para Área temática 3 – Gestão de riscos e valorização do domínio hídrico.

Área temática 3 – Gestão de riscos e valorização do domínio hídrico	
Indicadores de forças motrizes	Questões relevantes
Densidade populacional: 139 hab/km²	<ul style="list-style-type: none"> • Alterações climáticas. O esperado aumento da temperatura, acompanhado da redução da precipitação anual média e do escoamento terá impactos significativos nos recursos hídricos, designadamente: diminuição das disponibilidades hídricas, aumento dos eventos meteorológicos extremos, degradação da qualidade da água e aumento dos consumos de água. Relativamente ao efeito destas alterações nas águas subterrâneas, admite-se que a redistribuição da precipitação ao longo do ano, com maior número de períodos de precipitação intensa, dará origem previsivelmente a uma diminuição da infiltração da água e recarga das MA, com consequente descida dos níveis piezométricos, principalmente nos aquíferos livres, mais expostos à recarga directa. • Inundações. A RH5 apresenta zonas com elevada susceptibilidade à ocorrência de cheias progressivas, cheias rápidas e inundações, com avultados danos materiais. A questão das inundações assume especial importância, não só pela extensão da área afectada, mas igualmente pela relevância dos núcleos urbanos sujeitos a este tipo de ocorrências. As cheias rápidas afectam, principalmente, as zonas urbanas da Área Metropolitana de Lisboa e de Tomar. As cheias de longa duração são especialmente graves nos cursos principais do rio Tejo, rio Sorraia, e ribeira de Muge. • Secas. Verificam-se períodos de secas prolongadas, que influenciam a variação inter-anual das disponibilidades, podendo provocar situações de escassez de água. Designadamente, destacam-se as consequências no sector agrícola e florestal, por serem aqueles que dependem mais directa e fortemente do défice hidrológico. Ainda assim, em termos globais e na generalidade dos anos, o factor seca não implica um forte impacto sobre a economia agrícola e florestal. • Risco de poluição accidental. O risco de poluição ambiental é, na generalidade das MA, baixo. As sub-bacias com MA que apresentam riscos elevados são: Rio Trancão, Rio Maior, Rio Grande da Pipa, Rio Alenquer e Estuário. • Regime de caudais ambientais. Em consequência dos usos da água e da existência de aproveitamentos hidráulicos registam-se alterações ao regime de caudais naturais. De facto, verifica-se uma forte regularização de caudais no troço principal do rio Tejo, devido à elevada capacidade de armazenamento da RH5, tanto em Portugal como em Espanha. • Ecossistemas. A qualidade dos ecossistemas revela-se, na sua generalidade, razoável a boa. Pese embora este facto, existem ecossistemas que apresentam forte degradação, resultado da crescente ocupação de áreas do domínio hídrico e correspondente intensificação de actividades económicas. A deterioração destes ecossistemas, e a consequente diminuição da biodiversidade, afecta a estrutura e o funcionamento dos mesmos, afastando-os das condições desejáveis referidas na DQA. • Ecossistemas aquáticos e terrestres dependentes das águas subterrâneas (EDAS e ET DAS). Foram identificados EDAS em todas as MA subterrânea localizadas na RH5, com excepção das MA Maciço Antigo Indiferenciado da Bacia do Tejo, Ota-Alenquer, Bacia Tejo-Sado Indiferenciado da Bacia do Tejo e Bacia Tejo-Sado Margem Direita. No que respeita aos ET DAS, foram identificados 13 charcos temporários mediterrânicos nesta região hidrográfica. Para ambas as situações, a ausência de informação de base não permite a correcta avaliação do estado de conservação e do grau de dependência destes ecossistemas relativamente às águas subterrâneas.
Área de regadio em 1999: 145 160 ha	
Ecossistemas aquáticos dependentes das águas subterrâneas: 82	
Ecossistemas terrestres dependentes das águas subterrâneas: 13	
Indicadores de pressão	
Grandes barragens: 45¹	
Aproveitamentos hidráulicos com mais de 1 hm ³ e IR superior a 0,8: 11	
Aproveitamentos hidráulicos com menos de 2 km entre si: 734	
Barragens na classe I do RSB: 13	
Barragens na classe II do RSB: 9	
Barragens na classe III do RSB: 2	
Pontos críticos de cheia (n.º): 11	
Indicadores de estado	
Indicadores de impacto	
Sub-bacias com MA com risco de perda de solo moderado ou superior: 2	
Duração média das secas (1949-1999): 20 meses	
Indicadores de resposta	

¹ Incluindo as barragens do Alvito e de Almourol, previstas no âmbito do PNBEPH, sendo que, para já, só se antevê a construção da do Alvito.

Quadro 2.196 – Diagnóstico para Área temática 4 – Qualidade da água.

Área temática 4 – Qualidade da água	
Indicadores de forças motrizes	Questões relevantes
Densidade populacional: 139 hab/km²	<ul style="list-style-type: none"> • Afluências de Espanha. Dada a localização geográfica as afluências provenientes de Espanha influenciam a qualidade dos recursos hídricos no troço principal do Tejo. • Águas enriquecidas por nitratos e fósforo. Em alguns locais, por exemplo nas sub-bacias Rio Sorraia, Rio Maior e Estuário, verificam-se sinais de contaminação dos recursos hídricos por nitratos e fósforo, geralmente associados a fontes antropogénicas, nomeadamente com origem no sector urbano, agro-pecuário e agrícola. • Eutrofização (nitratos, fósforo, compostos de fósforo, clorofila a, ocorrência de blooms algais). Em alguns locais verifica-se a existência de concentrações elevadas de compostos de azoto e fósforo, que originam problemas de eutrofização nas MA superficiais. Actualmente estão designadas duas zonas sensíveis segundo o critério de eutrofização, nomeadamente a Albufeira de Pracana na sub-bacia Rio Ocreza e a Albufeira do Maranhão na sub-bacia Rio Sorraia. • Poliuição com substâncias perigosas e com substâncias prioritárias nas águas superficiais. Os dados disponíveis indiciam alguns problemas de poluição por substâncias prioritárias e outras substâncias perigosas. De entre as fontes potencialmente emissoras de substâncias perigosas e outras substâncias prioritárias destacam-se alguns sectores industriais, estações de tratamento de águas residuais urbanas e aterros, bem como algumas minas abandonadas. Destaca-se a massa de água Albufeira de Póvoa e Meadas, na sub-bacia Ribeira de Nisa, com estado químico insuficiente devido à presença do tributilestanho. • Poliuição microbiológica. Verificam-se alguns problemas de contaminação microbiológica dos recursos hídricos, essencialmente devido a contaminação de origem fecal e agrícola. Evidenciam-se as zonas sensíveis Tejo/Vala de Alpiarça, Trancão, Lagoa de Albufeira e Estuário do Tejo, as quais foram designadas devido a incumprimentos ao nível da <i>Escherichia coli</i>. • Poliuição orgânica. Verificam-se problemas de contaminação orgânica, particularmente devido à inexistência ou ineficiência dos sistemas de tratamento de águas residuais urbanas, como no caso da sub-bacia Rio Zêzere, bem como à inexistência de sistemas de tratamento apropriados de águas residuais provenientes da actividade agro-pecuária, como no caso da sub-bacia Rio Trancão. • Poliuição com nitratos. Existem seis MA subterrâneas em que se verificam concentrações de nitratos superiores à NQA, designadamente Maciço Antigo Indiferenciado da Bacia do Tejo, Ourém, Bacia do Tejo-Sado/Margem Esquerda, Monforte-Alter do Chão, Estremoz-Cano e Aluviões do Tejo. Este parâmetro é um dos responsáveis pelo estado medíocre das três últimas MA referidas, encontrando-se esta poluição associada a fontes antropogénicas, nomeadamente com origem no sector urbano, agro-pecuário e agrícola.
Instalações PCIP: ≈ 259	
Efectivos animais: 717 329 suínos e 227 937 bovinos	
Indicadores de pressão	
Carga poluente orgânica em CBO ₅ de origem tópica nas MA superficiais: 64 332 t/ano	
Carga poluente orgânica em CQO de origem tópica nas MA superficiais: 131 745 t/ano	
Carga poluente orgânica em N _{Total} de origem tópica nas MA superficiais: 17 284 t/ano	
Carga poluente orgânica em P _{Total} de origem tópica nas MA superficiais: 5 136 t/ano	
Carga poluente orgânica em N _{Total} de origem difusa nas MA superficiais: 6 795 t/ano	
Carga poluente orgânica em P _{Total} de origem difusa nas MA superficiais: 909 t/ano	
Carga poluente orgânica em CQO de origem tópica nas MA subterrâneas: 120 485 kg/ano	
Carga poluente orgânica em CBO ₅ de origem tópica nas MA subterrâneas: 59 577 kg/ano	
Carga poluente total de N _{Total} de origem tópica nas MA subterrâneas: 2 863 kg/ano	
Carga poluente total de P _{Total} de origem tópica nas MA subterrâneas: 5 110 kg/ano	
Carga poluente total de N _{Total} de origem difusa nas MA subterrâneas: 7 287 t/ano	
Empresas que reportaram PRTR ²⁴ para a água: 44	
Pontos de descarga directa de águas residuais urbanas: 10%	
Indicadores de estado	

²⁴ European Pollutant Release and Transfer Register

Área temática 4 – Qualidade da água

Incumprimento ao nível dos parâmetros físico-químicos gerais nas MA superficiais com estado inferior a bom: 68%
Incumprimento ao nível dos parâmetros biológicos nas MA superficiais com estado inferior a bom: 69%
Incumprimento ao nível das substâncias do estado químico nas MA superficiais com estado inferior a bom: 1% (tributilestanho)
MA subterrânea com incumprimento ao nível dos nitratos: 50%
MA subterrânea com incumprimento ao nível dos pesticidas: 17%
MA subterrânea com incumprimento ao nível de outros poluentes: 67%
MA subterrânea com tendências crescentes significativas e persistentes na concentração de poluentes: 67%
MA subterrânea em que a concentração de poluentes atinge 75% do LQ ou NQA: 1 (T3 – NO₃ e NH₄)
Águas balneares com classificação de excelente em 2010: 91%
Instalações com Licença Ambiental: 181
Indicadores de impacto
MA superficiais com estado inferior a bom: 34%
MA subterrânea com estado químico medíocre: 33%
Indicadores de resposta
População servida por sistemas de tratamento de águas residuais: 79%
Zonas vulneráveis: 3
Zonas sensíveis a nível de eutrofização: 2
Zonas sensíveis excluindo o critério nutrientes: 5
Zonas designadas para a captação de água subterrânea destinada ao consumo humano: 12
Captações de água para abastecimento público com perímetro de protecção publicado em Diário da República: 193 (todas subterrâneas)

- **Poluição com pesticidas.** Verifica-se que em duas MA subterrâneas foram registadas concentrações de pesticidas superiores à NQA, designadamente Pisões-Atrozela e Aluviões do Tejo. Esta poluição está associada essencialmente a fontes antropogénicas com origem no sector agrícola, no entanto pode eventualmente estar associada à utilização destas substâncias nos campos de golfe (massa de água Pisões-Atrozela).
- **Poluição com substâncias perigosas nas águas subterrâneas.** Os dados disponíveis indiciam alguns problemas de poluição por substâncias perigosas, cuja origem está principalmente relacionada com a existência de lixeiras encerradas e unidades industriais, nomeadamente nas MA subterrânea Monforte-Alter do Chão, Estremoz-Cano, Aluviões do Tejo e Pisões-Atrozela. Relativamente a esta última MA, admite-se ainda que o Autódromo do Estoril possa constituir uma fonte de poluição por metais pesados e hidrocarbonetos.
- **Situações que podem afectar o estado das MA subterrâneas.** De acordo com a inventariação de pressões efectuada, foram identificadas situações que podem afectar o estado de algumas MA, nomeadamente a existência de áreas extractivas abandonadas e zonas com solos contaminados em cinco MA, designadamente Maciço Antigo Indiferenciado da Bacia do Tejo, Orla Ocidental Indiferenciado da Bacia do Tejo, Ourém, Bacia do Tejo-Sado / Margem Direita e Bacia do Tejo-Sado / Margem Esquerda.

Nota: Tendo em conta a informação obtida no período de Consulta Pública ao PGRH Tejo, nomeadamente a partir da ERSAR, verifica-se que, de facto, de acordo com a informação reportada regularmente pelas entidades gestoras à ERSAR sobre os dados da verificação da qualidade da água para consumo humano, confirmam-se situações de incumprimento ao valor paramétrico de parâmetros microbiológicos (*Escherichia coli*, bactérias coliformes, entre outros), como também do ferro, manganês, pH, nitratos arsénio, chumbo e níquel. De notar que os incumprimentos ao nível dos parâmetros chumbo e níquel estão relacionados com a rede predial. Salienta-se que os dados de qualidade da água disponíveis na ERSAR, não confirmam problemas de mercúrio, hidrocarbonetos aromáticos policíclicos, benzeno e antimónio nos sistemas de abastecimento público da RH5. Importa referir também que as entidades gestoras reportaram igualmente situações de incumprimentos ao nível dos parâmetros sódio, selénio, cloretos, fluoretos, oxidabilidade, alumínio, nitritos e trihalometanos, estes últimos não relacionados directamente com a qualidade da água na origem, uma vez que são subprodutos do tratamento.

Quadro 2.197 – Diagnóstico para Área temática 5 – Monitorização, investigação e conhecimento.

Área temática 5 – Monitorização, investigação e conhecimento	
Indicadores de forças motrizes	Questões relevantes
Indicadores de pressão	<ul style="list-style-type: none"> ● Rede de monitorização. A representatividade e a adequabilidade da rede de monitorização do estado das MA superficiais serão avaliadas no final do ciclo de monitorização, 2010-2012. Salienta-se o facto de a rede sedimentológica se encontrar inoperacional e de a rede hidrométrica, que se encontra efectivamente activa, ser reduzida. Também se assinala o número reduzido de estações da rede hidrométrica automáticas com telemetria e o facto de a sua distribuição não abranger a totalidade das sub-bacias. ● Redes de monitorização do estado quantitativo e químico. Atendendo ao cálculo do Índice de Representatividade destas redes e ao inventário de pressões realizado no âmbito deste Plano, considera-se necessária a sua optimização, nomeadamente quanto à homogeneidade da distribuição espacial, número de estações e parâmetros analisados, constituindo esta uma medida a implementar. ● Rede de monitorização das zonas protegidas. No que respeita à rede de monitorização das zonas designadas para a protecção de água destinada ao consumo humano, e atendendo a que existem zonas protegidas que não se encontram actualmente a serem monitorizadas, a optimização desta rede constitui uma medida a implementar. Relativamente às zonas vulneráveis, não se considera necessário proceder a alterações dado que esta rede foi já objecto de optimização para o seu objectivo. Salienta-se que 15 das estações monitorizadas em zonas protegidas no âmbito da Directiva Habitats coincidem com as estações monitorizadas no âmbito da Directiva Aves. ● Informação. Existem lacunas de conhecimento elevadas na informação de base, que se fazem sentir, maioritariamente, em termos de dados estatísticos, nomeadamente para o sector agrícola e industrial. As lacunas ao nível do licenciamento das utilizações dos recursos hídricos e das actividades económicas dificulta a análise dos sectores. Existem, igualmente, lacunas de conhecimento na informação de base que não permitem a identificação de EDAS, dado que não existe ainda 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. Relativamente aos ET DAS, não existe ainda 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. ● Consolidação de informação. A informação disponível de natureza económica e financeira sobre os custos e proveitos da prestação de serviços de água é reduzida e pouco consolidada, sendo que um grande número de entidades gestoras não possui contabilidade organizada que permita o real apuramento de custos e proveitos. ● Esforço em I&D. A I&D afigura-se como uma componente essencial, sendo que o investimento realizado pela ARH Tejo pode considerar-se relevante nesta matéria. Considera-se relevante o investimento previsto para o desenvolvimento de acções e projectos-piloto em algumas MA subterrâneas, com vista à identificação de soluções
Indicadores de estado	
MA superficiais monitorizadas: 39%	
Estações de monitorização de vigilância das MA superficiais: 97	
Estações de monitorização operacional das MA superficiais: 105	
Estações de monitorização operacional de substâncias perigosas das MA superficiais: 32	
Estações de monitorização de zonas protegidas associadas a MA superficiais: 185	
Estações de monitorização de investigação das MA superficiais: 0 (não estabelecida)	
Estações de monitorização do estado quantitativo das MA subterrâneas: 101	
Estações de monitorização de vigilância do estado químico das MA subterrâneas: 92	
Estações de monitorização operacional do estado químico das MA subterrâneas: 47	
Estações de monitorização das zonas designadas para a captação de água subterrânea destinada ao consumo humano: 19	
Estações de monitorização das zonas vulneráveis: 104	
Estações activas da rede hidrométrica em 2010: 73	
Estações activas da rede climatológica em 2010: 154	
Estações da rede sedimentológica em 2010: 0	

Área temática 5 – Monitorização, investigação e conhecimento	
Indicadores de impacto	que permitam a inversão de tendências crescentes significativas e persistentes na concentração de poluentes e o cumprimento dos objectivos propostos.
Indicadores de resposta	
Técnicos da ARH Tejo: 47%	
Esforço em I&D na área dos recursos hídricos: ≈ 2 M€	

Quadro 2.198 – Diagnóstico para Área temática 6 – Comunicação e governança.

Área temática 6 – Comunicação e governança	
Indicadores de forças motrizes	Questões relevantes
Indicadores de pressão	<ul style="list-style-type: none"> • Disponibilização de informação aos cidadãos. Genericamente, existe por parte da ARH Tejo uma intensificação da disponibilização de informação, nomeadamente no seu sítio da Internet. Todavia, a generalidade da informação é, ainda, apresentada de forma estática, sendo pouco interactiva. • Esforço em I&D. A I&D afigura-se como uma componente essencial, sendo que o investimento realizado pela ARH Tejo pode considerar-se relevante nesta matéria. • Envolvimento de interessados. Embora a ARH Tejo tenha promovido uma participação elevada dos diversos interessados na sua actividade, não só por via do CRH, mas também pela dinamização de outros fóruns, a disponibilidade dos cidadãos para participarem de forma activa é ainda fraca.
Indicadores de estado	
Indicadores de impacto	
Indicadores de resposta	
Eventos participativos promovidos pela ARH Tejo: 9	
Sessões de participação pública na fase preparatória do PGRH Tejo: 4	
Publicações da INFOTEJO: 10	
Reuniões do Conselho da Região Hidrográfica em 2010: 3	
Reuniões do Conselho Nacional da Água em 2010: 3	
Protocolos e parcerias estabelecidas: 16	

Quadro 2.199 – Diagnóstico para Área temática 7 – Quadro económico e financeiro.

Área temática 7 – Quadro económico e financeiro	
Indicadores de forças motrizes	Questões relevantes
Indicadores de pressão	<ul style="list-style-type: none"> ● Licenciamento. O licenciamento das utilizações do domínio hídrico é, ainda, muito incompleto. Verifica-se a existência de utilizações significativas não licenciadas, nomeadamente no sector urbano, industrial, agro-pecuário e agrícola. ● Medição e auto-controlo. A quantidade e qualidade das medições e do auto-controlo efectuadas pelos utilizadores afiguram-se como insuficientes, face ao previsto nas condições de licenciamento. A representatividade do auto-controlo enviado pelos utilizadores do domínio hídrico é fundamental para o correcto apuramento da TRH. ● Fiscalização. Não se realizam acções de fiscalização suficientes das utilizações dos recursos hídricos, nomeadamente devido à escassez de meios humanos, técnicos e logísticos, o que tem como consequência uma maior dificuldade de verificação do cumprimento das condições de licenciamento. ● Nível de recuperação de custos. Verificam-se baixos níveis de recuperação de custos totais, por parte das diversas entidades prestadoras de serviços da água. Esta realidade é mais acentuada nos sistemas de drenagem e tratamento de águas residuais em que, motivado pela aplicação de sistemas tarifários inadequados, se verifica que em muitos casos apenas uma subsidiação cruzada dos custos permite a continuidade do serviço. Perante a exigência da DQA, é importante ter em consideração a ausência de estudos no sentido de contabilizar/organizar toda a informação económica relacionada com custos ambientais e de escassez, dificultando a sua integração nos preços aplicados à utilização dos recursos hídricos. ● Acessibilidade. Verificam-se assimetrias ao nível da acessibilidade aos serviços da água, na medida em que existem concelhos em que se identifica um peso demasiado elevado dos encargos com serviços da água, nomeadamente ao nível das famílias mais carenciadas. Contudo, também se observa na região hidrográfica a situação contrária com os encargos a representarem um peso inferior a 1% dos rendimentos das famílias. ● Encargos para os utilizadores. Os encargos para os utilizadores são definidos mediante uma grande diversidade de sistemas tarifários, pelo que, a estratégia de definição dos preços a aplicar aos utilizadores dos serviços da água deve ser concertada promovendo o equilíbrio necessário entre a acessibilidade aos mesmos e a recuperação de custos adequada que permita a sua sustentabilidade. Por último, esta estratégia concertada
Indicadores de estado	
VAB por m ³ de água consumido no sector agrícola: 0,4 €/m³	
VAB por m ³ de água consumido no sector de produção animal: 48 €/m³	
VAB por m ³ de água consumido no sector da indústria transformadora: 47 €/m³	
VAB por m ³ de água consumido no sector do alojamento turístico: 82 €/m³	
VAB por m ³ de água consumido no sector do golfe: 8 €/m³	
Indicadores de impacto	
Acessibilidade económica média aos serviços da água: 0,77%	
Acessibilidade económica média aos serviços de abastecimento de água: 0,56%	
Acessibilidade económica média aos serviços de saneamento de água: 0,21%	
Indicadores de resposta	
Preço da água: 0,99 €/m³	
Investimento em recursos hídricos: ≈ 119 M€	
Nível de recuperação de custos total dos serviços urbanos de abastecimento de água e de saneamento de águas residuais: 70%	
Nível de recuperação de custos total dos serviços urbanos de abastecimento de água: 82%	
Nível de recuperação de custos total dos serviços urbanos de saneamento de águas residuais: 46%	
Proveitos anuais da TRH: ≈ 15 M€	
TRH por liquidar: 7%	

Área temática 7 – Quadro económico e financeiro

Entidades /utilizadores sujeitos a TRH: ≈ 1 400	<p>servirá também para promover os princípios da DQA, nomeadamente, a utilização eficiente do recurso.</p> <p>• Repartição da TRH. A aplicação da taxa de recursos hídricos tem como um dos objectivos cobrar aos grandes utilizadores dos recursos hídricos um encargo que permita contribuir para os custos ambientais e de escassez em que a sociedade incorre. Efectivamente, o sector agrícola é um dos principais utilizadores dos recursos, tendo identificado o seu impacto seja ao nível do consumo de água como as pressões geradas pelo mesmo, contudo, o seu contributo ao nível de TRH é muito baixo quando comparado com outros sectores. A TRH deve promover o investimento em técnicas e projectos dos utilizadores que permitam a redução deste tipo de impactos, beneficiando financeiramente todas as iniciativas que decorram neste sentido.</p>
Incumprimento no pagamento da TRH: 22%	
Encargo dos utilizadores no sector doméstico com os serviços de abastecimento de água: 107 €120 m³	
Encargo dos utilizadores no sector não doméstico com os serviços de abastecimento de água: 216 €120 m³	
Encargo dos utilizadores no sector doméstico com os serviços de drenagem e tratamento de águas residuais: 40 €120m³	
Encargo dos utilizadores no sector não doméstico com os serviços de drenagem e tratamento de águas residuais: 84 €120m³	

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

PARTE 2 – CARACTERIZAÇÃO E DIAGNÓSTICO

1. CARACTERÍSTICAS GERAIS DA REGIÃO HIDROGRÁFICA

1.1. TERRITORIAL E INSTITUCIONAL

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

Decreto-Lei n.º 347/2007, de 19 de Outubro. Diário da República n.º 202 Série I. Ministério do Ambiente, do Ordenamento do Território e do Desenvolvimento Regional. Lisboa.

INAG. (2001). *Plano de Bacia Hidrográfica do Rio Tejo. 1.ª Fase – Análise e Diagnóstico da Situação de Referência. Anexo Temático 8 – Usos e Ocupação do Domínio Hídrico*. Ministério do Ambiente e do Ordenamento do Território. Instituto da Água, I. P. Lisboa.

INE. (2008). *Anuários Estatísticos Regionais, 2008*. Instituto Nacional de Estatística, I.P.

BIBLIOGRAFIA CONSULTADA

Confederación Hidrográfica del Tajo. (2005). *Informe resumen de los artículos 5 y 6 de la DMA en la demarcación hidrográfica del Tajo*. Ministerio de Medio Ambiente y Medio Rural y Marino. Espanha.

Confederación Hidrográfica del Tajo. (2007). *Estudio General sobre la Demarcación Hidrográfica - Parte Española de la Demarcación Hidrográfica del Tajo*. Ministerio de Medio Ambiente y Medio Rural y Marino. Espanha.

Confederación Hidrográfica del Tajo. (2008). *Esquema provisional de temas importantes - Parte Española de la Demarcación Hidrográfica del Tajo*. Ministerio de Medio Ambiente y Medio Rural y Marino. Espanha.

INAG (1999). *Plano Nacional da Água. Volume I. Capítulo II – Caracterização e Diagnóstico da Situação Actual dos Recursos Hídricos*. Ministério do Ambiente e do Ordenamento do Território. Instituto da Água, I. P. Lisboa.

1.2. CLIMATOLOGIA

BIBLIOGRAFIA CONSULTADA

Instituto de Meteorologia. *Normais climatológicas correspondentes a 1961-1990*. Instituto de Meteorologia.

Instituto Nacional de Meteorologia e Geofísica. (1991). *O Clima de Portugal (Fascículo XLIX). Normais climatológicas da região de «Alentejo e Algarve», correspondentes a 1951-1980*. Instituto Nacional de Meteorologia e Geofísica.

Instituto Nacional de Meteorologia e Geofísica. (1991). *O Clima de Portugal (Fascículo XLIX). Normais climatológicas da região de «entre Douro e Minho» e «Beira Litoral», correspondentes a 1951-1980*. Instituto Nacional de Meteorologia e Geofísica.

Instituto Nacional de Meteorologia e Geofísica. (1991). *O Clima de Portugal (Fascículo XLIX). Normais climatológicas da região de «Ribatejo e Oeste», correspondentes a 1951-1980*. Instituto Nacional de Meteorologia e Geofísica.

Mendes, J. C.; Bettencourt, M. L. (1982). *Contribuição para o Estudo do Balanço Climatológico de Água no Solo e da Classificação Climática de Portugal Continental*. O Clima de Portugal – Fascículo XXIV.

Thornthwaite, C.W. (1948). *An approach towards a rational classification of climate*. Geographical Review, London, v.38, pp.55-94.

Thornthwaite, C.W.; MATHER, J.R. (1955). *The Water Balance*. Centerton, NJ: Drexel Institute of Technology – Laboratory of Climatology. 104 pp. (Publications in Climatology, v.8, n.1)

1.3. HIDROGRAFIA E HIDROLOGIA

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

Andrade, C., Taborda, R., Marques, F., Freitas, M. C., Antunes, C., Mendes, T., e Carreira, D. (2009). *Zonas Costeiras. em: PECSAC. Alterações Climáticas - Sintra. Plano Estratégico do Concelho de Sintra face às Alterações Climáticas. Relatório Executivo e Integrador*. F.D. Santos E R. Aguiar (Eds). Câmara Municipal de Sintra, Sintra. 48 pp.

Andrade, C., Taborda, R., Marques, F., Freitas, C., Antunes, C., Mendes, T. & Carreira, D. (2009) - *Plano estratégico de Sintra face às alterações climáticas. Zonas costeiras*. 62p.

Andrade, C.; Taborda, R.; Marques, F., Freitas, M. C.; Antunes, C.; Mendes, T.; Pólvara, D. (2010). *Plano estratégico de Cascais face às alterações climáticas*. Sector Zonas Costeiras. Câmara Municipal de Cascais.

Brandão, C., Rodrigues, R. e Costa, J. (2001). *Análise de fenómenos extremos de precipitações intensas em Portugal Continental*. Direcção dos Serviços de Recursos Hídricos. Instituto da Água, I. P. Lisboa.

Consulmar. (2003). *Plano Director do Porto da Ericeira*. Relat. Técnico (não publicado), IPTM.

Crispim, J. A. (2010). *Os aquíferos das Bacias Hidrográficas do Rio Tejo das Ribeiras do Oeste - Saberes e Reflexões*. Tágides. Publicação da Administração da Região Hidrográfica do Tejo (ARH do Tejo, I.P.). Departamento de Recursos Hídricos Interiores (DRHI).

Crispim, J.A. (s.d). *A nascente do Alviela no Sinclinal de Monsanto*. Departamento e Centro de Geologia da Universidade de Lisboa.

Freitas, M.C., Andrade, C. & Pinto, C. (1993) – *Dispersão da glaucónia no arco litoral Caparica – Cabo Espichel – 1^{os} Resultados*. 3^a Reunião do Quaternário Ibérico. Coimbra. pp. 257-265.

Hidrotécnica Portuguesa. (1988). *Problemas Litorais. Troço Cascais - S. Julião da Barra*. Direcção-Geral de Portos. Ministério das Obras Públicas, Transportes e Comunicações. Lisboa. Volume 1, pp.105.

INAG. (2003). *Caudais Ecológicos em Portugal*. Direcção de Serviços do Planeamento. Instituto da Água, I. P. Lisboa.

Ministerio de Medio Ambiente Español. (2007). *Plan Especial de Alerta y Eventual Sequía en la Cuenca Hidrográfica del Tajo. Anejo VI – Modelización*. Secretaría General para el Territorio y la Biodiversidad. Dirección General del Agua. Ministerio de Medio Ambiente y Medio Rural y Marino. Espanha.

Oliveira, I.M. (1992). *Porto de Lisboa – Melhoria das Condições de Acesso ao Porto de Lisboa através da Barra Sul*. Proceedings of the *International Conference on Coastal Engineering*. Veneza, Itália.

Oliveira, I. M. (1992) – *Port of Lisbon – Improvement of the access conditions trough the Tagus estuary entrance*. Proceedings of the 23rd International Conference of Coastal Engineering. ASCE. pp. 2745-2757.

Pinto, C., Taborda, R. & Andrade, C. (2007) – *Evolução recente da linha de costa no troço Cova do Vapor – S. J. da Caparica*. 5^{as} Jornadas Portuguesas de Engenharia Costeira. PIANC. AIPCN. Lisboa.13p.

Russel, G. (1988). *Use of the Fish and Wildlife Service's New England Flow Method to determine instream flow needs at hydroelectric projects*. 8th Annual International Symposium of the North American lake Management Society. St. Louis. Missouri.

BIBLIOGRAFIA CONSULTADA

Almeida, C., Mendonça, J. L., Barbosa, C., Gomes, A. J. (2000). *Sistemas Aquíferos de Portugal Continental*. Instituto da Água, I. P. Lisboa.

Alves, H. e Henriques, A. (1994). *O caudal ecológico como medida de minimização. Métodos para a sua determinação*. Actas do 6º SILUSB/1º SILUSBA, Simpósio de Hidráulica e Recursos Hídricos dos Países de Língua Oficial Portuguesa. Lisboa, 11 a 14 de Abril de 1994. APRH/ABRH, pp. 177-190.

Biodesign. (2005). *Câmara Municipal do Sabugal. Plano de Ordenamento da Albufeira Do Sabugal – Discussão Pública – Resumo Não Técnico*.

Brandão, C. (1995). *Análise de Precipitações Intensas*. Dissertação para a obtenção do grau Mestre em Hidráulica e Recursos Hídricos. Instituto Superior Técnico. Lisboa.

Crispim, J. A. (1986). *Traçagens com Uranina em Minde*. 2º Congresso Nacional de Geologia, Maleo, 2 (13), pp. 16-17. Lisboa

Crispim, J. A. (1995). *Dinâmica Cársica e Implicações Ambientais nas Depressões de Alvados e Minde*. Ph.D. Thesis. Centro de Geologia da Universidade de Lisboa.

Cruces, A., Lopes, I., Freitas, M.C. & Andrade, C. (2002). *A Geologia Litoral – Parte I: Do Tejo à Lagoa de Albufeira*. Geologia no Verão 2002 – Guia de Excursão. pp.34.

David, J.S. (1976). *Drenagem de estradas, caminhos-de-ferro e aeródromos*. Estudo Hidrológico. Determinação de caudais de ponta de cheia em pequenas bacias hidrográficas. Laboratório Nacional de Engenharia Civil. Lisboa.

Fragoso, M. (1994). *Aspectos da variabilidade espacial da precipitação na Estremadura*. Dissertação de mestrado em geografia física e planeamento regional. Universidade de Lisboa. Lisboa.

Freitas, M.C., Andrade, C. & Pinto, C. (1993). *Dispersão da Glaucónia no arco litoral Caparica – Cabo Espichel*. Primeiros resultados. 3ª Reunião do Quaternário Ibérico. Coimbra, pp. 257-265.

Gordon, N., McMahon, T. e Finlayson, B. (1992). *Stream Hydrology: An introduction for Ecologists*. John Wiley & Sons. Chichester. Reino Unido.

INAG. (1995). *Bacia Hidrográfica do Tejo. Avaliação de recursos hídricos*. Direcção dos Serviços de Recursos Hídricos. Instituto da Água, I. P. Lisboa.

Instituto Superior Técnico. (2001). *Geo-codificação das bacias hidrográficas de Portugal Continental*. Relatório elaborado no âmbito de protocolo INAG-IST.

Lencastre, A. e Franco, F.M. (2006). *Lições de Hidrologia*. Faculdade de Ciências e Tecnologia. Universidade Nova de Lisboa. 3.ª Edição.

Mederos, C. (2005). *Geografia de Portugal – O ambiente físico*. Círculo de leitores.

Oliveira, R. (1998). *XLWAT: Um add-in para Excel. Modelo precipitação-escoamento*. Chiron. Monte da Caparica.

Quintela, A. (1967). *Recursos de Águas superficiais em Portugal Continental*. Imprensa Portuguesa. Porto.

SNIRH (2010). Sistema Nacional de Informação de Recursos Hídricos (SNIRH). Instituto da Água, I.P. Acedido em: <http://snirh.pt>

Wesche, T. e Rechard, P. (1980). *A summary of Instream Flow Methods for Fisheries and Related Research Needs*. Eisenhower Consortium Bulletin N.º 9. Eisenhower Consortium for Western Environmental Forestry Research.

1.4. GEOLOGIA E GEOMORFOLOGIA

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

Almeida, C., Mendonça, J.J.L., Jesus, M.R. e Gomes, A.J. (2000). *Actualização do Inventário dos Sistemas Aquíferos de Portugal Continental*. Centro de Geologia e Instituto da Água, 661 pp.

Ribeiro A, Antunes, M.T., Ferreira, M.P., Rocha, R.B, Soares, A.F., Zbyszewski, G., Moitinho de Almeida, F., Carvalho, D., Monteiro, D. (1979) – *Introducion à la Géologie Générale du Portugal*. Serviços geológicos de Portugal. Lisboa, 1979;

1.5. CARACTERIZAÇÃO SOCIOECONÓMICA

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

DGADR. (2010). *Aproveitamentos Hidroagrícolas em exploração*. Direcção-Geral de Agricultura e Desenvolvimento Rural. Acedido em 23 de Dezembro de 2010, em: <http://www.dgadr.pt/>.

DGEG. (2010). *Energia Eléctrica – Estatísticas. Produção/Consumos*. Direcção Geral da Energia e Geologia. Acedido em 25 de Novembro de 2010, em: www.dgge.pt.

DGEG. (2010). *Energias renováveis – Estatísticas. Renováveis – estatísticas rápidas*, Agosto/Setembro 2010. Direcção Geral da Energia e Geologia. Acedido em: www.dgge.pt.

DGEG. (2010). *Pedreiras – Estatísticas. Produção Anual – Por Subsectores (1999-2007) – Produção de Rochas Industriais*. Direcção Geral da Energia e Geologia. Acedido em: www.dgge.pt.

DGEG. (2010). *Potência Instalada nas Centrais Produtoras de Energia Eléctrica*. Direcção Geral da Energia e Geologia. Acedido em 25 de Novembro de 2010, em: www.dgge.pt.

IEFP. *Concelhos, Estatísticas Mensais*, Maio de 2010. Instituto de Emprego e Formação Profissional.

INE. (2001). *Recenseamento Geral da Agricultura 1999*. Instituto Nacional de Estatística, I.P.

INE. (2001). *Recenseamento Geral da População e Habitação, Base Geográfica de Referenciação da Informação (BGRI)*. Instituto Nacional de Estatística, I.P.

INE. (2010). *Contas Económicas da Agricultura 1980-2009*. Instituto Nacional de Estatística, I.P.

INE. (2010). *Estatísticas da Pesca 2009*. Instituto Nacional de Estatística, I.P.

INE. *Anuário Estatístico da Região de Lisboa, 2007*. Instituto Nacional de Estatística, I.P.

INE. *Anuário Estatístico da Região de Lisboa, 2008*. Instituto Nacional de Estatística, I.P.

INE. Base de dados *online*. Instituto Nacional de Estatística, I.P. Acedido em: www.ine.pt (várias consultas).

MTSS. *Quadros de Pessoal 2008*. Informação disponibilizada por e-mail. Ministério do Trabalho e da Solidariedade Social.

Turismo de Portugal. Caracterização geral da oferta de Golfe em Portugal. Acedido em 3 de Novembro de 2010, em: http://www.turismodeportugal.pt/Portugu%C3%AAs/AreasActividade/ProdutoseDestinos/Documents/Doc2_Caracterizac_aoGolfePortugal.pdf.

Turismo de Portugal. *Informação georeferenciada relativa aos empreendimentos turísticos classificados e previstos*. Informação disponibilizada por e-mail.

BIBLIOGRAFIA CONSULTADA

APL. (2000). *Impacto Sócio-económico do porto de Lisboa*. Administração do Porto de Lisboa, S.A.

APL. (2007). *Plano Estratégico do porto de Lisboa*. Administração do Porto de Lisboa, S.A.

Correia, A. e Martins, V. (2004) *Competitividade Eficiência na Indústria do Golfe: O Caso do Algarve*. Acedido em 3 de Dezembro de 2010, em: http://www.apdr.pt/siteRPER/numeros/RPER07/art_5.pdf.

Gaspar, J., Leite, A.N., Abreu, D., Machado, J.F. e Costa, N.M. (1997). *População, Economia e Território: Cenários de desenvolvimento*. Plano Nacional da Água. Relatório-parecer.

INAG, I.P. (2010). *Planos de Gestão de Região Hidrográfica – Análise económica das utilizações da água - Lista de verificação dos principais indicadores*. Instituto da Água, I. P. Lisboa.

INE. (2002). *Conceitos e Metodologias – Medidas de Especialização Regional*. Instituto Nacional de Estatística, I.P. *Revista de Estudos Regionais*, 2.º Semestre 2002, p. 65-71.

INE. (2010). *Estatísticas Agrícolas 2009*. Instituto Nacional de Estatística, I.P.

INE. (2010). *Estatísticas dos Transportes 2009*. Instituto Nacional de Estatística, I.P.

INE. *Anuário Estatístico da Região do Alentejo, 2003*. Instituto Nacional de Estatística, I.P.

INE. *Anuário Estatístico da Região do Centro, 2003*. Instituto Nacional de Estatística, I.P.

INE. *Anuário Estatístico da Região de Lisboa, 2003*. Instituto Nacional de Estatística, I.P.

INE. *Anuário Estatístico da Região do Alentejo, 2005*. Instituto Nacional de Estatística, I.P.

INE. *Anuário Estatístico da Região do Centro, 2005*. Instituto Nacional de Estatística, I.P.

INE. *Anuário Estatístico da Região de Lisboa, 2005*. Instituto Nacional de Estatística, I.P.

INE. *Anuário Estatístico da Região do Alentejo, 2007*. Instituto Nacional de Estatística, I.P.

INE. *Anuário Estatístico da Região do Centro, 2007*. Instituto Nacional de Estatística, I.P.

INE. *Anuário Estatístico da Região do Alentejo, 2008*. Instituto Nacional de Estatística, I.P.

INE. *Anuário Estatístico da Região do Centro, 2008*. Instituto Nacional de Estatística, I.P.

INE. *Anuário Estatístico da Região do Alentejo, 2009*. Instituto Nacional de Estatística, I.P.

INE. *Anuário Estatístico da Região do Centro, 2009*. Instituto Nacional de Estatística, I.P.

INE. *Anuário Estatístico da Região de Lisboa, 2009*. Instituto Nacional de Estatística, I.P.

INE. *Anuários Estatísticos Regionais, 2008*. Instituto Nacional de Estatística, I.P.

LNEC. (2005). *Plano Específico de Gestão de Extracção de Inertes em Domínio Hídrico do Rio Tejo. Estudo realizado para a Comissão de Coordenação e Desenvolvimento Regional de Lisboa e Vale do Tejo*. Laboratório Nacional de Engenharia Civil.

MADRP-GPP. (2009). *Agricultura, Silvicultura e Pesca – Indicadores 2009*. Ministério da Agricultura, do Desenvolvimento Rural e das Pescas – Gabinete de Planeamento e Políticas

MOPTC. (2006). *Orientações estratégicas para o Sector Marítimo Portuário*. Ministério das Obras Públicas, Transportes e Comunicação, Secretaria de Estado dos Transportes. Lisboa.

Turismo de Portugal. *Golfe – 10 Produtos Estratégicos para o Desenvolvimento do Turismo de Portugal*. Estudo realizado por Asesores em Turismo Hotelaria y Recreación, S.A.

Turismo de Portugal. *Matriz de Campos de Golfe*. Acedido em 3 de Dezembro de 2010, em: http://www.turismodeportugal.pt/PORTUGUÊS/AREASACTIVIDADE/PRODUTOSEDESTINOS/Documents/Doc3_BaseDadosCamposGolfe.pdf.

1.6. SOLOS E ORDENAMENTO DO TERRITÓRIO

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

IGP. (2000). *CORINE Land Cover 2000*. Instituto Geográfico Português. Lisboa

IGP. (2006). *CORINE Land Cover 2006*. Instituto Geográfico Português. Lisboa

INE. (2008). *Anuário Estatístico da Região Alentejo – 2008*. Instituto Nacional de Estatística, I.P. Lisboa

INE. (2008). *Anuário Estatístico da Região Centro – 2008*. Instituto Nacional de Estatística, I.P. Lisboa

INE. (2008). *Anuário Estatístico da Região Lisboa e Vale do Tejo – 2008*. Instituto Nacional de Estatística, I.P. Lisboa

SROA. (1973). *Carta dos solos de Portugal*. II Volume: classificação e caracterização morfológica dos solos. Ministério da Economia, Secretaria de Estado da Agricultura, Serviço de Reconhecimento e Ordenamento Agrário, Volume II, 6ª Edição.

BIBLIOGRAFIA CONSULTADA

Abreu, A.O.C. (1977). *Análise Biofísica do Solo*. Universidade de Évora. Évora. Acedido em: <http://www.confagri.pt/Ambiente/AreasTematicas/Pages/Solosportugueses.aspx>

Carvalho, C. (1965). *Dicionário de Solos*. Acedido em: http://agricultura.isa.utl.pt/agribase_temp/solos/default.asp

CCDR Alentejo. (2010). *Plano Regional de Ordenamento do Território do Alentejo – versão aprovada*. CCDR Alentejo. Évora

CCDR Centro. (2010). *Plano Regional de Ordenamento do Território do Centro – Elementos disponíveis*

CCDR LVT. (2010). *Plano de Ordenamento do Território para o Oeste e Vale do Tejo – Versão aprovada*. CCDR LVT. Lisboa.

CCDR LVT. (2010). *Plano Regional de Ordenamento do Território da Área Metropolitana de Lisboa – Versão objecto de discussão pública*. CCDR LVT. Lisboa.

DGOTDU. (2007). *Programa Nacional do Plano de Ordenamento do Território – Programa de Acção*. Direcção Geral do Ordenamento do Território e Desenvolvimento Urbano. Lisboa.

DGOTDU. (2010). Planos de Ordenamento do Território em Vigor. *Website* da Direcção Geral do Ordenamento do Território e Desenvolvimento Urbano – Sistema Nacional de Informação Territorial. Acedido em: <http://www.dgotdu.pt>.

IGP. (2007). Nomenclatura CORINE *Land Cover*. Instituto Geográfico Português - Grupo de Detecção Remota. Acedido em: <http://www.igeo.pt/gdr/projectos/clc2006>.

INAG. (1999). *Plano de Bacia Hidrográfica do Rio Tejo. 1.ª Fase – Análise e diagnóstico da situação de referência. Volume III – Análise*. Ministério do Ambiente e do Ordenamento do Território. Instituto da Água, I. P. Lisboa.

INAG. (1999). *Plano de Bacia Hidrográfica do Rio Tejo*. Ministério do Ambiente e do Ordenamento do Território. Instituto da Água, I. P. Lisboa.

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

1.7. USOS E NECESSIDADES DE ÁGUA

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

Águas de Portugal. (2007). *Planos Directores para a Criação dos Sistemas Multimunicipais de baixa de Abastecimento de água e Saneamento do Norte, Centro e Sul*. Relatório 2 – Concepção das Soluções e Investimentos. Volume I – Abastecimento de Água. Lisboa.

Aqualogus. (2009). *Avaliação do Potencial Hidroeléctrico da Região Hidrográfica do Tejo e das Bacias Hidrográficas das Ribeiras do Oeste*. Administração da Região Hidrográfica do Tejo, I.P. Lisboa.

DGADR. (2009). *Aproveitamentos Hidroagrícolas do Grupo II, em Exploração*. Elementos Estatísticos 1986-2008. [CD-ROM]. Direcção Geral de Agricultura e Desenvolvimento Rural, Divisão de Planeamento, Documentação e Informática (DSIGA). Lisboa.

DGADR. (2010). *Aproveitamentos Hidroagrícolas em exploração*. Direcção-Geral de Agricultura e Desenvolvimento Rural. Acedido em 23 de Dezembro de 2010, em: <http://www.dgadr.pt/>.

EDP. (2011). *Centros Produtores*. Acedido em 17 de Janeiro de 2011, em: <http://www.a-nossa-energia.edp.pt>.

EDP Produção. (2006). *EDP. Centros Produtores*. EDP Produção, Gestão da Produção de Energia, Gabinete de Comunicação – GCM. Lisboa.

FAO/IIASA/ISRIC/ISSCAS/JRC. (2009). *Harmonized World Soil Database* (version 1.1). FAO, Rome, Italy and IIASA, Luxemburg, Austria. Acedido em 1 de Setembro de 2010, em: <http://www.iiasa.ac.at>.

Gaspar, J., Leite, A.N., Abreu, D., Machado, J.F. e Costa, N.M. (1997). *População, Economia e Território: Cenários de desenvolvimento*. Plano Nacional da Água. Relatório-parecer.

IGP. (2010). CORINE *Land Cover* – 2006. Instituto Geográfico Português. Acedido em 1 de Março de 2010, em: <http://www.igeo.pt>.

IM. *Anuários Climatológicos do período de 1959 a 1988*. Instituto de Meteorologia, I.P. Lisboa.

INAG. (2001). *Plano de Bacia Hidrográfica do Rio Tejo. 1.ª Fase – Análise e Diagnóstico da Situação de Referência. Anexo 6 – Utilizações e Necessidades de Água. Tomo 6A – Avaliação das Necessidades Actuais de Água. Parte II – Consumos de Água na Agricultura*. Ministério do Ambiente e do Ordenamento do Território. Instituto da Água, I. P. Lisboa.

INE. (2001). *Recenseamento Geral da Agricultura – Alentejo – 1999*. Instituto Nacional de Estatística, I.P. Acedido em 16 de Agosto de 2010, em: <http://www.ine.pt>.

INE. (2001). *Recenseamento Geral da Agricultura – Beira Interior – 1999*. Instituto Nacional de Estatística, I.P. Acedido em 16 de Agosto de 2010, em: <http://www.ine.pt>.

INE. (2001). *Recenseamento Geral da Agricultura – Beira Litoral – 1999*. Instituto Nacional de Estatística, I.P. Acedido em 16 de Agosto de 2010, em: <http://www.ine.pt>.

INE. (2001). *Recenseamento Geral da Agricultura – Ribatejo e Oeste – 1999*. Instituto Nacional de Estatística, I.P., Acedido em 16 de Agosto de 2010, em: <http://www.ine.pt>.

Serra A., Ribeiro K., Mamouros L., Mendes D., Machado L. e Ribeiro R. (2010). *A criação das parcerias das “baixas” – 2. O acompanhamento técnico da Águas de Portugal*. 10.º Congresso da Água. Associação Portuguesa dos Recursos Hídricos. Alvor.

Teixeira, J.L. (1994), *ISAREG. Manual do Utilizador*, Instituto Superior de Agronomia, Universidade Técnica de Lisboa, Lisboa.

BIBLIOGRAFIA CONSULTADA

Alegre, H., Hirner, W., Baptista, J.M. e Parena, R. (2004) – *Indicadores de desempenho para serviços de abastecimento de água*. Série “Guias Técnico”. LNEC/ERSAR. Acedido em 1 de Outubro de 2010, em: <http://www.ersar.pt>.

INAG. (1999). *Plano de Bacia Hidrográfica do Rio Tejo. 1.ª Fase – Análise e Diagnóstico da Situação de Referência. Anexo 6 – Utilizações e Necessidades de Água. Tomo 6A – Avaliação das Necessidades Actuais de Água. Parte I – Abastecimento Urbano e Industrial*. Ministério do Ambiente e do Ordenamento do Território. Instituto da Água, I. P. Lisboa.

INAG. (2000). *Plano de Bacia Hidrográfica do Rio Tejo. 1.ª Fase – Análise e Diagnóstico da Situação de Referência. Anexo Temático 3 A – Análise de variáveis climatológicas*. Ministério do Ambiente e do Ordenamento do Território. Instituto da Água, I. P. Lisboa.

1.8. ABASTECIMENTO E TRATAMENTO DE ÁGUAS

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

Decreto-Lei n.º 306/2007, de 27 de Agosto. *Diário da República n.º 164 – I Série*. Ministério do Ambiente, do Ordenamento do Território e do Desenvolvimento Regional. Lisboa.

Decreto-Lei n.º 90/2009, de 9 de Abril. *Diário da República n.º 70 – I Série*. Ministério do Ambiente, do Ordenamento do Território e do Desenvolvimento Regional. Lisboa.

Decreto-Lei n.º 194/2009, de 20 de Agosto. *Diário da República n.º 161 – I Série A*. Ministério do Ambiente, do Ordenamento do Território e do Desenvolvimento Regional. Lisboa.

ERSAR. (2010). *Entidades gestoras de sistemas de abastecimento público de água e de saneamento de águas residuais*. Entidade Reguladora de Águas e Resíduos. Acedido em 14 de Junho de 2010, em: <http://www.ersar.pt>.

INAG, I.P. (2010). *Relatório do Estado do Abastecimento de Água e da Drenagem e Tratamento de Águas Residuais – Sistemas Públicos Urbanos: INSAAR 2009*. Instituto da Água, I. P. Lisboa.

INE. (2010). *População residente (N.º) por Local de residência, Sexo e Grupo etário (Por ciclos de vida) - Anual*. Instituto Nacional de Estatística. Acedido em 14 de Junho de 2010, em: <http://www.ine.pt>.

MAOTDR. (2007). *Plano Estratégico de Abastecimento de Água e de Saneamento de Águas Residuais 2007-2013: PEAASAR II*. Ministério do Ambiente, do Ordenamento do Território e do Desenvolvimento Regional. Lisboa.

BIBLIOGRAFIA CONSULTADA

Decreto-Lei n.º 372/93, de 29 de Outubro. *Diário da República n.º 254 – I Série A*. Ministério do Ambiente e Recursos Naturais. Lisboa.

Decreto-Lei n.º 379/93, de 5 de Novembro. *Diário da República n.º 259 – I Série A*. Ministério do Ambiente e Recursos Naturais. Lisboa.

Decreto-Lei n.º 384-B/99, de 23 de Setembro. *Diário da República n.º 233 – Suplemento – I Série A*. Ministério do Ambiente. Lisboa.

Decreto-Lei n.º 195/2009, de 20 de Agosto. *Diário da República n.º 161 – I Série*. Ministério do Ambiente, do Ordenamento do Território e do Desenvolvimento Regional. Lisboa.

ERSAR. (2010). *Relatório Anual do Sector de Águas e Resíduos em Portugal: RASARP 2009*. Entidade Reguladora de Águas e Resíduos. Lisboa.

Lei n.º 88-A/97, de 25 de Julho. *Diário da República n.º 170 – Suplemento – I Série A*. Assembleia da República. Lisboa.

Lei n.º 58/98, de 18 de Agosto. *Diário da República n.º 189 – I Série A*. Assembleia da República. Lisboa.

Lei n.º 53-F/2006, de 29 de Dezembro. *Diário da República n.º 249 – Suplemento – I Série*. Assembleia da República. Lisboa.

1.9. CARACTERIZAÇÃO E ANÁLISE DE VULNERABILIDADES

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

Andrade, C.; Taborda, R.; Marques, F.; Freitas, M. C.; Rodrigues, R.; Antunes, C.; Pólora, C. (2010). *Plano Estratégico de Cascais Face às Alterações Climáticas – Sector Zonas Costeiras*. Câmara Municipal de Cascais. Fundação da Faculdade de Ciências da Universidade de Lisboa, Lisboa.

Decreto-Lei n.º 90/90, de 16 de Março. *Diário da República n.º 63, Série I*. Ministério da Indústria e Energia. Lisboa.

Decreto-Lei n.º 93/90, de 19 de Março. *Diário da República n.º 65 Série I*. Ministério do Planeamento e da Administração do Território. Lisboa.

Decreto-Lei n.º 19/93, de 23 de Janeiro. *Diário da República n.º 19 Série I-A*. Ministério do Ambiente e Recursos Naturais. Lisboa.

Decreto-Lei n.º 227/98, de 17 de Julho. *Diário da República n.º 163 Série I-A*. Ministério do Ambiente. Lisboa.

Decreto-Lei n.º 382/99, de 22 de Setembro. *Diário da República n.º 222 Série I-A*. Ministério do Ambiente. Lisboa.

Leitão, T.E.; Barbosa, A. E.; Henriques, M.J.; Ikävalko, V.M. e Menezes, J. T. (2005) - Avaliação e gestão ambiental das águas de escorrências de estradas. Relatório Final. Relatório 109/05 - NAS, LNEC.

Loureiro, J.M. (2009). *Rio Tejo, As grandes cheias: 1800-2007*. Coleção Tágides. Administração da Região Hidrográfica do Tejo, I.P. Lisboa.

Marques, F.M.S.F. (1997a). *As arribas do litoral do Algarve. Dinâmica, Processos e Mecanismos*. Dissertação de Doutoramento em Geologia, Departamento de Geologia da Faculdade de Ciências da Universidade de Lisboa, pp. 556

Marques, F.M.S.F. (1997b). *Evolução de arribas litorais: Importância de estudos quantitativos na previsão de riscos e ordenamento da faixa costeira*, in Colectânea de Ideias sobre a Zona Costeira de Portugal. Associação EUROCOAST-PORTUGAL, Porto, pp. 67-86.

Marques, F. & Andrade, C. (2009). *Parecer sobre risco associado às arribas do Algarve*. Departamento de Geologia, Faculdade de Ciências, Universidade de Lisboa, pp. 25
(http://www.arhalgarve.pt/site/parameters/arhalgarve/files/File/upload/R_H_Litoral/Parecer_da_Faculdade_de_Ciencias_da_Universidade_de_Lisboa.pdf)

NMED/DWB (Appendix E – WRASTIC index: Watershed vulnerability estimation using WRASTIC. Gallegos, P.E.D., Lowance, P.E.J. & Thomas, C. (http://www.nmenv.state.nm.us/dwb/Documents/SWAPP_2000.PDF)

Oliveira, M.M. e Lobo Ferreira, J.P. (2002) – *Proposta de uma Metodologia para a Definição de Áreas de Infiltração Máxima*", Recursos Hídricos, vol. 23 (1), Maio de 2002, p. 63-74.

Oliveira, R.P., Simões, J., Lopes, J.P. (2010). *Estratégia Nacional de Adaptação aos Impactos das Alterações Climáticas relacionados com os Recursos Hídricos (ENAA-RH). Cenários Climáticos para Portugal Continental de acordo com o Projecto ENSEMBLES* (versão de trabalho). Lisboa.

Rocha J.S. (1998). *O risco das inundações e a sua gestão. Uma visão nacional e uma visão europeia*. 4.º Congresso da Água. Lisboa.

Rodrigues, R., Brandão, C. e Costa, J.P. (2003). *Breve nota sobre as cheias no Tejo e o seu Sistema de Vigilância e Alerta*. Direcção dos Serviços dos Recursos Hídricos. Instituto da água, I.P.

Santos, F. D., Forbes, K. Moita, R. (editores). (2001). *Mudança Climática em Portugal. Cenários, Impactes e Medidas de Adaptação – SIAM*. Sumário Executivo e Conclusões. Gravidá. Lisboa

Sunamura, T. (1992). *Geomorphology of Rocky Coasts*. Wiley, New York, 302p.

Teixeira, S.B. (2006). *Slope mass movements on rocky sea-cliffs: A power-law distributed naturalhazard on the Barlavento Coast, Algarve, Portugal*. *Continental Shelf Research* 26. Elsevier. pp.1077-1097.

BIBLIOGRAFIA CONSULTADA

Azevedo, T.M., Nunes, E. e Ramos, C. (2004). *Some morphological aspects and hydrological characterization of the Tagus floods in the Santarem region, Portugal*. *Natural Hazards*, 31 (3), Kluwer Academic Publishers, Netherlands, 587-601.

Azevedo, T.M., Nunes, E., Ramos, C. e Ramos Pereira, A. (2003). *Historical floods of the Tagus River in the Santarém region, Portugal*. Abstracts. Ciências da Terra, Vol. Especial, N.º V. VI Congresso Nacional de Geologia, Universidade Nova Lisboa, Costa de Caparica, p. 92 (CD-ROM Ed., p. H10-H13).

- Azevedo, T.M., Nunes, E., Ramos, C., Pereira, A., Freitas, C., Andrade, C. e Pereira, D.I. (2006). *The Tagus River and its historical floods (Santarém, Portugal)*. Abstracts. Tagus Floods '06 Workshop, Lisbon, Portugal, pp. 64-67.
- Brandão, C., Rodrigues, R. e Costa, J. (2001). *Análise de fenómenos extremos de precipitações intensas em Portugal Continental*. Direcção dos Serviços de Recursos Hídricos. Instituto da Água, I. P. Lisboa.
- Câmara Municipal da Amadora. (2007). Plano Municipal de Emergência de Protecção Civil do Concelho da Amadora. Serviço Municipal de Protecção Civil do Concelho da Amadora.*
- Câmara Municipal da Batalha. (2006). Plano Municipal de Emergência do Concelho da Batalha. Serviço Municipal de Protecção Civil do Concelho da Batalha.*
- Câmara Municipal de Alcobaça. (1999). Plano Municipal de Emergência do Concelho de Alcobaça. Serviço Municipal de Protecção Civil do Concelho de Alcobaça.*
- Câmara Municipal de Alenquer. (2008). Plano Municipal de Emergência de Protecção Civil do Concelho de Alenquer. Serviço Municipal de Protecção Civil do Concelho de Alenquer.*
- Câmara Municipal de Benavente. (2008). Plano Municipal de Emergência de Benavente. Serviço Municipal de Protecção Civil do Concelho de Benavente.*
- Câmara Municipal de Cascais. (2007). Plano Municipal de Emergência de Protecção Civil do Concelho de Cascais. Serviço Municipal de Protecção Civil do Concelho de Cascais.*
- Câmara Municipal de Cascais. (2008). Plano Municipal de Emergência para o Centro Urbano Histórico. Serviço Municipal de Protecção Civil do Concelho de Cascais.*
- Câmara Municipal de Odivelas. (2002). Estudo para Conhecimento do Risco de Cheias no Município de Odivelas. Odivelas, Portugal.*
- Câmara Municipal de Odivelas. (2009). Plano Director Municipal de Odivelas – Caracterização do Território – Componentes Ambientais. Factores de risco. Volume 4.1. Odivelas Portugal.*
- Câmara Municipal de Pampilhosa da Serra. (2007). Plano Municipal de Emergência do Concelho de Pampilhosa da Serra. Serviço Municipal de Protecção Civil do Concelho de Pampilhosa da Serra.*
- Câmara Municipal de Pedrógão Grande. (2009). Plano Municipal de Emergência de Protecção Civil. Comissão Municipal de Protecção Civil de Pedrógão Grande.*
- Câmara Municipal de Penamacor. (2004). Plano Municipal de Emergência de Penamacor. Serviço Municipal de Protecção Civil.*
- Câmara Municipal de Sertã. (2006). Plano Municipal de Emergência do Município da Sertã. Serviço Municipal de Protecção Civil.*
- Câmara Municipal de Sintra. (2010). Plano Municipal de Emergência de Protecção Civil. Serviço Municipal de Protecção Civil.*
- Câmara Municipal de Tomar. (1998). Plano Municipal de Emergência de Protecção Civil. Serviço Municipal de Protecção Civil.*

- Câmara Municipal do Barreiro. (2007). Plano Municipal de Emergência de Protecção Civil do Concelho do Barreiro. Serviço Municipal de Protecção Civil do Concelho do Barreiro.
- Cardoso, J.C., Bessa, M.T., Marado, M. B. (1973). *Carta dos Solos de Portugal (1:1 000 000)*. Separata da Agronomia Lusitana, Volume XXXIII – Tomos I-IV, Estação Agronómica Nacional, Oeiras. pp. 481-602
- Certitecna. (2008). *Plano Municipal de Emergência*. Câmara Municipal do Bombarral. Lisboa.
- Certitecna. (2010). *Plano Municipal de Emergência*. Câmara Municipal da Azambuja. Lisboa.
- Chow, V.T., Maidment, D.R. e Mays, L.W. (1988). *Applied Hydrology*. McGraw-Hill International Editions. Civil Engineering series. New York.
- Coutinho, M.A., Tomás, P.P. (1986). *Erosividade da precipitação*. II Simpósio Luso-Brasileiro de Hidráulica e Recursos Hídricos. Lisboa.
- Cunha, L.V., Oliveira, R., Nunes, V.B. *Impactos das alterações climáticas sobre os recursos hídricos de Portugal*. Acedido em: http://alojamentos.us.es/ciberico/archivos_acrobat/sevilla3veiga.pdf
- David, J.S. (1976). *Drenagem de estradas, caminhos-de-ferro e aeródromos. Estudo Hidrológico. Determinação de caudais de ponta de cheia em pequenas bacias hidrográficas*. Laboratório Nacional de Engenharia Civil. Lisboa.
- Decreto-Lei n.º 344/2007, de 10 de Outubro. Regulamento de Segurança de Barragens (RSB).
- Hidroprojecto. (2007). *Plano Estratégico do Ambiente. 2.ª fase. Actualização do Diagnóstico da 1.ª fase*. Câmara Municipal de Vila Franca de Xira. Algés. Portugal.
- INAG. (1999). *Plano de Bacia Hidrográfica do Rio Tejo. 1.ª Fase – Análise e diagnóstico da situação de referência. Volume I. Síntese*. Ministério do Ambiente e do Ordenamento do Território. Instituto da Água, I.P. Lisboa.
- INAG. (2000). *Plano de Bacia Hidrográfica do Rio Tejo. 1.ª Fase – Análise e diagnóstico da situação de referência. Volume III. Parte C – Subsistema ambiental*. Instituto da Água, I.P. Lisboa.
- Irvem, A., Topaloglu, F. e Uygur, V. (2007). Estimating spatial distribution of soil loss over Seyhan River Basin in Turkey. *Journal of Hydrology*. 336, pp- 30-37.
- Jenny, (1983). The soil resource. Origin and behaviour. *Ecological Studies*, 37. Springer-Verlag.
- Larras, P. J. (1972). *Prévision et prédétermination des étiages et des crues*. Collection Du B.C.E.O.M. (Bureau Central d'Études pour les Equipements d'Outre-mer). Éditions Eyrolles, Paris.
- Lencastre, A. e Franco, F.M. (2006). *Lições de hidrologia*. Faculdade de Ciências e Tecnologia. Universidade Nova de Lisboa. 3.a Edição.
- LNEC. (1992). *As cheias em Portugal. Caracterização das zonas de risco. 4.º Relatório: Bacia Hidrográfica do Rio Tejo*. Laboratório Nacional de Engenharia Civil. Ministério das Obras Públicas, Transportes e Comunicações. Lisboa.
- LNEC. (2005). *Plano Específico de Gestão de Extração de Inertes no Domínio Hídrico do Rio Tejo*. Laboratório Nacional de Engenharia Civil. Lisboa.
- Lobo-Ferreira, J.P., Oliveira, M. Mendes e Ciabatti, P.C. (1995). *Desenvolvimento de um Inventário das Águas subterrâneas de Portugal*, Vol. 1. Laboratório Nacional de Engenharia Civil. Lisboa.
- Loureiro e Van Zeller de Macedo. (1984). *Expressão para o cálculo do caudal máximo de cheia na bacia hidrográfica do Tejo*. Direcção-Geral dos Recursos Hídricos e Aproveitamentos Hidráulicos.

- Nunes, E., Azevedo, T.M., Ramos, C., Andrade, C. e Freitas, M.C. (2000). *O rio Tejo e as suas cheias no Ribatejo (Santarém, Portugal)*. Resumos das comunicações. Seminário sobre Geologia Ambiental. Braga.
- Nunes, E.V., Azevedo, T.M. e Ramos, C. (1999). *Preliminary Studies of the River Tagus Floods in the Santarém Area (Ribatejo, Portugal)*. Resumos das comunicações. The Second International Paleoflood Conference. Prescott. Arizona. EUA. pp. 33.
- Nunes, E.V., Azevedo, T.M. e Ramos, C. (2000). *The Lower River Tagus Basin (Ribatejo, Portugal) and its floods. Preliminary results*. Resumos das comunicações. II Congresso Latinoamericano de Sedimentologia / VIII Reunión Argentina de Sedimentologia. Mar del Plata. Argentina. pp. 133-134.
- Oliveira, R.P., Simões, J., Lopes, J.P. (2010). Estratègia Nacional de Adaptaçào aos Impactos das Alteraçõe s Climáticas relacionados com os Recursos Hídricos (ENAAAC-RH). Impactos das alteraçõe s climáticas relacionadas com os recursos hídricos – Região hidrográ fica do Tejo (RH5) e bacia hidrográ fica do rio Tejo em território espanhol (versão de trabalho). Lisboa.
- Pereira, A.R., Ramos, C., Azevedo, T.M. e Nunes, E. (2003). *Tagus River floods in the Late Holocene (Sedimentology, Geochemistry, Hydrology)*. Abstracts. Ciências da Terra, Vol. Especial, N.º V. VI Congresso Nacional de Geologia, Universidade Nova de Lisboa, Costa da Caparica, p. 101 (CD-ROM Ed., p. H88-H91).
- Pimenta, M. (1998). Erosão Hídrica dos Solos em pequenas bacias Hidrográ ficas – Aplicaçào da Equaçào Universal de Degradaçào dos Solos. Instituto Superior Técnico. Lisboa.
- Portaria n.º 246/98, de 21 de Abril. Diário da República n.º 93/98 – I Série – B. Ministé rios da Defesa Nacional, da Administração Interna, do Equipamento do Planeamento e da Administração do Território, da Economia, da Agricultura do Desenvolvimento Rural e das Pescas e do Ambiente.
- Portaria n.º 846/93, de 10 de Setembro. Diário da República n.º 213/93 – I Série – B. Ministé rios da Defesa Nacional, da Administração Interna, da Agricultura, da Indústria e energia, das Obras Públicas, Transportes e Comunicações e do Ambiente e Recursos Naturais.
- Portaria n.º 847/93, de 10 de Setembro. *Diário da República n.º 213/93 – I Série – B*. Ministé rios da Defesa Nacional, da Administração Interna, da Agricultura, da Indústria e energia, das Obras Públicas, Transportes e Comunicações e do Ambiente e Recursos Naturais.
- Portela, M.M. (1995). *Modelaçào hidrológica*. Departamento de Engenharia Civil. Instituto Superior Técnico. Lisboa.
- Portela, M.M. (2000). *Hydrologic aspects related to flash floods. The Portuguese experience*. Euroconference 2000: Flash flods. Instituto Superior Técnico. Lisboa.
- Prossistemas. (2004). *Plano de Emergência, em Situaçào de Cheia, do Concelho de Loures*. Câmara Municipal de Loures. Vol. 1, Tomo 1, Parte B - Anexos. Serviço Municipal de Protecçào Civil do Concelho de Loures.
- Renard, K. G., Foster, G. A., Weesies, G.A., McCool, D.K. e Yoder, D.C. (1997). Predicting soil erosion by water: a guide to conservation planning with the revised universal soil loss equation (RUSLE). USDA Agricul. Handbook 703. Agricultural Research Service. Washington D.C.
- Sá L. Regulamento de Segurança de Barragens e a Protecçào Civil. Comunicaçào. Autoridade Nacional de Protecçào Civil.

SNIRH (2010). Sistema Nacional de Informação de Recursos Hídricos (SNIRH). Instituto da Água, I.P. Acedido em: <http://snirh.pt>

Tomás, P.M.P.P (1992). *Estudo da erosão hídrica em solos agrícolas. Aplicação à região sul de Portugal*. Dissertação para obtenção do grau de mestre em Hidráulica e Recursos Hídricos. Instituto Superior Técnico. Universidade Técnica de Lisboa. Lisboa.

Tomás, P.P. (1993). *Erosão hídrica dos solos em pequenas bacias hidrográficas – Aplicação da Equação Universal de Degradação dos Solos*. Publicação CEHIDRO n.º 7. Instituto Superior Técnico. Lisboa

Wischmeier, W.H. e Smith, D.D. (1978). *Predicting rainfall erosion losses*. USDA Soil Conservation Service. Agricultural Handbook, N 537.

2. CARACTERIZAÇÃO DAS MASSAS DE ÁGUA

2.1. MASSAS DE ÁGUA DE SUPERFÍCIE

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

Alves, M.H., Bernardo, J.M., Figueiredo, H., Pádua, J., Pinto, P. e T. Rafael (2004). *Aplicação do Sistema B da Directiva-Quadro da Água na identificação de tipos de rios em Portugal Continental*. Administração da Região Hidrográfica do Alentejo, I.P.

Alves, M.H., Bernardo, J.M., Cortes, R.V., Feio, M.J., Ferreira, J., Ferreira, M.T., Figueiredo, H., Formigo, N., Ilhéu, M., Morais, M., Pádua, J., Pinto, P. e Rafael, T. (2006). *Tipologia de rios em Portugal Continental no âmbito da Directiva-Quadro da Água*. Administração da Região Hidrográfica do Alentejo, I.P.

Common Implementation Strategy for the European Water Framework Directive (2000/60/EC). (2003a). *Identification of Water Bodies*. Common Implementation Strategy for the Water Framework Directive (2000/60/CE). Guidance Document N.º 2, em

http://circa.europa.eu/Public/irc/env/wfd/library?l=/framework_directive/guidance_documents/guidancesnos2sidentifica/_EN_1.0_&a=d

Common Implementation Strategy for the European Water Framework Directive (2000/60/EC). (2003b). *River and lakes – Typology, reference conditions and classification system, REFCOND*. Common Implementation Strategy for the Water Framework Directive (2000/60/EC). Guidance Document N.º 10. 87 pp.

Common Implementation Strategy for the European Water Framework Directive (2000/60/EC). (2003c). *Identification and Designation of Artificial and Heavily Modified Waterbodies*. Common Implementation Strategy for the Water Framework Directive (2000/60/CE). Guidance Document N.º 4. Working Group 2.2.108 pp

http://circa.europa.eu/Public/irc/env/wfd/library?l=/framework_directive/guidance_documents/guidancesnos4sheavilysmo/_EN_1.0_&a=d

Common Implementation Strategy for the European Water Framework Directive (2000/60/EC). (2005). *Template for the development of a boundary setting protocol for the purposes of the Intercalibration Exercise*. Common Implementation Strategy for the Water Framework Directive (2000/60/EC), Working Group 2A ECOSTAT. 28 pp.

Common Implementation Strategy for the European Water Framework Directive (2000/60/EC). (2009). *Heavily Modified Water Bodies: Information Exchange on Designation, Assessment of Ecological Potential, Objective Setting and Measures*. WFD. Discussion paper. Common Implementation Strategy Workshop Brussels, 12-13 March

Comissão Europeia. (2008). *Nota sobre a Água 4 - Albufeiras, Canais e Portos: Gestão das massas de água artificiais ou fortemente modificadas*. WISE – Water Information System for Europe. Comissão Europeia (DG Ambiente) – Março.

Cortes, R. e E. Cabecinha (2009). *Modelação da Qualidade Ecológica com base no elemento fitoplâncton*. Em: *Qualidade Ecológica e Gestão Integrada de Albufeiras* (contrato n.º2003/067/INAG). Lisboa. p 81-120

Directiva 2000/60/CE do Parlamento Europeu e do Conselho, de 23 de Outubro de 2000. *Jornal Oficial das Comunidades Europeias*. L 327/1 – L 327/72.

Decreto-Lei n.º 77/2006, de 30 de Setembro. *Diário da República n.º 64 - I Série A*. Ministério do Ambiente, Ordenamento do Território e Desenvolvimento Regional. Lisboa.

Environment Agency (2009). *River Basin Management Plan – Anglian River Basin District*. Bristol.

Ferreira, M.T., Morais, M., Cortes, R.V., Sampaio, E.C., Oliveira, S.V., Pinheiro, P.J., Hughes, S.J., Segurado, P., Albuquerque, A.C., Pedro, A., Nunes, S., Novais, M.H., Lopes, L.T., Rivaes, R.S., Abreu, C. e Verdaguer, R. (2009). *Qualidade Ecológica e Gestão Integrada de Albufeiras*. Ministério do Ambiente, do Ordenamento do Território e do Desenvolvimento Regional. Instituto da Água, I.P. Lisboa.

Ferreira, J.G.; Nobre, A.M.; Simas, T.C.; Silva, M.C.; Newton, A.; Bricker, S.B.; Wolff, S.B; Stacey, P.E.; Sequeira, A.(2006). *A methodology for defining homogeneous water bodies in estuaries – Application to the transitional systems of the EU Water Framework Directive*. *Estuarine, Coastal and Shelf Science*, 66 (3/4), 468-482.

Ilhéu M., Matono P., Formigo N., Ferreira M. T, Raposo de Almeida P., Cortes R. e Bernardo J. M. (2008). *Tipologia e Cenários Biológicos do Elemento Peixes*. Revista da APRH, vol. 30, n.º 2.

INAG (1999). *Plano de Bacia Hidrográfica do Rio Tejo – Relatório Final*. Ministério do Ambiente e do Ordenamento do Território, Instituto da Água I.P. Lisboa.

INAG (2003). *Relatório Qualidade Ecológica e Gestão Integrada de Albufeiras*. Contracto n.º2003/067/INAG, 326 pp.

INAG, I.P. (2005). *Relatório Síntese sobre a Caracterização das Regiões Hidrográficas prevista na Directiva-Quadro da Água*. Ministério do Ambiente, do Ordenamento do Território e do Desenvolvimento Regional. Instituto da Água, I.P. Lisboa.

INAG, I.P. (2008). *Tipologia de rios em Portugal Continental no âmbito da implementação da Directiva-Quadro da Água. I – Caracterização abiótica*. Ministério do Ambiente, do Ordenamento do Território e do Desenvolvimento Regional. Instituto da Água, I.P. Lisboa, 32 pp, em:

[URL:http://dqa.inag.pt/dqa2002/port/docs_apoio/doc_nac/Manuais/Caracterizacao_rios.pdf](http://dqa.inag.pt/dqa2002/port/docs_apoio/doc_nac/Manuais/Caracterizacao_rios.pdf)

INAG, I.P. (2009). *Critérios para a Classificação do Estado das Massas de Água Superficiais – Rios e Albufeiras*. Ministério do Ambiente, do Ordenamento do Território e do Desenvolvimento Regional. Instituto da Água, I.P. Lisboa.
http://dqa.inag.pt/dqa2002/port/docs_apoio/doc_nac/Impl%20DQA_22Outubro/Crit%C3%A9rios_%20Classifica%C3%A7%C3%A3o_Rios_Albufeiras.pdf

INAG, I.P. (2010a). *Princípios a observar na elaboração dos PGRH*. Ministério do Ambiente, do Ordenamento do Território e do Desenvolvimento Regional. Instituto da Água, I.P. Lisboa.

INAG, I.P. (2010b). *Tipologia de Massas de Água Fortemente Modificadas – Albufeiras de Portugal Continental*. Instituto da Água, I.P. Acedido em:
<http://portaldagua.inag.pt/PT/InfoTecnica/Directiva/Accoes/AguasInteriores/Pages/Tipologia.aspx>.

INAG, I.P. e ARH do Tejo, I.P. (2009). *Questões Significativas da Gestão da Água na Região Hidrográfica do Tejo*. Participação pública – Informação de suporte. Ministério do Ambiente, do Ordenamento do Território e do Desenvolvimento Regional. Instituto da Água, I.P. Lisboa.

Lei n.º 58/2005, de 29 de Dezembro. *Diário da República* n.º 249/05 – I Série – A. Assembleia da República. Lisboa

Morais M., Novais M. H., Nunes S., Pedro A., Almeida S. F. P., Craveiro S. C., Rodrigues A.M.F., Castro L e Barreto Caldas F. (2008). *Validação da tipologia de rios por diatomáceas bentónicas – Implementação da Directiva-Quadro da Água em Portugal Continental*. Revista da APRH, vol. 30, n.º 2.

Oliveira, J. M. (2007). *Ecologia dos Peixes Continentais da bacia Hidrográfica do Rio Tejo: uma síntese*. Texto de apoio às aulas das disciplinas de Biologia e Ecologia de Vertebrados leccionadas no Instituto Superior de Agronomia (capítulo 2 da Dissertação para obtenção do grau de Doutor). Instituto Superior de Agronomia. Departamento de Engenharia Florestal. 16-44 pp.

Pio, S. e Henriques, A. G. (2000). *O estado ecológico como critério para a gestão sustentável das águas de superfície*. 5.º Congresso da Água – A Água e o Desenvolvimento Sustentável: Desafios para o Novo Século. Culturgest, Lisboa.

Projecto MONAE (Monitoring Plan for Coastal Waters, Water Quality and Ecology (www.monae.org)).

2.2. MASSAS DE ÁGUA SUBTERRÂNEAS

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

Allen, R.G.; Pereira, L.S.; Raes, D.; Smith, M. (1998) – "*Crop evapotranspiration – Guidelines for computing crop water requirements*", FAO, Irrigation and Drainage Paper, nr. 56.

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 pp.

Cortes, R.M., Ferreira, M.T., Godinho, F.N. (1998) – *Macrophytes in a southern Iberian river*. *Vehr. Internat. Verein. Limnol.* 26: 1835-1841.

Decreto-Lei n.º 347/2007, de 19 de Outubro. *Diário da República* n.º 202 Série I. Ministério do Ambiente, do Ordenamento do Território e do Desenvolvimento Regional. Lisboa.

Directiva 79/409/CEE do Conselho, de 2 de Abril. *Jornal Oficial das Comunidades Europeias* n.º L 103, de 25 de Abril de 1979.

Directiva n.º 92/43/CEE do Conselho, de 21 de Maio. *Jornal Oficial das Comunidades Europeias* n.º L 206, de 21 de Maio de 1992.

Directiva 2000/60/CE do Parlamento Europeu e do Conselho, de 23 de Outubro de 2000. *Jornal Oficial das Comunidades Europeias*. L 327/1 – L 327/72.

ERHSA, (2001) - *Estudo dos Recursos Hídricos Subterrâneos do Alentejo – Relatório Técnico, Comissão de Coordenação da Região Alentejo, Évora*.

Espírito Santo, M.D.; Lousã, M.F.; Costa, J.C.; Diogo, M.C.; Arsénio, P.; La-Grange, P.M. (2001) - *Plano de Bacia Hidrográfica do rio Tejo. 1ª Fase. Anexo Temático 1 – Análise Biofísica (Cap. V, Vegetação Natural, Fauna e Ecossistemas Associados)* - Ministério do Ambiente e do Ordenamento do Território. pp 103-161.

- Ferreira, M.T.; Godinho, F.N.; Oliveira, J.M.; Aguiar, F.F.; Albuquerque, A. (2001) - *Plano de Bacia Hidrográfica Do rio Tejo. 1ª Fase. Anexo 9, Conservação da Natureza. Parte I. Ecossistemas Dulçaquícolas*. 523 pp;
- Fernandes, J. (2001) - *Sistema Aquífero Monforte – Alter do Chão. Fichas dos Sistemas Aquíferos do Alentejo – Anexo II do Relatório Técnico do ERHSA (IGM)*. Publicado pela Comissão de Coordenação e Desenvolvimento Regional do Alentejo, Évora, 2001. 139 pp.
- Fernandes, J. e Francés, A. (2010) - *Sistema Aquífero Monforte-Alter do Chão: Resultados Obtidos no Âmbito do Estudo dos Recursos Hídricos Subterrâneos do Alentejo (ERHSA)*. Coleção Tágides Os aquíferos das bacias hidrográficas do rio Tejo e das Ribeiras do Oeste. Saberes e Reflexões. Organização da Administração de região Hidrográfica do Tejo, I.P.. Lisboa, 2010, pp. 146-156.
- GESTÁGUA (1996) – *Plano director de desenvolvimento do sistema de abastecimento da EPAL – Avaliação das disponibilidades – origens subterrâneas*. Consórcio PROCESL, Compagnie Generale des Eaux Portugal, Profabril. Lisboa;
- Hatton, T; Evans, R. (1998) - *Dependence of Ecosystems on Groundwater and its Significance to Australia. Land and Water Resources Research and Development Corporation*. Canberra. Technical Report. Australia (www.lwrrdc.gov.au) - 77 pp.
- INAG, I.P. (2005). Relatório Síntese sobre a Caracterização das Regiões Hidrográficas prevista na Directiva-Quadro da Água. Ministério do Ambiente, do Ordenamento do Território e do Desenvolvimento Regional. Instituto da Água, I.P. Lisboa.
- Lobo Ferreira, J.P. (1981) – *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). de Engenharia Civil, 1982.
- Lopo Mendonça, J. J. (1990) – *Sistema Aquífero Aluvionar do Vale do Tejo (Vila Nova da Barquinha a Alverca): características e funcionamento hidráulico*. Dissertação apresentada à Universidade de Coimbra para obtenção do grau de Doutor em geologia. Centro de Geociências da Universidade de Coimbra. 343 pp.
- Lopo Mendonça, J.J., (2010) - *Caracterização Geológica e Hidrogeológica da Bacia Terciária do Tejo-Sado*. Coleção Tágides Os aquíferos das bacias hidrográficas do rio Tejo e das Ribeiras do Oeste. Saberes e Reflexões. Organização da Administração de região Hidrográfica do Tejo, I.P.. Lisboa, 2010, pp. 59-66.
- Midões, C.P., e Costa, A.M., 2010 - *Sistema Aquífero Estremoz-Cano*. Coleção Tágides Os aquíferos das bacias hidrográficas do rio Tejo e das Ribeiras do Oeste. Saberes e Reflexões. Organização da Administração de região Hidrográfica do Tejo, I.P.. Lisboa, 2010, pp. 133-143.
- Monteiro, J.P. (2001) – *Characterisation of a Carbonate Aquifer for the Application of a Regional Discrete Continuum Flow Model (Castelo De Vide Carbonate Aquifer - Alentejo, Portugal)*". Thesis presented to the Faculty of Sciences of the Neuchâtel University to fulfil the requirements for the title of Docteur ès Sciences. Neuchâtel Centre of Hydrogeology - CHYN. Switzerland. 143 pp.
- Nascimento, J. (2010) - *Sistema Aquífero de Ourém. Coleção Tágides Os aquíferos das bacias hidrográficas do rio Tejo e das Ribeiras do Oeste*. Saberes e Reflexões. Organização da Administração de região Hidrográfica do Tejo, I.P.. Lisboa, 2010, pp. 168-174.

Nicolau, R. (2002) – “*Carta de Precipitação Total Média Anual – Cartografia da Distribuição Espacial da Precipitação em Portugal Continental*”. CNIG.

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, M.M. (2004) – *Recarga de águas subterrâneas: Métodos de avaliação*. Dissertação apresentada à Universidade de Lisboa para obtenção do grau de Doutor em geologia (Hidrogeologia). Universidade de Lisboa, Faculdade de Ciências, Departamento de Geologia, 440 pp., 2004.

Oliveira, M.M. (2011) – “*Conceptualização do processo de recarga e do balanço hídrico de sistemas aquíferos no planeamento de recursos hídricos por sub-bacias hidrográficas*”. 8º Seminário sobre Águas Subterrâneas, APRH, Lisboa, 10 e 11 de Março de 2011.

PNUD (1980) – *Étude des eaux souterraines de la péninsule de Setúbal (système aquifère Mio-Pliocène du tejo et du Sado) Rapport final sur les résultats du project, conclusions et recommandations*. Programme des nations Unies pour le developpement. Direcção Geral dos Recursos e Aproveitamentos Hidráulicos, Lisboa.

Simões, M.M.M. (1998) – *Contribuição para o conhecimento hidrogeológico do Cenozóico da Bacia do Baixo Tejo*. Dissertação apresentada à Universidade Nova de Lisboa para a obtenção do grau de Doutor em Geologia, especialidade Hidrogeologia. Lisboa, 270 pp.

SROA (1973) – *Carta dos solos de Portugal. II Volume: classificação e caracterização morfológica dos solos*. Ministério da Economia, Secretaria de Estado da Agricultura, Serviço de Reconhecimento e Ordenamento Agrário, Volume II, 6ª Ed.

2.3. PRESSÕES NATURAIS E INCIDÊNCIAS ANTROPOGÉNICAS SIGNIFICATIVAS

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

Autoridade Florestal Nacional (AFN) (2010). *Plano de Gestão da Enguia 2009-2012 – Resposta do Estado Português ao Regulamento (CE) n.º 1100/2007, de 18 de Setembro*

Bochechas, J.; Santo, M. (2008). *As passagens para peixes em Portugal*. Direcção Geral dos Recursos Florestais. Ministério da Agricultura, Desenvolvimento Rural e Pescas. Lisboa.

Santos, M. (2005). *Dispositivos de transposição de passagens para peixes em Portugal*. Direcção Geral das Florestas. Ministério da Agricultura, Desenvolvimento Rural e Pescas. Lisboa. 137 pp.

BIBLIOGRAFIA CONSULTADA

AFN. (2010). *Plano de Gestão da Enguia 2009-2012 – Resposta do Estado Português ao Regulamento (CE) n.º 1100/2007, de 18 de Setembro*. Autoridade Florestal Nacional.

ARH Tejo, I.P. (2009). *Proposta de Metodologia para o Cálculo da Componente e da TRH para Explorações Suinícolas*. Administração da Região Hidrográfica do Tejo, I.P. Lisboa.

Cartaxo, L., Almeida, M. e Pinelas, R. (1985). *Determinação das Cargas Poluidoras Brutas Produzidas pelos Sectores de Actividade Industrial Continental*. Ministério do Equipamento Social. Em: Plano de Bacia Hidrográfica do rio Tejo. 1.ª Fase – Análise e Diagnóstico da Situação de Referência. Anexo 6 – Usos e Necessidades de água. Tomo 6C – Identificação das Fontes de Poluição. Quantidade e Qualidade das Águas Residuais Produzidas. Parte I – Fontes de Poluição Tópica.

CESL, Consultores de Engenharia Sanitária, Lda. (1984). *Estudo das Condições de Utilização de Água na Indústria*. Relatório Final, Volume I. Em: Plano de Bacia Hidrográfica do rio Tejo. 1.ª Fase – Análise e Diagnóstico da Situação de Referência. Anexo 6 – Usos e Necessidades de água. Tomo 6C – Identificação das Fontes de Poluição. Quantidade e Qualidade das Águas Residuais Produzidas. Parte I – Fontes de Poluição Tópica.

Dartora, V., Perdomo, C. e Tumelero, I. (1998). *Manejo de Dejetos de Suínos*. Publicação conjunta do Centro Nacional de Pesquisa de Suínos e Aves e da Associação Riograndense de Empreendimentos de Assistência Técnica e Extensão Rural.

Decreto-Lei n.º 152/97 de 19 de Junho. *Diário da República n.º 139/97 – I Série – A*. Ministério do Ambiente. Lisboa.

Decreto-Lei n.º 226-A/2007, de 31 de Maio. *Diário da República n.º 105 – I Série – 2.º Suplemento*. Ministério do Ambiente, do Ordenamento do Território e do Desenvolvimento Regional. Lisboa.

Decreto-Lei n.º 344/2007, de 15 de Outubro de 2007. *Diário da República n.º 198 – I Série A*. Ministério das Obras Públicas, Transportes e Comunicações. Lisboa.

Decreto-Lei n.º 214/2008 de 10 de Novembro. *Diário da República n.º 218/2008 – Série I*. Ministério da Agricultura, do Desenvolvimento Rural e das Pescas. Lisboa

DGADR. (2010). *Aproveitamentos Hidroagrícolas em Exploração*. Direcção-Geral de Agricultura e Desenvolvimento Rural. Acedido em 28 de Outubro de 2010, em: <http://www.dgadr.pt>.

Diogo, P. (2008). *Fontes de fósforo total e o estado trófico de albufeiras em Portugal continental*. Dissertação de mestrado. Faculdade de Ciências e Tecnologia. Universidade Nova de Lisboa. Lisboa.

EDM. (2008). *Caracterização e Projectos nas Minas dos Radioactivos – Fase Complementar 1*. (2003 a 2005). Empresa de Desenvolvimento Mineiro, S.A.

EDM. (2008). *Monitorização Ambiental e Tratamento de Efluentes ante e Pós-Remediação nas Áreas Mineiras dos Radioactivos*. Empresa de Desenvolvimento Mineiro, S.A.

European Commission. (2006). *Integrated Pollution Prevention and Control – Reference Document on Best Available Techniques for the Surface Treatment of Metals and Plastics*. August 2006.

EXMIN. (2000). *Estudo Director de Áreas de Minérios Radioactivos*. (2000 a 2003 – 1.ª e 2.ª Fase).

EXMIN. (2005). *Acompanhamento e Beneficiação das acções de monitorização para efeito da reabilitação ambiental das áreas mineiras degradadas dos Radioactivos – 1.ª Fase* (Abril de 2003 a Maio de 2005).

German Association for Water, Wastewater and Waste. (2000). *ATV-DVWK-A 131E, Dimensioning of Single-Stage Activated Sludge Plants*. Publicado: DWA.

Gonçalves A.C.R. (2010). *Impactes Ambientais em Áreas Mineiras Activas – O Caso da Ribeira do Bodelhão Minas da Panasqueira*. VI Seminário Latino-Americano de Geografia Física. II Seminário Ibero-Americano de Geografia Física. Universidade de Coimbra. Maio de 2010.

- IGAOT. (2008). *Aterros Sanitários. Ponto da Situação 2005-2007*. Autor: Bruno Simplício. Inspeção-Geral do Ambiente e do Ordenamento do Território.
- INAG. (1999). *Plano de Bacia Hidrográfica do Rio Tejo. 1.ª Fase – Análise e Diagnóstico da Situação de Referência*. Anexo Temático 16 – Grandes Projectos. Ministério do Ambiente e do Ordenamento do Território. Instituto da água, I.P. Lisboa
- INAG. (2001). *Plano de Bacia Hidrográfica do Rio Tejo*. Instituto da Água, I.P. Lisboa.
- INAG. (2002). *Plano de Bacia Hidrográfica das Ribeiras do Oeste*. Instituto da Água, I.P. Lisboa.
- INAG. (2002a). *Plano de Bacia Hidrográfica do Rio Sado*. Instituto da Água, I.P. Lisboa.
- INAG. (2010). *Defesa Contra Cheias*. Instituto da Água, I.P. Acedido em 28 de Outubro de 2010, em: [http://www.inag.pt/index.php?option=com_content&view=article&id=45:Defesa Contra Cheias&catid=13:defesa-contra-cheias&Itemid=88](http://www.inag.pt/index.php?option=com_content&view=article&id=45:Defesa_Contra_Cheias&catid=13:defesa-contra-cheias&Itemid=88).
- IRAR. (2008). *Gestão e tratamento de lixiviados produzidos em aterros sanitários de resíduos urbanos*. Relatório IRAR n.º 03/2008. Departamento de Estudos e Projectos Departamento de Engenharia – Resíduos. Instituto Regulador de Águas e Resíduos.
- Lei n.º 58/2005, de 29 de Dezembro. *Diário da República n.º 249/05 – I Série – A*. Assembleia da República. Lisboa
- Lourenço, R.P.T.G. (2002). *Determinação da poluição difusa afluyente a uma linha de água – Validação das metodologias habitualmente utilizadas no cálculo das cargas de poluição difusa para bacias hidrográficas nacionais*. 6.º Congresso da Água, APRH – Associação Portuguesa dos Recursos Hídricos. Porto, Portugal, 18 a 22 de Março.
- MAOTDR. (2007). *Estratégia Nacional para os Efluentes Agro-Pecuários e Agro-Industriais*. Ministério do Ambiente, do Ordenamento do Território e do Desenvolvimento Regional. Lisboa
- Metcal e Eddy. (1991). *Wastewater Engineering – Treatment, Disposal, Reuse*. McGraw-Hill International Editions. Em: Plano de Bacia Hidrográfica do Rio Tejo (2001).
- Néry, F. (2007). *Nomenclatura CORINE Land Cover: versão portuguesa comentada*. Instituto Geográfico Português. Grupo de Ordenamento do Território. Direcção de Serviços de Investigação e Gestão de Informação Geográfica. Lisboa
- INETI. (2003). *PNAPRI – Guia Técnico do Sector da Produção, Transporte e Distribuição de Energia*. Instituto Nacional de Engenharia e Tecnologia Industrial. Lisboa. 73 pp.
- Ribeiro, F., Beldade, R., Dix, M. e Bochechas, J. (2007). *Carta Piscícola Nacional*. Direcção Geral dos Recursos Florestais – Fluviatilis, Lda. Publicação Electrónica (versão 09/2007).
- Rodrigues, A.C., Diogo, P.A., Coelho, P.S, Almeida M.C. e Mateus, N. S. (2003). *Estimativa de cargas difusas de origem agrícola na bacia hidrográfica do rio Degebe*. 6.º Simpósio de Hidráulica e Recursos Hídricos dos Países de Língua Oficial Portuguesa (SILUSBA). Associação Portuguesa de recursos Hídricos. Praia, Cabo Verde, 10 a 13 de Novembro.
- Rodrigues, A.C., Diogo, P.A., Coelho, P.S., Almeida, M.C. e Mateus, N.S. (2003a). *Estimativa de cargas de azoto e fósforo numa bacia hidrográfica costeira*. II Congresso sobre Planeamento e Gestão das Zonas Costeiras dos Países de Expressão Portuguesa. Associação Brasileira de Recursos Hídricos. Recife, Brasil.
- Santos, A. e Matos, M. (2007). *Aproveitamento hidroagrícola da Cova da Beira processos construtivos do Circuito Hidráulico Sabugal – Meimoa e Canal Conductor Geral da Cova da Beira*. II Congresso Nacional de Rega e Drenagem. Fundão.

Viegas e Cravalheira. (1988). *Identificação e Caracterização de Efluentes*. Em: Plano de Bacia Hidrográfica do Rio Tejo (2001).

2.4. ZONAS PROTEGIDAS E ÁREAS CLASSIFICADAS

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ABAE. (2011). *Programa Bandeira Azul 2010*. Associação da Bandeira Azul da Europa. Acedido em: http://www.abae.pt/programa/BA/conf_imprensa/docs/PraiasGalardoadas_2010.pdf

Aviso n.º 12677/2000, de 23 de Agosto. *Diário da República n.º 194/00 – II Série*. Ministério da Agricultura, do Desenvolvimento Rural e das Pescas – Direcção-Geral das Florestas

Common Implementation Strategy for the European Water Framework Directive (2000/60/EC) (2007). *Groundwater in Drinking Water Protected Areas – Guidance Document n.º 16*. Common implementation strategy for the Water Framework Directive (2000/60/EC). European Commission, 2007. 36pp.

CCDR-LVT, 2009 – *Reserva Ecológica Nacional do Oeste e Vale do Tejo – Quadro de Referência Regional*. Comissão de Coordenação e Desenvolvimento Regional de Lisboa e Vale do Tejo. Lisboa, 2009. 85pp.

CCDR-LVT, 2010 – *Reserva Ecológica Nacional da Área Metropolitana de Lisboa – Quadro de Referência Regional*. Comissão de Coordenação e Desenvolvimento Regional de Lisboa e Vale do Tejo. Lisboa, 2009. 83pp.

Decreto-Lei n.º 235/97, de 3 de Setembro. *Diário da República n.º 203/97 – I Série – A*. Ministério do Ambiente. Decreto-Lei n.º 236/98, de 1 de Agosto. *Diário da República n.º 176/98 – I Série – A*. Ministério do Ambiente.

Decreto-Lei n.º 68/99, de 11 de Março. *Diário da República n.º 59/99 – I Série – A*. Ministério do Ambiente. Lisboa.

Decreto-Lei n.º 382/99, de 22 de Setembro. *Diário da República n.º 222 Série I-A*. Ministério do Ambiente. Lisboa.

Decreto-Lei n.º 236/98, de 1 de Agosto. *Diário da República n.º 176/98 – I Série – A*. Ministério do Ambiente.

Decreto-Lei n.º 49/2005, de 24 de Fevereiro. *Diário da República n.º 39/05 – I Série – A*. Ministério do Ambiente e do Ordenamento do Território.

Decreto-Lei n.º 198/2008, de 8 de Outubro. *Diário da República n.º 195/08 – I Série*. Ministério do Ambiente, do Ordenamento do Território e do Desenvolvimento Regional.

Directiva 79/409/CEE do Conselho, de 2 de Abril. *Jornal Oficial das Comunidades Europeias n.º L 103*, de 25 de Abril de 1979.

Directiva 91/676/CEE do Parlamento Europeu e do Conselho, de 12 de Dezembro. *Jornal Oficial das Comunidades Europeias n.º L 375*, de 31 de Dezembro de 1991.

Directiva 2000/60/CE do Parlamento Europeu e do Conselho, de 23 de Outubro. *Jornal Oficial das Comunidades Europeias L 327*, de 22 de Dezembro de 2000.

ICNB (2010). *Livro Vermelho dos Vertebrados de Portugal*. Instituto da Conservação da Natureza e da Biodiversidades, I.P. Acedido em: <http://portal.icnb.pt/ICNPportal/vPT2007/Valores+Naturais/Livro+Vermelho+dos+Vertebrados/#A2>

INAG. (2008a). *Polição Provocada por Nitratos de Origem Agrícola, Directiva 91/676/CEE, de 12 de Dezembro de 1991 – Relatório (2005-2007)*. Ministério do Ambiente, do Ordenamento do Território e do Desenvolvimento Regional. Ministério da Agricultura, do Desenvolvimento Rural e das Pescas. Instituto da Água, I.P. Lisboa.

INAG. (2008b). *Relatório Trienal Referente à Directiva 78/659/CEE – Período 2005-2007*. Ministério do Ambiente, do Ordenamento do Território e do Desenvolvimento Regional. Instituto da Água, I.P. Lisboa.

INAG, I.P. (2010). *Águas Residuais Urbanas*. Instituto da Água, I.P. Acedido em: http://www.inag.pt/index.php?option=com_content&view=article&id=162

INAG, I.P. (2010). Sistema Nacional de Informação de Recursos Hídricos (SNIRH). Instituto da Água, I.P. Acedido em: <http://snirh.pt>

Lei n.º 58/2005, de 29 de Dezembro. *Diário da República n.º 249/05 – I Série – A*. Assembleia da República. Lisboa

Oliveira, M.M. e Lobo Ferreira, J.P. (2002) – *Proposta de uma Metodologia para a Definição de Áreas de Infiltração Máxima*, *Recursos Hídricos*, vol. 23 (1), Maio de 2002, p. 63-74;

Portaria n.º 702/2009, de 6 de Julho. *Diário da República n.º 129/06 – I Série*. Ministério do Ambiente, do Ordenamento do Território e do Desenvolvimento Regional.

Portaria n.º 83/2010, de 10 de Fevereiro. *Diário da República n.º 28 Série I*. Ministério da Agricultura, do Desenvolvimento Rural e das Pescas. Lisboa.

Portaria n.º 164/2010, de 16 de Março. *Diário da República n.º 52/10 – I Série*. Ministérios da Agricultura, do Desenvolvimento Rural e das Pescas e do Ambiente e do Ordenamento do Território.

Portaria n.º 267/2010, de 16 de Abril. *Diário da República n.º 74/10 – II Série*. Ministério do Ambiente e do Ordenamento do Território.

Resolução do Conselho de Ministros n.º 115-A/2008, de 21 de Julho. *Diário da República n.º 139/01 – I Série*. Presidência do Conselho de Ministros.

BIBLIOGRAFIA CONSULTADA

Decreto-Lei n.º 280/94, de 5 de Novembro. *Diário da República n.º 256/94 – I Série – A*. Ministério do Ambiente e Recursos Naturais.

Decreto-Lei n.º 235/97, de 3 de Setembro. *Diário da República n.º 203/97 – I Série – A*. Ministério do Ambiente.

Decreto-Lei n.º 68/99, de 11 de Março. *Diário da República n.º 59/99 – I Série – A*. Ministério do Ambiente.

Decreto-Lei n.º 384-B/99, de 23 de Setembro. *Diário da República n.º 223/99 – I Série – A*. Ministério do Ambiente.

Decreto-Lei n.º 226-A/2007, de 31 de Maio. *Diário da República n.º 105/07 – I Série*. Ministério do Ambiente, do Ordenamento do Território e do Desenvolvimento Regional.

Decreto-Lei n.º 142/2008, de 24 de Julho. *Diário da República n.º 142/08 – I Série*. Ministério do Ambiente, do Ordenamento do Território e do Desenvolvimento Regional.

Decreto-Regulamentar n.º 6/2008, de 26 de Fevereiro. *Diário da República n.º 40/08 – I Série*. Ministério do Ambiente, do Ordenamento do Território e do Desenvolvimento Regional.

Directiva 76/160/CEE do Conselho, de 8 de Dezembro. *Jornal Oficial das Comunidades Europeias n.º L 31*, de 05 de Fevereiro de 1976.

Directiva 78/659/CEE do Conselho, de 18 de Julho. *Jornal Oficial das Comunidades Europeias n.º L 222*, de 14 de Agosto de 1978.

Directiva 91/271/CEE do Conselho, de 21 de Maio. *Jornal Oficial das Comunidades Europeias* n.º L 134, de 30 de Maio de 1991.

Directiva 91/676/CEE do Parlamento Europeu e do Conselho, de 12 de Dezembro. *Jornal Oficial das Comunidades Europeias* n.º L 375, de 31 de Dezembro de 1991.

Directiva 92/43/CEE do Conselho, de 21 de Maio. *Jornal Oficial das Comunidades Europeias* n.º L 206, de 02 de Julho de 1992.

Directiva 98/83/CE do Conselho, de 3 de Novembro. *Jornal Oficial das Comunidades Europeias* n.º L 330, de 05 de Dezembro de 1998.

Directiva 2006/7/CE do Parlamento Europeu e do Conselho, de 15 de Fevereiro. *Jornal Oficial das Comunidades Europeias* n.º L 64, de 04 de Março de 2006.

Directiva 2006/44/CE do Parlamento Europeu e do Conselho, de 6 de Setembro. *Jornal Oficial das Comunidades Europeias* n.º L 222, de 25 de Setembro de 2006.

DRAP-Norte. (2010). *Folheto Informativo*. Ministério da Agricultura, do Desenvolvimento Rural e das Pescas. Direcção Regional da Agricultura e Pescas do Norte. Lisboa.

ICNB. (2008). *Relatório Nacional de Implementação da Directiva Habitats (2001-2006) – Relatório Executivo*. Instituto da Conservação da Natureza e da Biodiversidade, I.P.

INAG, I.P. (2010). Situação dos POA. Instituto da Água, I.P. Acedido em: http://www.inag.pt/index.php?option=com_content&view=article&id=60&Itemid=72

Portaria n.º 579/2009, de 2 Junho. *Diário da República* n.º 106/09 – I Série. Ministérios da Defesa Nacional e do Ambiente, do Ordenamento do Território e do Desenvolvimento Regional.

Portaria n.º 164/2010, de 16 de Março. *Diário da República* n.º 52/10 – I Série. Ministérios da Agricultura, do Desenvolvimento Rural e das Pescas e do Ambiente e do Ordenamento do Território.

Portaria n.º 342-A/2010, de 18 de Junho. *Diário da República* n.º 117/10 – I Série. Ministérios da Defesa Nacional e do Ambiente e do Ordenamento do Território.

Resolução do Conselho de Ministros n.º 142/97, de 28 de Agosto. *Diário da República* n.º 198/97 – I Série – B. Presidência do Conselho de Ministros.

Resolução do Conselho de Ministros n.º 117/99, de 6 de Outubro. *Diário da República* n.º 233/99 – I Série – B. Presidência do Conselho de Ministros.

Resolução do Conselho de Ministros n.º 76/2000, de 5 de Julho. *Diário da República* n.º 153/00 – I Série – B. Presidência do Conselho de Ministros.

Resolução do Conselho de Ministros n.º 69/2003, de 10 de Maio. *Diário da República* n.º 108/03 – I Série – B. Presidência do Conselho de Ministros.

Resolução do Conselho de Ministros n.º 107/2005, de 28 de Junho. *Diário da República* n.º 122/05 – I Série – B. Presidência do Conselho de Ministros.

Resolução do Conselho de Ministros n.º 115/2005, de 6 de Julho. *Diário da República* n.º 128/05 – I Série – B. Presidência do Conselho de Ministros.

3. REDES DE MONITORIZAÇÃO

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ARH do Tejo, I.P. (2009). *Redes de Monitorização na área de jurisdição da Administração de Região Hidrográfica do Tejo para 2009 – 2012. Última revisão 31 de Março de 2011*. Gabinete do Estado das Águas, Administração da Região Hidrográfica do Tejo, I.P.. Lisboa

Common Implementation Strategy for the European Water Framework Directive (2000/60/EC). (2003). *Monitoring under the Water Framework Directive – Guidance Document n.º 7*. Common Implementation Strategy for the Water Framework Directive (2000/60/EC), Working Group 2.7 – Monitoring.

Directiva 91/676/CEE do Parlamento Europeu e do Conselho, de 12 de Dezembro. Jornal Oficial das Comunidades Europeias n.º L 375, de 31 de Dezembro de 1991. Directiva 2000/60/CE do Parlamento Europeu e do Conselho, de 23 de Outubro. *Jornal Oficial das Comunidades Europeias*, L327. Comissão Europeia. Luxemburgo.

Grath et al. (2001) – *The EU Water Framework Directive: Statistical aspects of the identification of groundwater pollution trends, and aggregation of monitoring results*. European Commission, 2001. 63pp;

INAG, I.P. (2002). *Documento de base para a implementação da Directiva-Quadro da Água – Versão de trabalho*. Instituto da Água, I.P.

Lei n.º 58/2005, de 29 de Dezembro. *Diário da República n.º 249/05 – I Série – A*. Assembleia da República. Lisboa

SNIRH (2010). Sistema Nacional de Informação de Recursos Hídricos (SNIRH). Instituto da Água, I.P. Acedido em: <http://snirh.pt>

UKTAG (2005). *Guidance on the Selection of monitoring sites and building monitoring networks for surface water and groundwater*. United Kingdom Technical Advisory Group (TAG) on WFD - Monitoring Task Team.

BIBLIOGRAFIA CONSULTADA

Alvares, M.T., Fernandes, S., Mariano, A.C. e Verissimo, M.R. (2001). *Plano de Trabalhos para execução de levantamentos batimétricos nas albufeiras da rede sedimentológica*. Maio de 2001. Direcção dos Serviços de Recursos Hídricos. Instituto da Água, I.P Lisboa. 14 pp.

Decreto-Lei n.º 236/98, de 1 de Agosto. *Diário da República n.º 176/98 – I Série A*. Ministério do Ambiente. Lisboa.

Henriques, A. G., West, C. A., e Pio, S. (2000). *Directiva-Quadro da Água – Um instrumento integrador da política da água na União Europeia*. In Proceedings do 5º Congresso da Água - A Água e o Desenvolvimento Sustentável: Desafios para o Novo Século. Culturgest, Lisboa.

INAG. (1998a). *Proposta de Reestruturação das Redes de Monitorização de Recursos Hídricos. Bacias Hidrográficas a Sul do Rio Tejo*. Instituto da Água, I.P. Lisboa. 142 pp.

INAG. (1998b). *Proposta de Reestruturação das Redes de Monitorização de Recursos Hídricos. Bacias Hidrográficas entre o Rio Douro e o Rio Tejo*. Instituto da Água, I.P. Lisboa. 105 pp.

INAG. (2008). *Manual para a Avaliação biológica da qualidade da água em sistemas fluviais segundo a Directiva-Quadro da Água – Protocolo de amostragem e análise para a fauna piscícola*. Ministério do Ambiente, do Ordenamento do Território e do Desenvolvimento Regional. Instituto da Água, I.P. Lisboa. 15 pp.

INAG. (2008a). *Manual para a avaliação biológica da qualidade da água em sistemas fluviais segundo a Directiva-Quadro da Água – Protocolo de amostragem e análise para o fitobentos – diatomáceas*. Ministério do Ambiente, do Ordenamento do Território e do Desenvolvimento Regional. Instituto da Água, I.P. Lisboa. 35 pp.

INAG. (2008b). *Manual para a avaliação biológica da qualidade da água em sistemas fluviais segundo a Directiva-Quadro da Água - Protocolo de amostragem e análise para os macrófitos*. Ministério do Ambiente, do Ordenamento do Território e do Desenvolvimento Regional. Instituto da Água, I.P. Lisboa. 18 pp.

INAG. (2008c). *Manual para a avaliação biológica da qualidade da água em sistemas fluviais segundo a Directiva-Quadro da Água - Protocolo de amostragem e análise para os macroinvertebrados bentónicos*. Ministério do Ambiente, do Ordenamento do Território e do Desenvolvimento Regional. Instituto da Água, I.P. Lisboa. 17 pp

INAG. (2009). *CrITÉrios para a Classificação do Estado das Massas de Água Superficiais – Rios e Albufeiras*. Ministério do Ambiente, do Ordenamento do Território e do Desenvolvimento Regional. Instituto da Água, I.P. Lisboa.

INAG. (2009b). *Manual para a avaliação da qualidade biológica da água em lagos e albufeiras segundo a Directiva-Quadro da Água – Protocolo de amostragem e análise para o Fitoplâncton*. Ministério do Ambiente, do Ordenamento do Território e do Desenvolvimento Regional. Instituto da Água, I.P. Lisboa. 42 pp.

INAG. (2010). Programas de monitorização. Instituto da Água, I.P. Acedido em: <http://portaldagua.inag.pt/PT/InfoTecnica/Directiva/Accoes/AguasInteriores/Pages/ProgramasMonitorizacao.aspx>

INAG/DSRH. (2001). *Monitorização dos Recursos Hídricos no Limiar do Século XXI*. Setembro de 2001. Direcção dos Serviços de Recursos Hídricos. Instituto da Água, I.P. Lisboa. 141 pp.

Lei n.º 58/2005, de 29 de Dezembro. *Diário da República n.º 249/05 – I Série – A*. Assembleia da República. Lisboa

Pimenta, M.T., Álvares, M.T., Santos, M.J., Gomes, F., Quadrado, F., Lopes, A.R., Rodrigues, R., Lacerda, M. e Rodrigues, A.C. (1998). *Restruturação das Redes de Monitorização. I - Aspectos Metodológicos*. 4.º Congresso da Água – Água como Recurso Estruturante do Desenvolvimento. Lisboa. FIL - 23 a 27 de Março de 1998.

Pio, S. e Henriques, A. G. (2000). *O estado ecológico como critério para a gestão sustentável das águas de superfície*. 5.º Congresso da Água – A Água e o Desenvolvimento Sustentável: Desafios para o Novo Século. Culturgest, Lisboa.

Rodrigues, S., Bernardino, R., Alves, M., Rafael, M., e Henriques, A. (2000). *Princípios para a elaboração de uma rede nacional de monitorização da qualidade ecológica das águas superficiais nacionais segundo a proposta da Directiva-Quadro da Água*. Actas do II Congresso Ibérico sobre Planeamento e Gestão da Água. Porto, 9 a 12 de Novembro de 2000.

Rodrigues, R., Saramago, M. e Gomes, R. (2003). *SVARH – Sistema de Vigilância e Alerta de Recursos Hídricos*. Direcção dos Serviços de Recursos Hídricos. Instituto da Água, I.P. Lisboa. 26 pp.

4. ESTADO DAS MASSAS DE ÁGUA

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

Buffagni, A., Erba, S., Birk, S., Cazzola, M., Feld, C., Ofenböck, T., Murray-Bligh, J., Furse, M.T. e Cemagref (1982). *Etude des méthodes biologiques d'appréciation quantitative de la qualité des eaux*. Rapport Q. E. Lyon. Agence de l'Eau Rhône-Méditerranée-Corse-Cemagref. Lyon. France.

Common Implementation Strategy for the European Water Framework Directive (2000/60/EC). (2007). *Groundwater in Drinking Water Protected Areas* –. Common implementation strategy for the Water Framework Directive (2000/60/EC). European Commission, 2007. Guidance Document n.º 16 36pp;

Common Implementation Strategy for the European Water Framework Directive (2000/60/EC). (2003a). *River and lakes – Typology, reference conditions and classification system, REFCOND*. Common Implementation Strategy for the Water Framework Directive (2000/60/EC). Guidance Document No 10. 87 pp.

Common Implementation Strategy for the European Water Framework Directive (2000/60/EC). (2005a). *Overall approach to the classification of ecological status and ecological potential*, Common Implementation Strategy for the Water Framework Directive (2000/60/EC). Guidance Document No 13.

Common Implementation Strategy for the European Water Framework Directive (2000/60/EC). (2005b). *Template for the development of a boundary setting protocol for the purposes of the Intercalibration Exercise*. Common Implementation Strategy for the Water Framework Directive (2000/60/EC), Working Group 2A ECOSTAT. 28 pp.

Common Implementation Strategy for the European Water Framework Directive (2000/60/EC) (2009). *Groundwater Status and Trend Assessment – Guidance Document n.º 18*. Common implementation strategy for the Water Framework Directive (2000/60/EC). European Commission, 2009. 84pp;

Decreto-Lei n.º 236/98, de 1 de Agosto. Diário da República n.º 176 Série I-A. Ministério do Ambiente. Lisboa.

Decreto-Lei n.º 77/2006, A de 30 de Março de 2006. Diário da República n.º 64 Série I. Ministério do Ambiente, do Ordenamento do Território e do Desenvolvimento Regional. Lisboa.

Decreto-Lei n.º 306/2007, de 27 de Agosto. Diário da República n.º 164 Série I. Ministério do Ambiente, do Ordenamento do Território e do Desenvolvimento Regional. Lisboa.

Decreto-Lei n.º 208/2008, de 28 de Outubro. Diário da República n.º 209 Série I. Ministério do Ambiente, do Ordenamento do Território e do Desenvolvimento Regional. Lisboa.

Descy, J. P. (1979). *A new approach to water quality estimation using diatoms*. *Nova Hedwigia* Heft 64: 305–323.

Descy, J. P. e M. Coste (1991). *A test of methods for assessing water quality based on diatoms*. *Verh. Internat. Verein. Limnol.* 24: 2112–2116.

Directiva 98/83/CE do Conselho, de 3 de Novembro. *Jornal Oficial das Comunidades Europeias*, L330/32. Comissão Europeia. Luxemburgo.

Directiva 2006/118/CE do Parlamento Europeu e do Conselho, 12 de Dezembro de 2006. *Jornal Oficial das Comunidades Europeias*, L372/19. Comissão Europeia. Luxemburgo. INAG. (2008a). *Manual para a avaliação biológica da qualidade da água em sistemas fluviais segundo a Directiva-Quadro da Água – Protocolo de amostragem e análise para o fitobentos – diatomáceas*. Ministério do Ambiente, do Ordenamento do Território e do Desenvolvimento Regional. Instituto da Água, I.P. Lisboa.

ERSAR (2010). *Relatório Anual do Sector de Águas e Resíduos em Portugal, Volume IV – Controlo da Qualidade da Água para Consumo Humano*. Entidade Reguladora dos Serviços de Águas e Resíduos. Lisboa, 2010. 294pp.

INAG. (2008b). *Manual para a avaliação biológica da qualidade da água em sistemas fluviais segundo a Directiva-Quadro da Água - Protocolo de amostragem e análise para os macroinvertebrados bentónicos*. Ministério do Ambiente, do Ordenamento do Território e do Desenvolvimento Regional. Instituto da Água, I.P. Lisboa.

INAG. (2008c). *Manual para a avaliação biológica da qualidade da água em sistemas fluviais segundo a Directiva-Quadro da Água - Protocolo de amostragem e análise para os macrófitos*. Ministério do Ambiente, do Ordenamento do Território e do Desenvolvimento Regional. Instituto da Água, I.P. Lisboa.

INAG. (2008d). *Manual para a avaliação biológica da qualidade da água em sistemas fluviais segundo a Directiva-Quadro da Água – Protocolo de amostragem e análise para a fauna piscícola*. Ministério do Ambiente, do Ordenamento do Território e do Desenvolvimento Regional. Instituto da Água, I.P. Lisboa.

INAG (2009) – *Estabelecimento de limiares nas águas subterrâneas*. Instituto da Água, I.P. Lisboa, 2009. 261pp;

INAG. (2009a). *Critérios para a Classificação do Estado das Massas de Água Superficiais – Rios e Albufeiras*. Ministério do Ambiente, do Ordenamento do Território e do Desenvolvimento Regional. Instituto da Água, I.P. Lisboa.

INAG. (2009b). *Manual para a avaliação da qualidade biológica da água em lagos e albufeiras segundo a Directiva-Quadro da Água – Protocolo de amostragem e análise para o Fitoplâncton*. Ministério do Ambiente, do Ordenamento do Território e do Desenvolvimento Regional. Instituto da Água, I.P. Lisboa.

Lecoite, C., Coste, M. e Prygiel, J. (1993). *Omnidia: Software for taxonomy, calculation of diatom indices and inventories management*. Hydrobiologia 269/270: 509–513.

Lei n.º 58/2005, de 29 de Dezembro. *Diário da República n.º 249/05 – I Série – A*. Assembleia da República. Lisboa

Morais M., Novais M.H, Nunes S., Pedro A., Almeida S.F.P, Craveiro S.C., Rodrigues A.M.F., Castro, L. e Barreto Caldas F. (2008). *Desenvolvimento de um sistema de avaliação ecológica para rios baseado nas diatomáceas bentónicas – Implementação da Directiva-Quadro da Água em Portugal Continental*. Revista da APRH, vol. 30, n.º 2.

Nunes, L. M., Almeida, S., Monteiro, J. P., Cunha, M. C., & Ribeiro, L. (2008) – *Design of environmental monitoring networks resilient to facility-wide-false-detection-rates*, In: 2008 IAHR International Groundwater Symposium, Istanbul Turkey, 18-20 June 2008. International Association of Hydraulic Engineering and Research, doc. Elect. CD-ROM.

OECD. (1982). *Eutrophication of waters: monitoring, assessment and control*. Organization for Economic Cooperation and Development. Paris.

Pinto P. e Feio M. (2008) – *Eficiência dos índices de invertebrados bentónicos desenvolvidos no exercício de intercalibração na avaliação do estado ecológico dos rios de Portugal Continental*. Revista da APRH, vol. 30, n.º 2.

Quo Data (2001) – Aplicação informática GStat (R), versão 1.0. Munique, Alemanha, 2001.

Portaria n.º 1115/2009. *Diário da República n.º 189 Série I*. Ministério do Ambiente, do Ordenamento do Território e do Desenvolvimento Regional. Lisboa.

USEPA (1992) – *Statistical analysis of ground-water monitoring data at RCRA facilities: Addendum to interim final guidance, United States Environmental Agency*. Washington, D. C., 1992;

USEPA (2009) – *Statistical analysis of groundwater monitoring data at RCRA facilities - Unified Guidance, United States Environmental Agency*. Washington, D. C., 2009.

BIBLIOGRAFIA CONSULTADA

- Backx, J., G. v.d. Berg, N. G., A. de Hoog, E. H., M. Ohm, M. v., e Wijngaarden, M. V. (2002). *Heavily Modified Waters in Europe - Case Study on the Haringvliet Estuary*. RIZA Dordrecht.
- Bettencourt, A.M., Bricker, S. B., A. Franco, J.G., Marques, J.C., Melo, J.J., Nobre, A., Ramos, L., Reis, C.S., Salas, F., Silva, M.C., Simas, T. e Wolff, W.J. (2003). *Typology and Reference Conditions for Portuguese Transitional and Coastal Waters*. Instituto da Água, I.P. e Instituto do Mar.
- Black, A., Bragg, O., Duck, R., Findlay, A., Hanley, N., Morrocco, S., Reeves, A. e Rowan, J. (2002). *Heavily Modified Waters in Europe - Case Study on the river Tummel*. Geography Department of University of Dundee and Department of Economics of University of Glasgow. Dundee and Glasgow.
- Borja, A., Franco, J. & Perez, V., 2000. A marine biotic index to establish the ecological quality of soft bottom benthos within the European estuarine and coastal environments. *Marine Pollution Bulletin*, 40: 1100-1114 pp.
- Borja, A. e Elliott, M. (2007). *What does "good ecological potential" mean, within the European Water Framework Directive?*. *Marine Pollution Bulletin*.
- Brito, A. G., Costa, S., Almeida, J., Nogueira, R. e Ramos, L. (2008). *A reforma institucional para a gestão da água em Portugal: as Administrações de Região Hidrográfica*. Congresso Ibérico sobre Gestão e Planeamento da Água. Vitoria-Gasteiz – 5 de Dezembro.
- Calixto, V. C. (2006). *Sucessos e insucessos dos Planos de Bacia Hidrográfica. 4.ª Sessão do Ciclo de Debates*. Planos de Gestão de Região Hidrográfica – Planes Hidrológicos de Cuenca. CCDR Algarve – 10 de Novembro.
- Common Implementation Strategy for the European Water Framework Directive (2000/60/EC). (2003a). *Towards a Guidance on Establishment of the Intercalibration Network and the Process on the Intercalibration Exercise*. Common Implementation Strategy for the Water Framework Directive (2000/60/EC), Working Group 2.5 - Intercalibration.
- Common Implementation Strategy for the European Water Framework Directive (2000/60/EC). (2006). *Good practice in managing the ecological impacts of hydropower schemes; flood protection works; and works designed to facilitate navigation under the Water Framework Directive*. Common implementation strategy for the Water Framework Directive. Working Group 2.2 – HMWB.
- Comissão Europeia. (2008). *Nota sobre a Água 4 - Albufeiras, Canais e Portos: Gestão das massas de água artificiais ou fortemente modificadas*. WISE – Water Information System for Europe. Comissão Europeia (DG Ambiente) – Março.
- Cortes, R. M., & Ferreira, M. T. (2008). *Estado ecológico das massas de água. A situação em Portugal*.
- Decreto-Lei n.º 97/2008, de 11 de Junho. *Diário da República n.º 111/08 - I Série*. Ministério do Ambiente, do Ordenamento do Território e do Desenvolvimento Regional.
- Diaz, J. e Real, M. (2001). *Heavily Modified Waters in Europe - Case Study on the river Lozoya (Tajo, Spain)*. Confederación Hidrográfica del Tajo. Calidad de Aguas and Limnos, S.A. Barcelona e Madrid.
- Gomes, F. (2008). *Planos de Gestão de Região Hidrográfica. Encontro técnico Instituto Português da Qualidade – Águas subterrâneas, enquadramento legal*. Comissão sectorial para a água.
- Henriques, A. G. (2008). *Lei da Água e Titularidade dos Recursos Hídricos*. Apresentação Instituto Superior Técnico – IST.

Henriques, A. G., West, C. A. e Pio, S. (2002). *DQA - Um instrumento integrador da política da água na União Europeia*. Congresso da Água 2000.

INAG. (2002). *Documento de base para a implementação da DQA - Versão de trabalho*. Ministério do Ambiente, do Ordenamento do Território e do Desenvolvimento Regional. Instituto da Água, I.P.

INAG, I.P.; ARH do Alentejo, I.P. (2009a). *Questões significativas da gestão da água na região hidrográfica do Guadiana*. Participação pública – Informação de suporte. Ministério do Ambiente, do Ordenamento do Território e do Desenvolvimento Regional. Instituto da Água, I.P.

INAG, I.P.; ARH do Alentejo, I.P. (2009b). *Questões significativas da gestão da água na região hidrográfica do Mira e Sado*. Participação pública – Informação de suporte. Ministério do Ambiente, do Ordenamento do Território e do Desenvolvimento Regional. Instituto da Água, I.P.

INAG, I.P.; ARH do Algarve. (2009). *Questões significativas da gestão da água na região hidrográfica das ribeiras do Algarve*. Participação pública – Informação de suporte. Ministério do Ambiente, do Ordenamento do Território e do Desenvolvimento Regional. Instituto da Água, I.P.

INAG, I.P.; ARH do Centro, I.P. (2009). *Questões significativas da gestão da água na região hidrográfica do Vouga, Mondego, Lis e ribeiras do Oeste*. Participação pública – Informação de suporte. Ministério do Ambiente, do Ordenamento do Território e do Desenvolvimento Regional. Instituto da Água, I.P.

INAG, I.P.; ARH do Norte, I.P. (2009a). *Questões significativas da gestão da água na região hidrográfica do Douro*. Participação pública – Informação de suporte. Ministério do Ambiente, do Ordenamento do Território e do Desenvolvimento Regional. Instituto da Água, I.P.

INAG, I.P.; ARH do Norte, I.P. (2009b). *Questões significativas da gestão da água na região hidrográfica do Cávado, Ave e Leça*. Participação pública – Informação de suporte. Ministério do Ambiente, do Ordenamento do Território e do Desenvolvimento Regional. Instituto da Água, I.P.

INAG, I.P.; ARH do Norte, I.P. (2009c). *Questões significativas da gestão da água na região hidrográfica do Minho e Lima*. Participação pública – Informação de suporte. Ministério do Ambiente, do Ordenamento do Território e do Desenvolvimento Regional. Instituto da Água, I.P.

Kampa, E. e Hansen, W. (2004). *Heavily Modified Water Bodies – Synthesis of 34 Case Studies in Europe*. Berlin: Springer.

Kampa, E., e Laaser, C. (2009). *Heavily modified water bodies: "Information exchange on designation, assessment of ecological potential, objective setting and measures" - Updated discussion paper*. Common Implementation Strategy Workshop Brussels, 12-13 March 2009.

Lammens, E., Van Luijn, F., Wessels, Y., Bouwhuis, H., Noordhuis, R., Portielje, R. e Van der Molen, D. (2008). *Towards ecological goals for the heavily modified lakes in the IJsselmeer area, The Netherlands*.

Legendre, L. & Legendre, P., *Ecologie numérique*. 1. Le traitement multiple des données écologiques. Ed. Masson, 197 pp.

Lorenz, C. (2001). *Heavily Modified Waters in Europe - Case Study on the Hagmolen-Hegebeek*. Deventer.

Lorenz, C., DWR e RIVM. (2001). *Heavily Modified Waters in Europe - Case Study on Lake Loosdrecht*. Deventer.

Muxika, I., Borja, A. & Bald, J., 2007. Using historical data, expert judgement and multivariate analysis in assessing reference conditions and benthic ecological status, according to the European Water Framework Directive. *Marine Pollution Bulletin*, 55 (1-6): 16-29.

O'Reilly, C. e Silberblatt, R. (2009). *Reservoir Management in Mediterranean Climates through the European Water Framework*. Hydrology, Water Resources Center Archives, University of California Water Resources Center.

Pio, S. e Henriques, A. G. (2000). *O estado ecológico como critério para a gestão sustentável das águas de superfície*. 5.º Congresso da Água – A Água e o Desenvolvimento Sustentável: Desafios para o Novo Século. Culturgest, Lisboa.

Rodrigues, A. C., Almeida, J. e Saraiva, F. (2010). *Plano de Gestão de Região Hidrográfica – instrumento para a gestão dos recursos hídricos*. 2º Seminário sobre Gestão de Bacias Hidrográficas – “Reabilitação e Utilização da Rede Hidrográfica” – 20-21 de Maio. Braga.

Rodrigues, S., Bernardino, R., Alves, M., Rafael, M. e Henriques, A. *Princípios para a elaboração de uma rede nacional de monitorização da qualidade ecológica das águas superficiais nacionais segundo a proposta da Directiva-Quadro da Água*.

Saraiva, F. (2010). *O potencial ecológico no âmbito da Directiva-Quadro da Água – conceitos e metodologias de definição*. Dissertação apresentada na Faculdade de Ciências e Tecnologia da Universidade Nova de Lisboa para a obtenção do grau de Mestre em Engenharia e Gestão da Água.

Shannon, C.E. & Weaver, W., 1949. *The Mathematical Theory of Communication*. The University of Illinois Press, Urbana, Illinois, USA, 115 p.

UK TAG. (2007). *Recommendations on surface water classification schemes for the purposes of the Water Framework Directive*. UK Technical Advisory Group on the Water Framework Directive.

Water Directors. (2003). *Identification of water bodies - Horizontal guidance document on the application of the term “water body” in the context of the Water Framework Directive*.

5. DIAGNÓSTICO

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

INAG, I.P. e ARH do Tejo, I.P. (2009). *Questões Significativas da Gestão da Água na Região Hidrográfica do Tejo*. Participação pública – Informação de suporte. Ministério do Ambiente, do Ordenamento do Território e do Desenvolvimento Regional. Instituto da Água, I.P. Lisboa.

EQUIPAS

LOTE 1 – RECURSOS HÍDRICOS SUPERFICIAIS INTERIORES



Elemento	Formação	Área Temática
António Carmona Rodrigues	Doutorado em Eng. do Ambiente Pós-graduação em Engenharia Hidráulica, ramo de Hidráulica Fluvial Licenciado em Engenharia Civil	Coordenação geral
David de Smit	Mestre em Eng. Civil (especialidade Engenharia do Ambiente)	Apoio à coordenação
João Almeida	Mestre em Eng. do Ambiente Pós-graduação em Gestão e Avaliação de Projectos (Programa Avançado em Gestão e Avaliação de Projectos)	Apoio à coordenação
Pedro Coelho	Doutorado em Eng. do Ambiente Mestre em Hidráulica e Recursos Hídricos Licenciado em Engenharia do Ambiente	Hidrologia e hidrografia Qualidade da água
Manuela Morais	Doutorada em Biologia/Limnologia Licenciada em Eng. Zootécnica	Qualidade da água Caracterização das massas de água Coordenação geral dos trabalhos de monitorização dos elementos biológicos
David Ford	Doutorado em Eng. Hidrológica e Sistemas de Recursos Hídricos Mestre em Eng. Civil Licenciado em Eng. Civil	Hidrologia e hidrografia Caracterização e análise de vulnerabilidades
Theo Klink	Mestre em Geografia Física Pós-graduação em Dinâmica de Erosão Hídrica e Ecologia da Paisagem	Processos homólogos
Johan Heymans	Mestre em Gestão de Recursos Hídricos e Solos	Processos homólogos
Martin de Haan	Mestre em Biologia	Qualidade da água
Niels Lenting	Mestre em Gestão Integrada da Quantidade e Qualidade da Água	Qualidade da água
Roy Brower	Doutorado em Economia (especialidade Economia Ambiental) Mestre em Economia (especialidade Economia Agrícola)	Aspectos económicos Programa de medidas Programação física e financeira
Alexandre Bettencourt	Doutorado em Ciências do Ambiente (Biogeoquímica do Ambiente) Diploma EST (Environmental Science and Technology) Licenciado em Eng. Química	Qualidade da água
Romana Rocha	Mestre em Planeamento Ambiental e Ordenamento do Território Licenciada em Geografia e Planeamento Regional	Apoio à coordenação Ordenamento do território
Ricardina Fialho	Mestre em Hidráulica e Recursos Hídricos e em Planeamento e Gestão da Água Licenciada em Eng. de Recursos Hídricos	Apoio à coordenação Hidrologia e hidrografia Usos e necessidades de água Pressões naturais e incidências antropogénicas significativas Objectivos Programa de medidas

Elemento	Formação	Área Temática
Adelaide Carinhas	Mestre em Engenharia e Gestão da Água Licenciada em Eng. do Ambiente	Objectivos Programa de medidas
Ana Pedro	Licenciada em Biologia	Qualidade da água Monitorização dos elementos biológicos
Ana Rita Marina	Pós-graduação em Gestão do Território Licenciatura em Geografia e Planeamento Regional	Sócioeconomia
António Almeida	Mestre em Eng. do Ambiente	Territorial e institucional Hidrologia e hidrografia Caracterização e análise de vulnerabilidades Objectivos
António Dias da Costa	Pós-graduação em Saneamento Básico Licenciatura em Eng. Civil	Usos e necessidades de água Caracterização e análise de vulnerabilidades
António Miguel Serafim	Licenciado em Ciências do Ambiente	Qualidade da água Coordenação dos trabalhos de monitorização dos elementos biológicos
Bruno Alves	Mestre em Biologia da Conservação Licenciado em Biologia, ramo de Biologia Ambiental	Monitorização dos elementos físico-químicos
Catarina Diamantino	Doutorada em Geologia (Especialidade em Hidrogeologia) Mestre em Geologia Económica e Aplicada Licenciada em Geologia	Pressões naturais e incidências antropogénicas significativas Caracterização e análise de vulnerabilidades Redes de monitorização
Catarina Fonseca	Mestre em Eng. do Ambiente	Pressões naturais e incidências antropogénicas significativas Zonas protegidas
Catarina Sequeira	Mestre em Eng. Sanitária Licenciada em Eng. do Ambiente	Caracterização e análise de vulnerabilidades Programa de medidas
Cristóvão Marques	Pós-graduação em Gestão Licenciado em Economia	Programa de medidas Programação física e financeira
Diogo Sayanda	Licenciado em Biologia Aplicada aos Recursos Animais	Pressões naturais e incidências antropogénicas significativas Monitorização dos elementos biológicos – ictiofauna
Fernando Coelho	Licenciatura em Engenharia Química	Abastecimento e tratamento de águas residuais
Filipe Saraiva	Mestre em Engenharia e Gestão da Água Licenciado em Eng. do Ambiente	Hidrologia e hidrografia Caracterização das massas de água Redes de monitorização Qualidade da água Objectivos
Francisca Gusmão	Mestre em Geografia Física e Ordenamento do Território Licenciada em Geologia e Recursos Naturais	Ordenamento do território Caracterização e análise de vulnerabilidades Apoio Sistemas de Informação Geográfica
Gisela Robalo	Mestre em Eng. do Ambiente	Abastecimento e tratamento de águas residuais Pressões naturais e incidências antropogénicas significativas
Helena Silva	Licenciada em Ciências do Ambiente	Qualidade da água Monitorização dos elementos biológicos
Hugo Batista	Licenciado em Geografia, perfil em Cartografia e Sistemas de Informação Geográfica	Apoio Sistemas de Informação Geográfica
Inês Dias	Licenciada em Eng. do Ambiente	Usos e necessidades de água Pressões naturais e incidências antropogénicas significativas
Joana Fernandes	Mestre em Eng. do Ambiente	Caracterização e análise de vulnerabilidades Usos e necessidades de água Abastecimento e tratamento de águas residuais
Joana Rosado	Licenciada em Biologia	Qualidade da água

Elemento	Formação	Área Temática
		Monitorização dos elementos biológicos
Luís Rosa	Mestre em Biologia da Conservação Licenciado em Biologia Ambiental Terrestre	Monitorização dos elementos físico-químicos
Madalena Barbosa	Mestre em Eng. do Ambiente	Pressões naturais e incidências antropogénicas significativas Síntese do cumprimento da legislação
Mário Pereira	Mestre em Energia e Bioenergia Licenciado em Eng. do Ambiente	Caracterização e análise de vulnerabilidades Pressões naturais e incidências antropogénicas significativas
Marta Ferreira	Licenciada em Eng. Agronómica	Usos e necessidades de água
Marta Velosa	Licenciada em Eng. Agronómica	Usos e necessidades de água
Miguel Repas	Mestre em Matemáticas aplicadas às Ciências Biológicas Licenciatura em Biologia	Coordenação geral dos trabalhos de monitorização dos elementos biológicos – ictiofauna
Paula Rodrigues	Mestre em Eng. da Rega e dos Recursos Agrícolas Licenciada em Engenharia Agronómica	Usos e necessidades de água
Ricardo Carvalho	Mestre em Eng. do Ambiente	Redes de monitorização Monitorização dos elementos físico-químicos
Ricardo Tomé	Licenciado em Biologia, ramo Recursos Faunísticos e Ambiente	Monitorização dos elementos biológicos – ictiofauna
Ruben Ponte	Técnico em Sistemas de Informação Geográfica	Apoio Sistemas de Informação Geográfica
Rute Caraça	Mestre em Biologia da Conservação Licenciada em Engenharia Biofísica	Qualidade da água Monitorização dos elementos biológicos
Sandra Pires	Doutorada em Eng. Agrícola Licenciatura em Engenharia Agronómica, (Ramo de Equipamentos Agrícolas e Recursos Hídricos)	Usos e necessidades de água
Sara Costa	Pós-graduação em Gestão de Organizações e Desenvolvimento Sustentável Pós-graduação em Ordenamento do Território e Planeamento Ambiental Licenciada em Ciências do Ambiente	Solos e Ordenamento do território
Sara Lemos	Mestre em Poluição Atmosférica Licenciatura em Eng. do Ambiente	Climatologia Caracterização e análise de vulnerabilidades
Sofia Azevedo	Doutorada em Eng. Agrícola e em Recursos Hídricos Licenciada em Eng. Agronómica	Usos e necessidades da água
Sofia Seca	Licenciada em Biologia	Coordenação geral dos trabalhos de monitorização dos elementos biológicos – ictiofauna
Susana Nunes	Licenciada em Biologia	Qualidade da água Monitorização dos elementos biológicos
Vanessa Pinhal	MBA em Finanças Licenciatura em Economia	Programa de medidas Programação física e financeira
Vasco Mora	Pós-graduação em Transportes Licenciatura em Engenharia Civil	Programa de medidas
Vítor Paulo	Mestre em Hidráulica e Recursos Hídrico Licenciado em Eng. Agronómica	Usos e necessidades da água
Diana Ramos Dias	Licenciada em Direito	Aspectos legais
Carina Costa	Licenciada em Gestão de Marketing	Apoio administrativo
Diana Santos	Técnica administrativa	Apoio administrativo
Margarida Coelho	Técnica administrativa	Apoio administrativo

LOTE 2 – RECURSOS HÍDRICOS SUBTERRÂNEOS



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
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

LOTE 3 – RECURSOS HÍDRICOS DO LITORAL

Consultancy and Engineering



Elemento	Formação	Área Temática
António Carmona Rodrigues	Doutorado em Eng. do Ambiente Pós-graduação em Engenharia Hidráulica, ramo de Hidráulica Fluvial Licenciado em Engenharia Civil	Coordenação geral
David de Smit	Mestre em Eng. Civil (especialidade: Engenharia do Ambiente)	Apoio à coordenação
João Almeida	Mestre em Eng. do Ambiente Pós-graduação em Gestão e Avaliação de Projectos (Programa Avançado em Gestão e Avaliação de Projectos)	Apoio à coordenação
David Ford	Doutorado em Eng. Hidrológica e Sistemas de Recursos Hídricos Mestre em Eng. Civil Licenciado em Eng. Civil	Caracterização e análise de vulnerabilidades
Theo Klink	Mestre em Geografia Física Pós-graduação em dinâmica de erosão hídrica e ecologia da paisagem	Processos homólogos
Johan Heymans	Mestre em Gestão de Recursos Hídricos e Solos	Processos homólogos
Roy Brower	Doutorado em Economia (especialidade Economia Ambiental) Mestre em Economia (especialidade Economia Agrícola)	Aspectos económicos Programa de medidas Programação física e financeira
Romana Rocha	Mestre em Planeamento Ambiental e Ordenamento do Território Licenciada em Geografia e Planeamento Regional	Apoio à coordenação Ordenamento do território
Ricardina Fialho	Mestre em Hidráulica e Recursos Hídricos e em Planeamento e Gestão da Água Licenciada em Eng. de Recursos Hídricos	Apoio à coordenação Usos e necessidades de água Pressões naturais e incidências antropogénicas significativas Objectivos Programa de medidas
Adelaide Carinhas	Mestre em Engenharia e Gestão da Água Licenciada em Eng. do Ambiente	Objectivos Programa de medidas
Adélio Silva	Doutorado em Hidrodinâmica e Transporte de sedimentos Licenciado em Eng. Civil	Hidrodinâmica
Ana Carla Martins Garcia	Mestre em Geologia Dinâmica Licenciada em Geologia	Erosão costeira
António Almeida	Mestre em Eng. do Ambiente	Territorial e institucional Objectivos
Carlos Vale	Licenciado em Eng. Química	Pressões naturais e incidências antropogénicas significativas Caracterização das massas de água
Cristóvão Marques	Pós-graduação em Gestão Licenciado em Economia	Programa de medidas Programação física e financeira
Fernando Coelho	Licenciatura em Engenharia Química	Abastecimento e tratamento de águas residuais
Filipe Saraiva	Mestre em Engenharia e Gestão da Água Licenciado em Eng. do Ambiente	Caracterização das massas de água Objectivos
Francisca Gusmão	Mestre em Geografia Física e Ordenamento do	Ordenamento do território

Elemento	Formação	Área Temática
	Território Licenciada em Geologia e Recursos Naturais	Caracterização e análise de vulnerabilidades Apoio Sistemas de Informação Geográfica
Gisela Robalo	Mestre em Eng. do Ambiente	Abastecimento e tratamento de águas residuais Pressões naturais e incidências antropogénicas significativas
Hugo Batista	Licenciado em Geografia, perfil em Cartografia e Sistemas de Informação Geográfica	Apoio Sistemas de Informação Geográfica
Inês Dias	Licenciada em Eng. do Ambiente	Usos e necessidades de água
Joana Fernandes	Mestre em Eng. do Ambiente	Usos e necessidades de água Abastecimento e tratamento de águas residuais Caracterização das massas de água Pressões naturais e incidências antropogénicas significativas
João Tiago Ribeiro	Licenciado em Ciências do Mar	Hidrodinâmica
Madalena Barbosa	Mestre em Eng. do Ambiente	Pressões naturais e incidências antropogénicas significativas Síntese do cumprimento da legislação
Madalena Malhadas	Mestre em Gestão e Modelação dos Recursos Hídricos Licenciada em Física – Meteorologia e Oceanografia	Hidrodinâmica
Mário Pereira	Mestre em Energia e Bioenergia Licenciado em Eng. do Ambiente	Caracterização e análise de vulnerabilidades Pressões naturais e incidências antropogénicas significativas
Marta Ferreira	Licenciada em Eng. Agronómica	Usos e necessidades de água
Marta Velosa	Licenciada em Eng. Agronómica	Usos e necessidades de água
Patrícia Pereira	Doutorada em Biologia	Pressões naturais e incidências antropogénicas significativas Caracterização das massas de água
Paula Rodrigues	Mestre em Eng. da Rega e dos Recursos Agrícolas Licenciada em Engenharia Agronómica	Usos e necessidades de água
Paulo Leitão	Doutorado em Eng. do Ambiente Licenciado em Eng. Civil	Hidrodinâmica
Ramiro Joaquim de Jesus Neves	Doutorado em Ciências Aplicadas Licenciado em Eng. Mecânica	Hidrodinâmica
Ruben Ponte	Técnico em Sistemas de Informação Geográfica	Apoio Sistemas de Informação Geográfica
Sandra Pires	Doutorada em Eng. Agrícola Licenciatura em Engenharia Agronómica, (Ramo de Equipamentos Agrícolas e Recursos Hídricos)	Usos e necessidades de água
Sara Costa	Pós-graduação em Gestão de Organizações e Desenvolvimento Sustentável Pós-graduação em Ordenamento do Território e Planeamento Ambiental Licenciada em Ciências do Ambiente	Solos e Ordenamento do território
Sara Lemos	Mestre em Poluição Atmosférica Licenciatura em Eng. do Ambiente	Climatologia Caracterização e análise de vulnerabilidades
Sofia Azevedo	Doutorada em Eng. Agrícola e em Recursos Hídricos Licenciada em Eng. Agronómica	Usos e necessidades da água
Vanessa Pinhal	MBA em Finanças Licenciatura em Economia	Programa de medidas Programação física e financeira
Vasco Mora	Pós-graduação em Transportes Licenciatura em Engenharia Civil	Programa de medidas
Vítor Paulo	Mestre em Hidráulica e Recursos Hídricos Licenciado em Eng. Agronómica	Usos e necessidades da água
Diana Ramos Dias	Licenciada em Direito	Aspectos Legais

Elemento	Formação	Área Temática
Carina Costa	Licenciada em Gestão de Marketing	Apoio administrativo
Diana Santos	Técnica administrativa	Apoio administrativo
Margarida Coelho	Técnica administrativa	Apoio administrativo

Nome	Formação	Área Temática
Carlos Vale	Eng.º Químico; Investigador Coordenador no INRB/IPIMAR	Poluição Marinha; Impactes Ambientais; Transporte e distribuição de Contaminantes na Zona Costeira; Sedimentos contaminados.
Ana Maria Ferreira	Eng.ª Química; Investigadora Principal no INRB/IPIMAR	Poluição Marinha; Impactes Ambientais; Sedimentos contaminados; Bioacumulação de Contaminantes.
Miguel Caetano	Doutorado em Ciências do Mar	Biogeoquímica; Impactes Ambientais; Transporte e distribuição de Contaminantes na Zona Costeira; Sedimentos contaminados.
Patrícia Pereira	Doutorada em Biologia	Biomarcadores; Efeitos de contaminantes em organismos aquáticos; Bioacumulação de contaminantes.
Joana Raimundo	Doutorada em Bioquímica	Biomarcadores; Efeitos de contaminantes em organismos aquáticos; Bioacumulação de contaminantes.
João Canário	Doutorado em Ciências do Ambiente	Ciclo do mercúrio; Contaminação ambiental; Bioacumulação de contaminantes.
Teresa Cabrita	Doutorada em Biologia	Fitoplâncton e Produção primária
Teresa Moita	Doutorada em Biologia	Fitoplâncton, Eutrofização Produção primária
Miriam Guerra	Licenciada em Biologia	Macrofauna bentónica; Efeitos de contaminantes nas comunidade de bentos.
Maria José Gaudêncio	Licenciada em Biologia	Macrofauna bentónica; Efeitos de contaminantes nas comunidade de bentos.
Rogélia Martins	Doutorada em Biologia	Ecologia e dinâmica de populações de peixes
Miguel Carneiro	Doutorada em Biologia	Ecologia e dinâmica de populações de peixes

LOTE 4 – ANÁLISE ECONÓMICA

Elemento	Formação	Área Temática
António Carmona Rodrigues	Doutorado em Eng. do Ambiente Pós-graduação em Engenharia Hidráulica, ramo de Hidráulica Fluvial Licenciado em Engenharia Civil	Coordenação geral
Roy Brower	Doutorado em Economia (especialidade Economia Ambiental) Mestre em Economia (especialidade Economia Agrícola)	Análise económica das utilizações de água Importância socioeconómica Programa de medidas
João Almeida	Mestre em Eng. do Ambiente Pós-graduação em Gestão e Avaliação de Projectos (Programa Avançado em Gestão e Avaliação de Projectos)	Apoio à coordenação

Elemento	Formação	Área Temática
Duarte Pacheco	Mestre em Estudos Europeus Licenciado em Economia	Análise económica das utilizações de água Importância socioeconómica Cenários prospectivos Programa de medidas Programação física e financeira
David de Smit	Mestre em Eng. Civil (especialidade: Engenharia do Ambiente)	Apoio à coordenação
Vanessa Pinhal	MBA em Finanças Licenciatura em Economia	Importância socioeconómica Cenários prospectivos Programa de medidas Programação física e financeira
Romana Rocha	Mestre em Planeamento Ambiental e Ordenamento do Território Licenciada em Geografia e Planeamento Regional	Apoio à coordenação
Adelaide Carinhas	Mestre em Engenharia e Gestão da Água Licenciada em Eng. do Ambiente	Objectivos Programa de medidas
Ana Mackay	Licenciada em Economia	Análise económica das utilizações de água Importância socioeconómica
Ana Rita Marina	Pós-graduação em Gestão do Território Licenciatura em Geografia e Planeamento Regional	Sócioeconomia
António Almeida	Mestre em Eng. do Ambiente	Objectivos Programa de medidas
Catarina Fonseca	Mestre em Eng. do Ambiente	Objectivos Programa de medidas
Catarina Rosa	Licenciada em Economia	Análise económica das utilizações de água Importância socioeconómica
Cristóvão Marques	Pós-graduação em Gestão; Licenciado em Economia	Análise económica das utilizações de água Importância socioeconómica Cenários prospectivos Programa de medidas Programação física e financeira
Filipa Carmo	Mestre em Eng. do Ambiente	Análise económica das utilizações da água
Filipe Saraiva	Mestre em Engenharia e Gestão da Água Licenciado em Eng. do Ambiente	Objectivos Programa de medidas
Francisca Gusmão	Mestre em Geografia Física e Ordenamento do Território Licenciada em Geologia e Recursos Naturais	Apoio Sistemas de Informação Geográfica
Hugo Batista	Licenciado em Geografia, perfil em Cartografia e Sistemas de Informação Geográfica	Apoio Sistemas de Informação Geográfica
Joana Fernandes	Mestre em Eng. do Ambiente	Objectivos Programa de medidas
João Ribeiro	Licenciado em Eng. Civil	Cenários prospectivos
Patricia Carvalho	Licenciada em Economia	Análise económica das utilizações de água Importância socioeconómica
Patrícia Silva	Licenciada em Eng. do Território	Cenários prospectivos
Ricardina Fialho	Mestre em Hidráulica e Recursos Hídricos e em Planeamento e Gestão da Água Licenciada em Eng. de Recursos Hídricos	Objectivos Programa de medidas
Ruben Ponte	Técnico em Sistemas de Informação Geográfica	Apoio Sistemas de Informação Geográfica
Vasco Mora	Pós-graduação em Transportes Licenciatura em Engenharia Civil	Cenários prospectivos Programa de medidas
Diana Ramos Dias	Licenciada em Direito	Aspectos legais

Elemento	Formação	Área Temática
Carina Costa	Licenciada em Gestão de Marketing	Apoio administrativo
Diana Santos	Técnica administrativa	Apoio administrativo
Margarida Coelho	Técnica administrativa	Apoio administrativo

LOTE 5 – AVALIAÇÃO AMBIENTAL ESTRATÉGICA E PARTICIPAÇÃO PÚBLICA

biodesign

Nome	Formação	Área Temática
Avaliação Ambiental Estratégica		
Jorge Cancela	Arquitecto Paisagista / Msc em Environmental Management / Doutorando em Urbanismo	Coordenação Geral
Ana Adelino	Engenheira Agrónoma	Coordenação Geral e Executiva
Cristina Martins	Engenheira Biofísica	Coordenação Executiva
Rosa Silvério	Arquitecta de Gestão Urbanística	Gestão Operacional
Tiago Leal	Engenheiro do Ambiente	Gestão Operacional
Carla Antunes	Engenheira Biofísica / Mestre em Hidráulica e Recursos Hídricos / Doutorada em Hidrologia	Recursos Hídricos
António Romão	Engenheiro do Ambiente	Recursos Hídricos
Jorge Gonçalves	Geógrafo / Doutor em Geografia e Planeamento Urbano e Territorial – Especialidade Gestão do Território	Sócio - Economia
Susana Rosa	Bióloga / Doutorada em Biologia, especialidade Ecologia	Conservação da Natureza e Biodiversidade
Rosa Silvério	Arquitecta de Gestão Urbanística	Coordenação Operacional / Avaliação Ambiental Estratégica
Participação Pública		
Jorge Cancela	Arquitecto Paisagista/MSc em Environmental Management / Doutorando em Urbanismo	Coordenação Geral
Ana Neves Adelino	Engenheira Agrónoma	Coordenação Geral e Executiva
Cristina Martins	Engenheira Biofísica	Coordenação Executiva
Rosa Silvério	Arquitecta de Gestão Urbanística	Gestão Operacional
Tiago Leal	Engenheiro do Ambiente	Gestão Operacional
Lia Vasconcelos	Arquitecta/Mestre em Planeamento Regional e Urbano/Doutora em Engenharia do Ambiente - Sistemas Sociais	Participação Pública - Coordenação Geral
Úrsula Caser	Geógrafa/Master Européen en Mediation	Participação Pública - Coordenação Operacional
Marco Painho	Engenheiro do Ambiente / Master of Regional Planning (MRP)/Doctor of Philosophy in Geography (Ph.D.)	Coordenação Científica do Projecto
João Blasques	Engenheiro do Ambiente	Programador / Analista SIG
Hugo Martins	Engenheiro Zootécnico	Programador / Analista SIG
Alexandre Baptista	Geógrafo	Programador / Analista SIG
Luísa de Sousa Otto	Licenciada em Marketing	Comunicação e Divulgação - Coordenação Geral
Maria Eduarda Colares	Licenciada em Filologia Germânica	Desenvolvimento de Estratégias de Comunicação
Paula Sanchez	Licenciada em Sociologia/Pós-Graduação em Gestão Informática - ISEGI	Gestão Operacional do projecto

Cláudia Vau	Licenciada em Relações Públicas / Mestre em Ciências de Comunicação	Assessoria de Comunicação e de Imprensa
-------------	---	---

APA, I.P. / ARH do Tejo

E-mail: arht.geral@apambiente.pt

Telefone: 351 21 843 04 00 / Fax: 351 21 843 04 04

Av. Almirante Gago Coutinho, n.º30

1049-066 Lisboa

www.apambiente.pt