

# PLANO DAS BACIAS HIDROGRÁFICAS DAS RIBEIRAS DO OESTE

## 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 das Bacias Hidrográficas das Ribeiras do Oeste (PBH Ribeiras do Oeste) materializa um dos principais produtos do projecto de planeamento dos recursos hídricos que teve início em Maio de 2010 e foi promovido pela ARH do Tejo, I.P. Refira-se que as bacias hidrográficas das ribeiras do Oeste estão integradas na Região Hidrográfica 4 (Vouga, Mondego, Lis e Ribeiras do Oeste). 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 PBH 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 PBH 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 Bidesign, 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 das bacias das Ribeiras do Oeste.

A versão provisória do PBH Ribeiras do Oeste 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/restruturação 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.

Para que o PBH Ribeiras do Oeste se constitua como um verdadeiro instrumento de planeamento e gestão, ajude-nos com a sua participação efectiva na implementação deste Plano.

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



Carlos Alberto Coelho Teles Cupeto

## DOCUMENTOS FINAIS

### PLANO DAS BACIAS HIDROGRÁFICAS DAS RIBEIRAS DO OESTE (PBH Ribeiras do Oeste)

#### Relatório Técnico

- Plano das Bacias Hidrográficas das Ribeiras do Oeste - Síntese
- Plano das Bacias Hidrográficas das Ribeiras do Oeste - Versão Extensa
- Plano das Bacias Hidrográficas das Ribeiras do Oeste - Resumo Não Técnico
- Plano das Bacias Hidrográficas das Ribeiras do Oeste - Repositório de Mapas
- Plano das Bacias Hidrográficas das Ribeiras do Oeste - Fichas de Medidas
- Plano das Bacias Hidrográficas das Ribeiras do Oeste - Fichas de Diagnóstico

#### Partes Complementares

- Plano das Bacias Hidrográficas das Ribeiras do Oeste. Parte Complementar A - Relatório Ambiental
- Plano das Bacias Hidrográficas das Ribeiras do Oeste. Parte Complementar A - Relatório Ambiental - Resumo Não Técnico
- Plano das Bacias Hidrográficas das Ribeiras do Oeste. Parte Complementar B - Participação Pública - Relatório

## ÍNDICE

### PARTE 2 – CARACTERIZAÇÃO E DIAGNÓSTICO

1. CARACTERÍSTICAS GERAIS DAS BACIAS HIDROGRÁFICAS.....	1
1.1. TERRITORIAL E INSTITUCIONAL .....	1
1.1.1. Enquadramento geográfico e administrativo .....	1
1.1.2. Enquadramento jurisdicional, institucional e normativo.....	3
1.1.3. Delimitação do domínio hídrico.....	4
1.2. CLIMATOLOGIA.....	5
1.2.1. Classificação climática.....	7
1.2.1.1. <i>Classificação climática de Köppen</i> .....	7
1.2.1.2. <i>Classificação climática de Thornthwaite</i> .....	8
1.3. HIDROGRAFIA E HIDROLOGIA.....	8
1.3.1. Hidrografia.....	8
1.3.2. Hidrologia.....	11
1.3.2.1. <i>Modelo de precipitação-escoamento</i> .....	12
a) <i>Regime natural</i> .....	12
b) <i>Regime modificado</i> .....	14
c) <i>Disponibilidades hídricas</i> .....	15
1.3.3. Hidrodinâmica lagunar e costeira.....	16
1.3.3.1. <i>Dinâmica lagunar</i> .....	16
1.3.3.2. <i>Dinâmica costeira</i> .....	17
1.4. GEOLOGIA E GEOMORFOLOGIA .....	18
1.4.1. Geologia.....	18
1.4.2. Geomorfologia.....	19
1.4.3. Hidrogeologia .....	19
1.5. CARACTERIZAÇÃO SOCIOECONÓMICA .....	21
1.6. SOLOS E ORDENAMENTO DO TERRITÓRIO .....	25
1.6.1. Solos.....	25
1.6.2. Ocupação do solo.....	26
1.6.3. Ordenamento do território .....	27
1.7. USOS E NECESSIDADES DE ÁGUA .....	28
1.7.1. Usos consumptivos.....	29
1.7.1.1. <i>Usos urbanos</i> .....	29
a) <i>Consumos actuais de água e capitações</i> .....	30
b) <i>Necessidades de água actuais</i> .....	31
1.7.1.2. <i>Indústria</i> .....	33
1.7.1.3. <i>Pecuária</i> .....	36
1.7.1.4. <i>Agricultura</i> .....	38
a) <i>Estações meteorológicas e dados climáticos</i> .....	39

b)	<i>Evapotranspiração de referência</i> .....	39
c)	<i>Áreas regadas</i> .....	40
d)	<i>Ocupação cultural</i> .....	41
e)	<i>Parâmetros culturais</i> .....	42
f)	<i>Características pedológicas</i> .....	42
g)	<i>Tecnologia e eficiência de rega</i> .....	43
h)	<i>Necessidades hídricas totais para rega</i> .....	43
1.7.1.5.	<i>Golfe</i> .....	45
1.7.1.6.	<i>Necessidades totais para usos consumptivos</i> .....	46
1.7.2.	<i>Usos não consumptivos</i> .....	48
1.7.2.1.	<i>Usos recreativos</i> .....	48
1.7.2.2.	<i>Produção de energia</i> .....	49
1.7.2.3.	<i>Aquicultura e Pescas</i> .....	49
1.7.3.	<i>Avaliação do balanço entre necessidades e disponibilidades</i> .....	50
1.7.3.1.	<i>Discretização espacial</i> .....	50
1.7.3.2.	<i>Necessidades de água</i> .....	51
1.7.3.3.	<i>Disponibilidades</i> .....	52
1.7.3.4.	<i>Balanço médio anual</i> .....	52
1.7.3.5.	<i>Balanço sequencial mensal</i> .....	55
1.8.	<b>ABASTECIMENTO E TRATAMENTO</b> .....	56
1.8.1.	<b>Sistemas de abastecimento e tratamento</b> .....	58
1.8.1.1.	<i>Modelos de gestão</i> .....	58
a)	<i>Abastecimento público de água</i> .....	58
b)	<i>.Drenagem e tratamento de águas residuais urbanas</i> .....	59
1.8.1.2.	<i>Níveis de atendimento dos serviços hídricos</i> .....	60
1.8.2.	<b>Cadastro de infra-estruturas</b> .....	61
1.8.2.1.	<i>Abastecimento público de água</i> .....	61
1.8.2.2.	<i>Drenagem e tratamento de águas residuais urbanas</i> .....	62
1.9.	<b>CARACTERIZAÇÃO E ANÁLISE DE VULNERABILIDADES</b> .....	63
1.9.1.	<b>Alterações climáticas</b> .....	63
1.9.2.	<b>Cheias</b> .....	64
1.9.2.1.	<i>Registo histórico de cheias</i> .....	64
1.9.2.2.	<i>Avaliação dos caudais de ponta de cheia por modelação hidrológica</i> .....	65
1.9.2.3.	<i>Breve descrição do modelo HEC-HMS</i> .....	66
a)	<i>Seleção e características das bacias hidrográficas relevantes para a análise de cheias</i> .....	67
b)	<i>Morfologia</i> .....	67
c)	<i>Modelo de perdas. Número de escoamento</i> .....	68
d)	<i>Tempo de concentração</i> .....	69
e)	<i>Hidrograma unitário sintético</i> .....	69
1.9.2.4.	<i>Regionalização dos caudais de ponta de cheia</i> .....	72
1.9.3.	<b>Secas</b> .....	72

1.9.3.1. Índice de seca Standardized Precipitation Index (SPI) .....	72
1.9.3.2. Cálculo do SPI, escala temporal de análise e severidade da seca.....	73
1.9.3.3. Estimativa da precipitação necessária para o desagravamento da seca.....	73
1.9.3.4. Análise local das secas recorrendo ao SPI-12.....	73
1.9.3.5. Seca nas bacias hidrográficas das ribeiras do Oeste .....	74
1.9.4. Erosão hídrica .....	75
1.9.4.1. Modelo adoptado.....	76
1.9.4.2. Factor de erosividade de precipitação (R).....	77
1.9.4.3. Factor de erodibilidade dos solos (K).....	77
1.9.4.4. Factor fisiográfico (LS).....	79
1.9.4.5. Factor de coberto vegetal (C) e práticas agrícolas (P).....	79
1.9.4.6. Aplicação do modelo de erosão .....	80
1.9.5. Erosão costeira.....	81
1.9.6. Movimentos de massa .....	81
1.9.7. Risco sísmico .....	83
1.9.8. Riscos associados a infra-estruturas .....	83
1.9.9. Riscos de poluição acidental .....	84
1.9.9.1. Águas de superfície .....	84
a) Metodologia e elementos de base considerados.....	84
b) Resultados .....	88
1.9.9.2. Águas subterrâneas.....	88
<b>2. CARACTERIZAÇÃO DAS MASSAS DE ÁGUA.....</b>	<b>93</b>
<b>2.1. MASSAS DE ÁGUA DE SUPERFÍCIE .....</b>	<b>93</b>
2.1.1. Tipologia.....	93
2.1.1.1. Rios .....	93
2.1.1.2. Lagos.....	93
2.1.1.3. Águas de transição.....	93
2.1.1.4. Águas costeiras.....	94
2.1.2. Delimitação.....	95
2.1.2.1. Rios e águas costeiras.....	95
2.1.2.2. Massas de água Fortemente Modificadas.....	97
a) Massas de água Fortemente Modificadas da categoria Rios, troços de rio a jusante de barragens.....	97
b) Massas de água Fortemente Modificadas da categoria Rios, troços de rio a montante de barragens, designados como albufeiras.....	98
2.1.2.3. Massas de água artificiais .....	98
2.1.3. Condições de referência .....	98
2.1.3.1. Rios .....	98
2.1.3.2. Águas costeiras.....	99
2.1.4. Síntese.....	99
<b>2.2. MASSAS DE ÁGUA SUBTERRÂNEAS.....</b>	<b>100</b>
2.2.1. Delimitação das massas de água .....	100

2.2.2. Caracterização das massas de água .....	100
2.2.2.1. Área de drenagem das massas de água subterrâneas.....	100
2.2.2.2. Características gerais dos estratos da área de drenagem.....	101
2.2.2.3. Avaliação das disponibilidades.....	106
2.2.2.4. Massas de água associadas a ecossistemas aquáticos de superfície ou ecossistemas terrestres que delas dependem directamente .....	111
a) Contexto de Análise da Relação entre Águas Superficiais e Subterrâneas e Ecossistemas Dependentes de Águas Subterrâneas.....	111
b) Aspectos relativos à Flora e Vegetação e sua relação com a rede hidrográfica e Massas de água Subterrânea Associadas.....	113
2.2.2.5. Massas de água em risco .....	116
2.3. PRESSÕES NATURAIS E INCIDÊNCIAS ANTROPOGÉNICAS SIGNIFICATIVAS.....	116
2.3.1. Águas de superfície .....	117
2.3.1.1. Poluição tóxica.....	117
a) Urbana.....	120
b) Pequenas instalações de tratamento de águas residuais urbanas.....	121
c) Águas residuais urbanas não tratadas.....	121
d) Indústria.....	122
e) Pecuária.....	123
2.3.1.2. Poluição difusa.....	123
2.3.1.3. Carga poluente não quantificável – Poluição tóxica e difusa .....	126
2.3.1.4. Pressões morfológicas e hidromorfológicas.....	128
a) Rios .....	128
b) Águas Costeiras.....	132
2.3.1.5. Captações de água.....	132
2.3.1.6. Pressões biológicas.....	133
2.3.2. Águas subterrâneas.....	133
2.3.2.1. Poluição tóxica.....	133
a) Urbana.....	134
b) Indústria.....	134
c) Pecuária.....	134
2.3.2.2. Poluição difusa.....	134
2.3.2.3. Captações de água.....	135
2.3.2.4. Carga poluente não quantificável – Poluição tóxica e difusa .....	138
2.3.2.5. Síntese.....	139
2.4. ZONAS PROTEGIDAS E ÁREAS CLASSIFICADAS .....	139
2.4.1. Águas de superfície .....	140
2.4.1.1. Zonas designadas para a captação de água para consumo humano (Directiva 2000/60/CE, de 23 de Outubro) .....	140
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 conuícolas (Directiva 79/923/CEE, de 30 de Outubro)....	140
2.4.1.3. Zonas designadas como águas de recreio - Zonas balneares (Directiva 2006/7/CE, de 15 de Fevereiro).....	141

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).....	141
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) .....	141
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).....	142
2.4.2. Águas subterrâneas .....	143
2.4.2.1. Zonas designadas para a captação de água destinada ao consumo humano .....	143
2.4.2.2. Zonas vulneráveis .....	144
2.4.2.3. Zonas de infiltração máxima .....	144
a) Índice de Facilidade de Infiltração .....	145
b) Índice de Infiltração Efectiva .....	149
2.4.3. Síntese.....	152
2.4.4. Outras áreas classificadas .....	152
3. REDES DE MONITORIZAÇÃO .....	153
3.1. ESTADO DAS ÁGUAS.....	153
3.1.1. Águas superficiais.....	153
3.1.1.1. Rede de vigilância .....	153
a) Rios .....	153
b) Águas costeiras.....	154
c) Massas de água Fortemente Modificadas da categoria Rios, troços de rio a montante de barragens designados como albufeiras.....	154
d) Massas de água Fortemente Modificadas da categoria Rios, troços de rio a jusante de barragens.....	155
3.1.1.2. Rede Operacional.....	155
a) Rios .....	155
b) Águas costeiras.....	156
c) Massas de água Fortemente Modificadas da categoria Rios, troços de rio a montante de barragens designados como albufeiras.....	156
d) Massas de água Fortemente Modificadas da categoria Rios, troços de rio a jusante de barragens.....	157
3.1.1.3. Rede de investigação .....	157
3.1.1.4. Rede das zonas protegidas.....	157
3.1.1.5. Síntese .....	158
3.1.2. Águas subterrâneas .....	158
3.1.2.1. Estado quantitativo .....	159
3.1.2.2. Rede de vigilância .....	159
3.1.2.3. Rede operacional .....	160
3.1.2.4. Zonas protegidas.....	160
a) Zonas designadas para a captação de água destinada ao consumo humano .....	160
b) Zonas vulneráveis .....	160
c) Zonas de infiltração máxima .....	161
3.1.3. Avaliação da representatividade e adequabilidade das redes de monitorização .....	161
3.1.3.1. Águas superficiais .....	161

3.1.3.2.	Águas subterrâneas .....	161
3.1.4.	Síntese das redes de monitorização do Estado das Águas.....	162
3.1.4.1.	Águas superficiais .....	162
3.1.4.2.	Águas subterrâneas .....	163
3.2.	REDE CLIMATOLÓGICA.....	163
3.3.	REDE HIDROMÉTRICA.....	163
3.4.	REDE SEDIMENTOLÓGICA.....	164
3.5.	SÍNTESE .....	164
4.	ESTADO DAS MASSAS DE ÁGUA.....	165
4.1.	SISTEMA DE CLASSIFICAÇÃO .....	165
4.1.1.	Águas superficiais.....	165
4.1.1.1.	Estado ecológico .....	167
a)	<i>Rios .....</i>	167
b)	<i>Águas costeiras.....</i>	168
4.1.1.2.	Potencial ecológico.....	168
a)	<i>Massas de água Fortemente Modificadas da categoria Rios, troços de rio a montante de barragens designados como albufeiras.....</i>	168
b)	<i>Massas de água Fortemente Modificadas da categoria Rios, troços de rio a jusante de barragens.....</i>	169
c)	<i>Massas de água artificiais .....</i>	169
4.1.1.3.	Estado químico.....	170
4.1.2.	Águas subterrâneas.....	170
4.1.2.1.	Estado quantitativo .....	171
a)	<i>Teste do balanço hídrico subterrâneo.....</i>	172
b)	<i>Teste do escoamento superficial.....</i>	174
c)	<i>Teste de avaliação dos ecossistemas terrestres dependentes das águas subterrâneas (ETDAS) .....</i>	175
d)	<i>Teste da intrusão salina .....</i>	176
4.1.2.2.	Estado químico.....	177
a)	<i>Teste de avaliação global do estado químico.....</i>	179
b)	<i>Teste de diminuição da qualidade química ou ecológica das MA superficiais.....</i>	181
c)	<i>Teste de avaliação dos ecossistemas terrestres dependentes das águas subterrâneas (ETDAS) .....</i>	182
d)	<i>Teste das áreas de protecção das águas de consumo.....</i>	183
e)	<i>Teste da intrusão salina .....</i>	185
4.1.3.	Estimativa dos níveis de fiabilidade e precisão.....	185
4.1.3.1.	Águas superficiais .....	185
4.1.3.2.	Águas subterrâneas .....	186
4.1.4.	Métodos para a fixação de normas de qualidade ambiental.....	187
4.1.5.	Normas de qualidade ambiental .....	188
4.1.5.1.	Águas superficiais .....	188
4.1.5.2.	Águas subterrâneas .....	188
4.2.	AVALIAÇÃO DO ESTADO .....	189
4.2.1.	Águas superficiais.....	189

4.2.1.1.	Estado ecológico .....	189
4.2.1.2.	Potencial ecológico.....	190
4.2.1.3.	Estado químico.....	191
4.2.1.4.	Síntese .....	191
4.2.2.	Águas subterrâneas .....	193
4.2.2.1.	Estado quantitativo.....	193
4.2.2.2.	Estado químico.....	194
4.2.2.3.	Tendências crescentes significativas e persistentes na concentração de poluentes .....	195
4.2.2.4.	Síntese .....	197
4.3.	ZONAS PROTEGIDAS .....	197
5.	DIAGNÓSTICO.....	199

## FIGURAS

Figura 2.1 – Enquadramento geográfico das bacias hidrográficas das ribeiras do Oeste.....	2
Figura 2.2 – Quadro institucional para a gestão sustentável das águas a nível nacional .....	4
Figura 2.3 – Esquema do modelo de <i>Temex</i> .....	12
Figura 2.4 – Disponibilidades hídricas (hm <sup>3</sup> ) nas bacias hidrográficas das ribeiras do Oeste, em regime natural.....	16
Figura 2.5 – Meios hidrogeológicos na área das bacias hidrográficas das ribeiras do Oeste.....	20
Figura 2.6 – Distribuição das necessidades de água pelos vários usos consumptivos, em ano médio.....	46
Figura 2.7 – Necessidades de água anuais totais, por bacia.....	47
Figura 2.8 – Distribuição percentual das necessidades de água totais nas bacias pelos diferentes usos consumptivos.....	47
Figura 2.9 – Balanço médio anual em ano médio.....	54
Figura 2.10 – Balanço médio anual em ano seco.....	54
Figura 2.11 – Esquema do balanço hídrico.....	55
Figura 2.12 – Garantia de satisfação. Recursos hídricos superficiais.....	56
Figura 2.13 – Esquema de cálculo da carta de erosão.....	77
Figura 2.14 – Fluxograma para a definição de zonas em risco de poluição rodoviária, componente águas subterrâneas.....	91
Figura 2.15 – Área de drenagem da MA subterrânea do Paço.....	101
Figura 2.16 – Percentagem (%) de MA subterrâneas por classes de produtividade.....	103
Figura 2.17 – Conceptualização do processo de recarga no modelo de balanço hídrico sequencial diário.....	107
Figura 2.18 – Conceptualização do processo de recarga em meios cársicos.....	109
Figura 2.19 – Relação da recarga das MA subterrâneas com a precipitação.....	110
Figura 2.20 – Carta de valor florístico na região hidrográfica do Tejo.....	114
Figura 2.21 – Metodologia de avaliação de pressões de poluição difusa.....	124
Figura 2.22 – 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 <sup>3</sup> ).....	129
Figura 2.23 – Critérios para avaliar os impactes potenciais nas MA resultantes na presença de infra-estrutura transversais através da distância entre estas.....	130
Figura 2.24 – Número de captações superficiais e volume captado, por finalidade.....	133
Figura 2.25 – Distribuição do número de captações por finalidade.....	136
Figura 2.26 – Distribuição do volume das captações por finalidade.....	137
Figura 2.27 – 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).....	146
Figura 2.28 – Valores de cada parâmetro para o cálculo do Índice de Facilidade de Infiltração (retirado de Oliveira <i>et al.</i> , 2002).....	148
Figura 2.29 – Esquema para a classificação do estado das MA superficiais no âmbito da DQA/Lei da Água.....	166
Figura 2.30 – Esquema para a classificação do potencial das MA superficiais no âmbito da DQA/Lei da Água.....	166
Figura 2.31 – Procedimento genérico dos testes de classificação utilizados na avaliação do estado das massas de água subterrânea (adaptado do Documento Guia n.º 18).....	171

Figura 2.32 – Procedimento para a realização do teste do Balanço Hídrico Subterrâneo (adaptado do Documento Guia n.º 18).....	173
Figura 2.33 – Procedimento para a realização do teste do Escoamento Superficial (adaptado do Documento Guia n.º 18). .....	175
Figura 2.34 – Procedimento para a realização do teste dos ETDAS (adaptado do Documento Guia n.º 18). .....	176
Figura 2.35 – Procedimento para a realização do teste da Intrusão Salina (adaptado do Documento Guia n.º 18).....	177
Figura 2.36 – Procedimento geral para a realização da avaliação do estado químico (retirado de INAG, 2009). .....	179
Figura 2.37 – Procedimento geral para a realização do teste da Avaliação Global do Estado Químico (adaptado do Documento Guia n.º 18). .....	180
Figura 2.38 – Procedimento geral para a realização do teste da diminuição da qualidade química ou ecológica das massas de águas superficiais (adaptado do Documento Guia n.º 18). .....	182
Figura 2.39 – Procedimento geral para a realização do teste dos ETDAS (adaptado do Documento Guia n.º 18).....	183
Figura 2.40 – Procedimento geral para a realização do teste das áreas de protecção das águas de consumo (adaptado do Documento Guia n.º 18).....	184
Figura 2.41 – Método para classificação das massas de água subterrânea quanto ao seu estado químico (adaptado do Documento Guia n.º 18).....	186
Figura 2.42 – Resultados percentuais do estado das MA por bacia das bacias hidrográficas das ribeiras do Oeste. ....	192
Figura 2.43 – Resultados percentuais do potencial das MA por bacia das bacias hidrográficas das ribeiras do Oeste.....	192

## QUADROS

Quadro 2.1 – Bacias hidrográficas das ribeiras do Oeste, correspondente área e concelhos abrangidos.....	3
Quadro 2.2 – Valores do balanço hídrico em ano médio, nas estações meteorológicas consideradas. ....	6
Quadro 2.3 – Valores de precipitação anual, mínima e máxima diária, em condições normais e anos húmidos e secos, para as estações meteorológicas consideradas. ....	6
Quadro 2.4 – Bacias hidrográficas das bacias hidrográficas das ribeiras do Oeste. ....	9
Quadro 2.5 – Afecções do conjunto das áreas das bacias endorreicas a MA superficiais.....	10
Quadro 2.6 – Precipitação anual ponderada por bacia. ....	12
Quadro 2.7 – Valores da calibração para aplicação do modelo de Temez. ....	13
Quadro 2.8 – Área, precipitação ponderada e escoamento em regime natural médios anuais, por bacia.....	13
Quadro 2.9 – Caudais característicos. ....	14
Quadro 2.10 – MA subterrâneas abrangidas pelas bacias hidrográficas das ribeiras do Oeste. ....	19
Quadro 2.11 – Indicadores demográficos e sociais.....	23
Quadro 2.12 – Indicadores por Sector de Actividade principal utilizador de água, 2008.....	24
Quadro 2.13 – Características gerais socioeconómicas das bacias.....	25
Quadro 2.14 – Solos nas bacias hidrográficas das ribeiras do Oeste, por ordem e subordem da classificação do SROA (1973) e respectivas percentagens de distribuição pela área de estudo. ....	26
Quadro 2.15 – Resumo da ocupação do solo das bacias hidrográficas das ribeiras do Oeste. ....	27

Quadro 2.16 – Instrumentos de gestão territorial, de âmbito nacional e regional com incidência nas bacias hidrográficas das ribeiras do Oeste. ....	28
Quadro 2.17 – Evolução das capitações por concelho. ....	30
Quadro 2.18 – Capitações consideradas para o cálculo das necessidades de água de abastecimento público. ....	32
Quadro 2.19 – Classificação dos concelhos em CPU, CMU e CPR. ....	33
Quadro 2.20 – Necessidades actuais de água para os usos urbanos por bacia, nas bacias hidrográficas das ribeiras do Oeste. ....	33
Quadro 2.21 – Estimativa do número de instalações da indústria transformadora nas bacias hidrográficas das ribeiras do Oeste. ....	34
Quadro 2.22 – Necessidades de água totais do sector industrial nas bacias hidrográficas das ribeiras do Oeste. ....	35
Quadro 2.23 – Distribuição das necessidades anuais de água dos estabelecimentos industriais por divisão da CAE (Rev.3). ....	35
Quadro 2.24 – Efectivos animais por concelho, espécie animal e sistema de produção. ....	37
Quadro 2.25 – Necessidades de água para o sector pecuário, nas bacias hidrográficas das ribeiras do Oeste. ....	38
Quadro 2.26 – Principais aproveitamentos hidroagrícolas. ....	39
Quadro 2.27 – Estações meteorológicas consideradas. ....	39
Quadro 2.28 – Evapotranspiração de referência ( <i>ET<sub>0</sub></i> , mm/ano). ....	40
Quadro 2.29 – Áreas regadas nas bacias hidrográficas das ribeiras do Oeste (ha). ....	40
Quadro 2.30 – Culturas representativas. ....	41
Quadro 2.31 – Culturas <sup>1</sup> regadas nas bacias hidrográficas das ribeiras do Oeste. ....	41
Quadro 2.32 – Áreas/ culturas <sup>1</sup> regadas (ha) no Perímetro da Cella em 2009 e 2010. ....	42
Quadro 2.33 – Características pedológicas na área de influência da estação meteorológica. ....	43
Quadro 2.34 – Distribuição dos métodos de rega por cultura (% da área). ....	43
Quadro 2.35 – Eficiência de aplicação e distribuição (%). ....	43
Quadro 2.36 – Necessidades de água úteis por cultura <sup>1</sup> , em ano médio (m <sup>3</sup> /ha). ....	44
Quadro 2.37 – Necessidades de água úteis por cultura <sup>1</sup> , em ano seco (m <sup>3</sup> /ha). ....	44
Quadro 2.38 – Necessidades de água totais anuais para rega (dam <sup>3</sup> ), por bacia. ....	44
Quadro 2.39 – Necessidades de água para rega dos campos de golfe por bacia (dam <sup>3</sup> ). ....	46
Quadro 2.40 – Necessidades de água para usos consumptivos, em ano médio, por bacia. ....	48
Quadro 2.41 – Águas balneares costeiras segundo a Portaria n.º 267/2010, de 16 de Abril. ....	48
Quadro 2.42 – Termas concessionadas por bacia. ....	49
Quadro 2.43 – Resumo do balanço anual (recursos hídricos superficiais) por bacia, em ano médio. ....	53
Quadro 2.44 – Resumo do balanço anual (recursos hídricos superficiais) por bacia, em ano seco. ....	53
Quadro 2.45 – Critérios de satisfação das necessidades hídricas. ....	56
Quadro 2.46 – Panorama dos serviços de abastecimento, drenagem e tratamento de água, por modelo de gestão. ....	58
Quadro 2.47 – Níveis de atendimento de abastecimento público de água, por bacia. ....	60
Quadro 2.48 – Níveis de atendimento de drenagem de águas residuais urbanas, por bacia. ....	61
Quadro 2.49 – Níveis de atendimento de tratamento de águas residuais urbanas, por bacia. ....	61

Quadro 2.50 – Infra-estruturas de abastecimento público de água. ....	61
Quadro 2.51 – Infra-estruturas de drenagem e tratamento de águas residuais. ....	62
Quadro 2.52 – Registos históricos de caudais de ponta de cheia observados. ....	65
Quadro 2.53 – Parâmetros das características morfológicas das bacias. ....	67
Quadro 2.54 – Número de escoamento por secção de referência a modelar. ....	69
Quadro 2.55 – Tempo de concentração por bacia. ....	69
Quadro 2.56 – Tempo de atraso por bacia. ....	70
Quadro 2.57 – Precipitação máxima diária anual por secção de referência. ....	71
Quadro 2.58 – Caudais de ponta de cheia obtidos por aplicação de modelação hidrológica. ....	71
Quadro 2.59 – Parâmetros adoptados e caudais de ponta modelados. ....	72
Quadro 2.60 – Classificação dos valores de SPI e tempo na categoria. ....	73
Quadro 2.61 – Classificação da severidade da seca com o SPI, para $A_c$ variável. ....	75
Quadro 2.62 – Valores para o factor de erodibilidade dos solos (K). ....	77
Quadro 2.63 – Valores para factor de coberto vegetal (C). ....	79
Quadro 2.64 – Classes de perda potencial anual de solo. ....	80
Quadro 2.65 – Perda potencial de solo média em ano médio. ....	80
Quadro 2.66 – Critérios e ponderadores para o cálculo do índice de vulnerabilidade à poluição accidental. ....	85
Quadro 2.67 – Classificação do índice WRASTIC de vulnerabilidade à poluição accidental. ....	86
Quadro 2.68 – Classificação da probabilidade de ocorrência de poluição accidental. ....	87
Quadro 2.69 – Classificação do risco de poluição accidental. ....	87
Quadro 2.70 – Classificação da gravidade dos impactes. ....	87
Quadro 2.71 – Classificação da significância dos impactes. ....	87
Quadro 2.72 – Grau de risco dos focos potenciais de poluição accidental e áreas afectadas. ....	89
Quadro 2.73 – Grau de risco de poluição accidental e respectivas classes. ....	92
Quadro 2.74 – Principais características dos tipos da categoria Rios existentes nas bacias hidrográficas das ribeiras do Oeste (INAG, I.P., 2008). ....	93
Quadro 2.75 – Principais características dos tipos para a categoria águas costeiras nas bacias hidrográficas das ribeiras do Oeste (Bettencourt, <i>et al.</i> , 2003). ....	94
Quadro 2.76 – Número de tipos existentes por categoria de MA nas bacias hidrográficas das ribeiras do Oeste. ....	94
Quadro 2.77 – Distribuição das MA naturais de superfície por categoria nas bacias hidrográficas das ribeiras do Oeste. ....	96
Quadro 2.78 – Número de MA por tipo de rio e representatividade dos tipos nas bacias hidrográficas das ribeiras do Oeste. ....	96
Quadro 2.79 – Número de MA costeiras e representatividade nas bacias hidrográficas das ribeiras do Oeste. ....	97
Quadro 2.80 – Principais características (média aproximada ou tendência) das albufeiras do tipo Sul, correspondente à albufeira de São Domingos. ....	98
Quadro 2.81 – Números de MA e respectiva área ou extensão total por categoria nas bacias hidrográficas das ribeiras do Oeste. ....	99

Quadro 2.82 – Áreas de drenagem das MA subterrâneas.....	100
Quadro 2.83 – Tipos litológicos existentes nas massas de água subterrâneas afectas às bacias hidrográficas das ribeiras do Oeste..	101
Quadro 2.84 – Caracterização da transmissividade e da produtividade das massas de água subterrâneas.....	103
Quadro 2.85 – Caracterização hidrogeoquímica das massas de água subterrânea.....	106
Quadro 2.86 – Análise da tendência de evolução dos níveis piezométricos nas massas de água subterrâneas.....	106
Quadro 2.87 – Valores de recarga por MA.....	110
Quadro 2.88 – EDAS identificados nas MA subterrânea.....	115
Quadro 2.89 – Identificação dos charcos temporários mediterrânicos.....	115
Quadro 2.90 – Síntese das características dos charcos temporários mediterrânicos.....	115
Quadro 2.91 – Descritores de dimensão das instalações utilizados para estimativa de cargas poluentes.....	118
Quadro 2.92 – Capitações utilizadas para estimativa de cargas poluentes.....	118
Quadro 2.93 – Eficiências de tratamento utilizadas no âmbito da estimativa de cargas poluentes.....	119
Quadro 2.94 – ETAR urbanas inventariadas nas bacias hidrográficas das ribeiras do Oeste.....	120
Quadro 2.95 – Cargas poluentes associadas às ETAR urbanas.....	120
Quadro 2.96 – Pequenas instalações de tratamento de águas residuais urbanas inventariadas nas bacias hidrográficas das ribeiras do Oeste.....	121
Quadro 2.97 – Cargas poluentes associadas às pequenas instalações de tratamento de águas residuais urbanas.....	121
Quadro 2.98 – Pontos de rejeição de águas residuais urbanas não tratadas inventariados nas bacias hidrográficas das ribeiras do Oeste.....	121
Quadro 2.99 – Cargas poluentes associadas à rejeição de águas residuais urbanas não tratadas.....	122
Quadro 2.100 – Cargas poluentes com origem urbana estimadas para as bacias hidrográficas das ribeiras do Oeste.....	122
Quadro 2.101 – Cargas poluentes com origem na indústria estimadas para as bacias hidrográficas das ribeiras do Oeste.....	122
Quadro 2.102 – Cargas poluentes com origem na pecuária estimadas para as bacias hidrográficas das ribeiras do Oeste.....	123
Quadro 2.103 – Classes de uso do solo e respectivas taxas de exportação (kg/ha/ano).....	125
Quadro 2.104 – Síntese das cargas poluentes anuais de origem difusa estimadas para as bacias hidrográficas das ribeiras do Oeste.....	125
Quadro 2.105 – Lista de SP+OP que potencialmente poderão estar presentes nas massas de água superficiais, provenientes de fontes pontuais (P) e difusas (D), por bacia.....	127
Quadro 2.106 – Aproveitamentos hidráulicos identificados nas bacias hidrográficas das ribeiras do Oeste.....	129
Quadro 2.107 – Avaliação dos impactes das principais obras transversais nas bacias hidrográficas das ribeiras do Oeste.....	130
Quadro 2.108 – Pressões hidromorfológicas sobre as massas de água costeiras.....	132
Quadro 2.109 – Captações de água superficiais, por finalidade e por bacia.....	133
Quadro 2.110 – Cargas originadas pelas fossas sépticas e ETAR compactas com descarga no solo, por MA subterrânea.....	134
Quadro 2.111 – Poluição difusa: cargas de azoto originadas pelos sectores da pecuária, agro-indústria e agricultura por MA subterrânea.....	135
Quadro 2.112 – Captações de água por finalidade e por MA subterrânea.....	137

Quadro 2.113 – Captações de água por finalidade MA de Vieira de Leiria – Marinha Grande. ....	138
Quadro 2.114 – SP+OP e poluentes específicos por actividade económica. ....	138
Quadro 2.115 – Lista de SP+OP que potencialmente poderão estar presentes nas massas de água subterrâneas, provenientes de fontes pontuais (P) e difusas (D), por massa de água. ....	139
Quadro 2.116 – Critério de eutrofização – albufeiras e lagoas. ....	141
Quadro 2.117 – Critérios de selecção das MA afectas às ZPE. ....	141
Quadro 2.118 – Critérios de selecção das MA afectas aos SIC. ....	142
Quadro 2.119 – Principais características das zonas protegidas das bacias hidrográficas das ribeiras do Oeste. ....	143
Quadro 2.120 – Captações de água subterrânea para abastecimento público. ....	143
Quadro 2.121 – Captações de água subterrânea com perímetros de protecção publicados em Diário da República. ....	144
Quadro 2.122 – Municípios com as zonas de infiltração máxima delimitadas e respectiva legislação. ....	144
Quadro 2.123 – Profundidade aproximada das raízes das plantas (rp) em função da legenda da Carta "Corine Land Cover" (escala 1:100 000) (Adaptado de Oliveira <i>et al.</i> , 2002). ....	147
Quadro 2.124 – Divisão dos parâmetros em classe e valores a atribuir em cada classe (adaptado de Oliveira <i>et al.</i> , 2002). ....	148
Quadro 2.125 – Recarga potencial. ....	149
Quadro 2.126 – Declive da superfície topográfica (adaptado de CCDR-LVT, 2009). ....	149
Quadro 2.127 – Índices atribuídos á zona vadosa das várias litologias existentes na AML (adaptado de CCDR-LVT, 2009). ....	150
Quadro 2.128 – Índices atribuídos à zona vadosa das várias litologias existentes no OVT (adaptado de CCDR-LVT, 2010). ....	150
Quadro 2.129 – Captações para consumo humano superficiais e subterrâneas designadas como zonas protegidas. ....	152
Quadro 2.130 – Outras áreas classificadas das bacias hidrográficas das ribeiras do Oeste. ....	152
Quadro 2.131 – Número de estações para as zonas protegidas nas bacias hidrográficas das ribeiras do Oeste. ....	158
Quadro 2.132 – Número de estações para cada tipo de rede de monitorização nas bacias hidrográficas das ribeiras do Oeste. ....	158
Quadro 2.133 – Estações de monitorização utilizadas para a avaliação do estado quantitativo. ....	159
Quadro 2.134 – Estações da rede de vigilância utilizadas para a avaliação do estado químico. ....	159
Quadro 2.135 – Estações utilizadas para a monitorização das zonas designadas para a captação de água destinada ao consumo humano. ....	160
Quadro 2.136 – Resultados da aplicação do IR para as actuais redes de monitorização da avaliação do estado. ....	161
Quadro 2.137 – Número de estações por rede e por categoria de MA superficial nas bacias hidrográficas das ribeiras do Oeste. ....	162
Quadro 2.138 – Estações das redes de monitorização actuais. ....	163
Quadro 2.139 – Rede para medição das variáveis Precipitação (estações climatológicas e udográficas), Temperatura, Ventos, Humidade do ar, Evaporação e Radiação (estações climatológicas). ....	163
Quadro 2.140 – Número de estações nas redes de monitorização do estado (rede de vigilância e rede operacional), climatológica e hidrométrica, por bacia. ....	164
Quadro 2.141 – 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. ....	172

Quadro 2.142 – 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. .....	178
Quadro 2.143 – Normas e limiares de qualidade para o estabelecimento do estado químico das massas de água subterrâneas (adaptado de INAG, 2009). .....	189
Quadro 2.144 – Exceções para limiares de qualidade acima indicados (adaptado de INAG, 2009). .....	189
Quadro 2.145 – Avaliação do estado ecológico para as MA naturais da categoria Rios e costeiras.....	190
Quadro 2.146 – Avaliação do potencial ecológico para massas de água fortemente modificadas (MAFM) Rios e albufeiras.....	190
Quadro 2.147 – Avaliação do potencial ecológico para massas de água artificiais (MAA). .....	190
Quadro 2.148 – Avaliação do estado químico para MA naturais, MAFM e MAA .....	191
Quadro 2.149 – Avaliação do estado e potencial das MA naturais, MAFM e MAA .....	193
Quadro 2.150 – Resultados dos testes realizados para avaliação do estado quantitativo das massas de água subterrâneas.....	193
Quadro 2.151 – Avaliação do estado quantitativo das MA subterrâneas. ....	194
Quadro 2.152 – Resultados dos testes realizados para avaliação do estado químico das massas de água subterrâneas.....	194
Quadro 2.153 – Avaliação do estado químico das MA subterrânea. ....	195
Quadro 2.154 – Análise de tendências das massas de água subterrâneas. ....	196
Quadro 2.155 – Síntese da avaliação do estado das MA subterrâneas nas bacias hidrográficas das ribeiras do Oeste. ....	197
Quadro 2.156 – Síntese da avaliação da conformidade das zonas protegidas das bacias hidrográficas das ribeiras do Oeste. ....	197
Quadro 2.157 – Síntese do estado de cumprimento das disposições legais. ....	200
Quadro 2.158 – Diagnóstico para Área Temática 1 – Quadro institucional e normativo. ....	202
Quadro 2.159 – Diagnóstico para Área Temática 2 – Quantidade de água. ....	203
Quadro 2.160 – Diagnóstico para Área Temática 3 – Gestão de riscos e valorização do domínio hídrico. ....	205
Quadro 2.161 – Diagnóstico para Área Temática 4 – Qualidade da água. ....	206
Quadro 2.162 – Diagnóstico para Área Temática 5 – Monitorização, investigação e conhecimento.....	208
Quadro 2.163 – Diagnóstico para Área Temática 6 – Comunicação e governança. ....	209
Quadro 2.164 – Diagnóstico para Área Temática 7 – Quadro económico e financeiro. ....	210

## ACRÓNIMOS

ACE – Análise Custo-Eficácia  
AFN – Autoridade Florestal Nacional  
AHE – Regadios colectivos de iniciativa pública  
APA – Agência Portuguesa do Ambiente  
ARH – Administrações de Região Hidrográfica, I.P.  
ARH Tejo – Administração da Região Hidrográfica do Tejo, I.P. (ARH do Tejo, I.P.)  
ARH Centro – Administração da Região Hidrográfica do Centro, I.P. (ARH Centro, I.P.)  
AT – Área Temática  
BGRI – Base Geográfica de Referenciação de Informação  
CAE – Classificação das Actividades Económicas  
CBO<sub>5</sub> – 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*  
CNA – Conselho Nacional da Água  
CNPGB – Comissão Nacional Portuguesa das Grandes Barragens  
CQO – Carência Química de Oxigénio  
CRH – Conselhos de Região Hidrográfica  
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  
EDM – Empresa de Desenvolvimento Mineiro, S.A.  
EDAS – Ecossistemas aquáticos dependentes das águas subterrâneas  
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 2005-2015 – Estratégia Nacional de Desenvolvimento Sustentável 2005-2015  
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 – Estações 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  
IHERA – Instituto de Hidráulica, Engenharia Rural e Ambiente  
ICOLD – *International Commission on Large Dams*  
IGAOT – Inspecção-Geral do Ambiente e do Ordenamento do Território  
IGT – Instrumentos de Gestão Territorial  
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 Oeste – Plano de Bacia Hidrográfica das Ribeiras do Oeste  
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  
PBH Ribeiras do Oeste – Plano das Bacias Hidrográficas das Ribeiras do Oeste  
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 CO<sub>2</sub>

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 FEDER

POA – Planos de Ordenamento de Albufeiras

POAAP – Planos de Ordenamento de Albufeiras de Águas Públicas

POAP – Planos de Ordenamento de Áreas Protegidas

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

PRODER – Programa de Desenvolvimento Rural do Continente

PROT – Planos Regionais de Ordenamento do Território

PROT-A – Plano Regional de Ordenamento do Território do Alentejo

PROT-AML – Plano Regional de Ordenamento do Território da Área Metropolitana de Lisboa

PROT-C – 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

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

RH Tejo – Região Hidrográfica do Tejo

RMMG – Retribuição Mínima Mensal Garantida

RSAAEP – 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*

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 DAS BACIAS HIDROGRÁFICAS

#### 1.1. TERRITORIAL E INSTITUCIONAL

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 bacia. Para tal, procedeu-se à aplicação do coeficiente de afectação da população das unidades de referência geográfica de base abrangidas pelos limites das bacias.

A determinação destes coeficientes resultou do cruzamento entre a Base Geográfica de Referência de Informação (BGRI) do INE e os respectivos dados censitários dos Censos 2001<sup>1</sup> e a delimitação das bacias de drenagem das massas de água (MA) das bacias hidrográficas das ribeiras do Oeste<sup>2</sup> pertencentes à Região Hidrográfica 4 (RH4). 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, 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 ponto referente à delimitação do domínio hídrico teve como base de trabalho a legislação em vigor, bem como o Plano de Bacia Hidrográfica das Ribeiras do Oeste (PBH Oeste) e o Plano Nacional da Água (PNA), ambos elaborados em 2001.

##### 1.1.1. Enquadramento geográfico e administrativo<sup>3</sup>

As bacias hidrográficas das ribeiras do Oeste (Figura 2.1) estão integradas na região hidrográfica do Vouga, Mondego, Lis e ribeiras do Oeste – Região Hidrográfica 4 – definida pelo Decreto-Lei n.º 347/2007, de 19 de Outubro, correspondendo-lhe uma área em terra de 2 412 km<sup>2</sup>, que representa 17% da região hidrográfica supracitada. Considerando o plano de água das massas de água costeiras, a área é de 2 798 km<sup>2</sup>. As bacias hidrográficas das ribeiras do Oeste constituem uma estreita faixa, com cerca de 120 km de extensão, que apresenta uma orientação de NNE-SSW e uma largura

#### INDICADORES:

445 683 habitantes

185 hab./km<sup>2</sup>

120 idosos por cada 100 jovens

54,8% da população empregada no sector terciário

820,59 € de ganho médio mensal dos trabalhadores

48 471 empresas com sede na região

6 037 milhões € de VAB

15,8 mil € de PIB *per capita*

<sup>1</sup> Importa referir que no âmbito do PBHRO não foi possível utilizar os dados referentes aos Censos 2011, dado que à data de elaboração do Plano estes ainda não se encontravam disponíveis.

<sup>2</sup> Fornecido pela ARH Tejo, I.P.

<sup>3</sup> 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.

máxima da ordem dos 35 km. A área total das bacias hidrográficas das ribeiras do Oeste engloba 8 bacias com áreas superiores a 70 km<sup>2</sup>. Estas bacias correspondem às 7 bacias hidrográficas das principais linhas de água, a que acresce uma bacia correspondente à área sobrance que integra as pequenas linhas de água que drenam directamente para o Oceano Atlântico.

As bacias hidrográficas das ribeiras do Oeste confinam com a região hidrográfica do Tejo, a Este, e com a bacia hidrográfica do Lis, a Norte e Nordeste. O alinhamento montanhoso das Serras de Candeeiros e de Montejuento, prolongada para Sul pelas elevações de Malveira, da Carregueira e pelo extremo nascente da Serra de Sintra, faz a separação de águas (linha da cumeada) com a região hidrográfica do Tejo. A separação com a bacia do rio Lis não é tão marcada em termos fisiográficos.

A rede hidrográfica é relativamente densa e de traçado irregular, embora seja dominante a orientação preferencial genérica dos eixos principais de Noroeste para Sudoeste. De um modo geral, estes principais cursos de água revelam, no troço terminal, uma sobre-escavação do seu vale, posteriormente preenchida por aluviões, o que lhes confere o aspecto de corredores aplanados, muitas vezes sinuosos e densamente aproveitados agricolamente.

Nas bacias hidrográficas das ribeiras do Oeste encontram-se delimitadas 40 MA superficiais, distribuídas pelas seguintes categorias: 36 MA Rios e quatro MA Costeiras.

Relativamente às águas subterrâneas, existem nas bacias hidrográficas das ribeiras do Oeste 11 MA, das quais apenas oito se encontram afectas a estas bacias hidrográficas. Conforme disposto no n.º 2 do Artigo 1.º do Decreto-Lei n.º 347/2007, de 19 de Outubro, existem duas MA subterrâneas, em parte localizadas na área das bacias das ribeiras do Oeste, cuja gestão foi atribuída à região hidrográfica do Tejo (RH5), e uma MA subterrânea atribuída à região hidrográfica do Vouga, Mondego, Lis e Ribeiras do Oeste – bacia hidrográfica do Lis, respectivamente: Pisões – Atrozela, Bacia do Tejo – Sado / Margem Direita e Vieira de Leiria – Marinha Grande.



Figura 2.1 – Enquadramento geográfico das bacias hidrográficas das ribeiras do Oeste.

As bacias hidrográficas das ribeiras do Oeste, com um total de 445 683 habitantes, englobam 17 concelhos, dos quais 5 estão totalmente inseridos nestas bacias e 12 parcialmente. 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 balneares, zonas sensíveis em termos de nutrientes, Zonas de Protecção Especial (ZPE), Sítios de Importância Comunitária (SIC), zonas de infiltração máxima, e áreas protegidas.

Tendo em vista a caracterização das bacias hidrográficas das ribeiras do Oeste e a apresentação de resultados, a divisão em unidades de análise homogéneas torna-se essencial, pelo que, para efeitos de planeamento, foram definidas oito bacias hidrográficas, cobrindo na totalidade o âmbito espacial do PBH Ribeiras do Oeste (Quadro 2.1).

Como principais cursos de água das bacias hidrográficas das ribeiras do Oeste são relevantes o Rio Alcoa, o Rio Tornada, o Rio Arnóia, o Rio Real, a Ribeira de São Domingos, o Rio Grande, o Rio Alcabrichel, o Rio Sizandro, a Ribeira do Sobral, a Ribeira do Cuco, o Rio Lisandro e a Ribeira de Colares. Às bacias hidrográficas das ribeiras do Oeste, encontram-se associadas as massas de água costeiras, compreendidas entre a zona Sul da Praia da Vieira, na Marinha Grande, e o Cabo Raso e ainda a Lagoa de Óbidos (Quadro 2.1).



Mapa 1 – Enquadramento geográfico das bacias hidrográficas das ribeiras do Oeste



Mapa 2 – Bacias hidrográficas das ribeiras do Oeste

Quadro 2.1 – Bacias hidrográficas das ribeiras do Oeste, correspondente área e concelhos abrangidos.

Bacia	Área (km <sup>2</sup> )	N.º de concelhos abrangidos
Rio Alcobaça	421	5
Rio Tornada	247	4
Rio Arnóia	450	7
Ribeira de São Domingos	70	3
Rio Alcabrichel	151	4
Rio Sizandro	334	4
Rio Lisandro	168	2
Ribeiras Costeiras do Oeste	571	15
<b>Total</b>	<b>2 412</b>	<b>17*</b>

\* Na totalidade são 17 concelhos, dado que existem concelhos abrangidos por várias bacias.  
Fonte: ARH do Tejo, I.P. 2010. INE – Anuários Estatísticos Regionais, 2008.

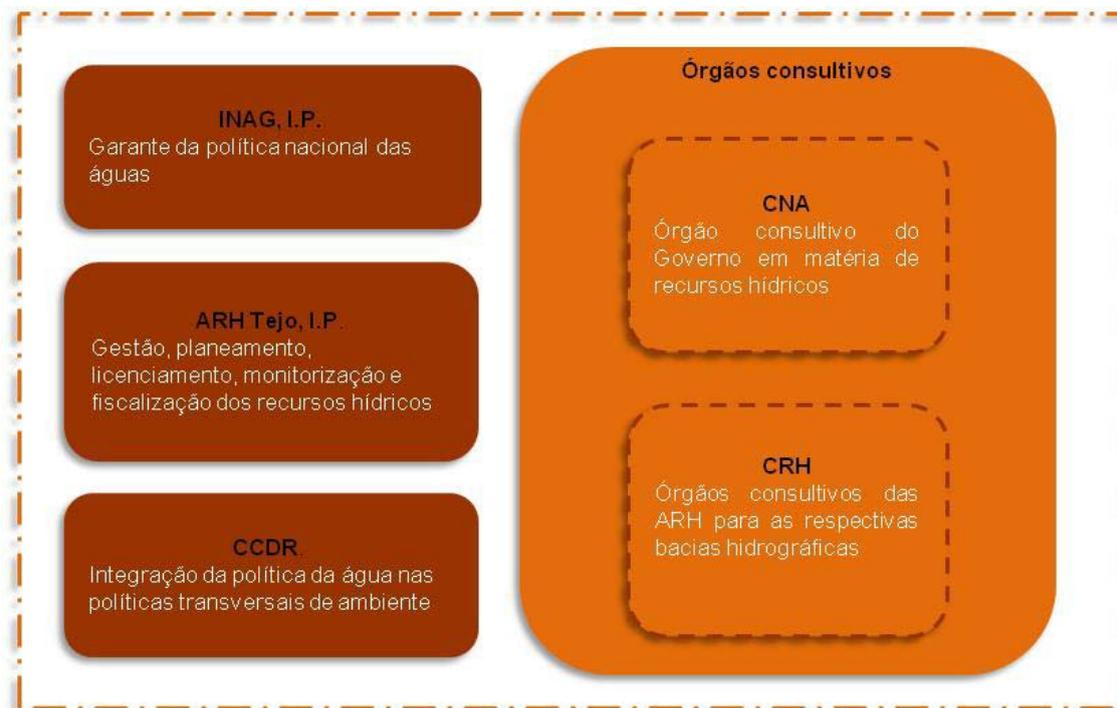
As áreas apresentadas não incluem o plano de água das MA costeiras pertencentes às bacias hidrográficas das ribeiras do Oeste, CWB-II-4 e CWB-II-3, a que correspondem aproximadamente, 795 km<sup>2</sup> e 2 003 km<sup>2</sup>, respectivamente. A bacia Ribeiras Costeiras do Oeste abrange a MA CWB-II-4, na totalidade, e a MA CWB-II-3, parcialmente, sendo que a gestão desta MA costeira se encontra partilhada com a ARH do Centro.

### 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 PBH Ribeiras do Oeste.

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 quatro 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”.



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)  
Fonte: QSIGA da região hidrográfica do Vouga, Mondego, Lis e Ribeiras do Oeste, INAG, I.P., 2009

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

A RH4, cuja área geográfica está definida no Decreto-Lei n.º 347/2007, de 19 de Outubro, está sob jurisdição da ARH Tejo e Centro e são atribuições destas entidades, na área territorial da sua jurisdição, a protecção e a valorização dos componentes ambientais das águas.

A elaboração do PBH Ribeiras do Oeste foi determinada no Despacho n.º 18313/2009, de 7 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 do Centro é responsável pela titularidade das ocupações e usos dos recursos hídricos da RH4. No entanto na sequência de um despacho de delegação de competências estabelecido entre a ARH

do Centro, e a ARH do Tejo, I.P., a área abrangida pelas ribeiras do Oeste ficará sob a responsabilidade da ARH do Tejo, I.P.

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 PBH Ribeiras do Oeste não permite o exercício de demarcação, pelo que, foi feita uma abordagem geral tendo como ponto de partida o conceito de "navegável e fluatável".

## 1.2. CLIMATOLOGIA

A caracterização climática na área de abrangência das bacias hidrográficas das ribeiras do Oeste e respectiva classificação teve por base a análise dos principais meteoros e respectivos valores normais, associados a 17 estações meteorológicas da rede do Instituto de Meteorologia, I.P. (IM), 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)
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
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
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
Setúbal (E170)	734,50	16,10	325,56	271,07	788,99	463,43
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
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

Tendo em conta os dados climáticos característicos verifica-se que o clima nas bacias hidrográficas das ribeiras do Oeste é do tipo temperado mediterrâneo, com um período seco de dois meses correspondentes a Julho e Agosto. A temperatura média anual varia entre 14,3°C (nas zonas mais a Norte junto à costa atlântica) e 16,5°C (localizada na zona próxima do estuário do Rio Tejo) e a precipitação anual situa-se entre os 871 mm (na zona próxima de Rio Maior) 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
S. Pedro de Moel (E121)	IM	678,00	62,00	-	-	-	-	-	-
Alcobaça (E126)	IM	833,80	56,00	-	-	-	-	-	-
Rio Maior (E130)	IM	871,60	99,30	-	-	-	-	-	-
Santarém/Esc. Agrícola (E132)	IM	714,80	104,50	511,7	395,6	578,9	954,5	871,2	1200,6
Vimeiro (E136)	IM	682,10	80,00	-	-	-	-	-	-
Dois Portos (E139)	IM	699,90	130,00	510,8	455,2	569,8	956,2	810,4	1139,2
Colares/Sarrazola (E148)	IM	754,50	170,00	-	-	-	-	-	-
Cabo da Roca (E150)	IM	523,60	149,00	-	-	-	-	-	-
Lisboa/Tapada da Ajuda (E162)	IM	706,70	112,50	501,4	406,8	554,1	980,1	820,9	1315,2
Lavradio (E166)	IM	588,10	68,30	369,0	315,5	417,8	779,2	717,9	927,2
Setúbal (E170)	IM	734,50	97,50	-	-	-	-	-	-

Estação	Rede	Precipitação em Ano Médio (mm)		Precipitação Ano Seco (mm)			Precipitação Ano Húmido (mm)		
		Anual	Máximo diário	Média	Mínima	Máxima	Média	Mínima	Máxima
Cabo Carvoeiro (E530)	IM	606,10	106,50	-	-	-	-	-	-
Sintra/Granja/Base Aérea (E532)	IM	818,40	143,20	-	-	-	-	-	-
Montijo/Base Aérea (E534)	IM	574,80	80,90	355,7	305,1	390,3	856,1	766,7	992,1
Lisboa/Portela (E536)	IM	685,90	115,40	524,4	442,5	581,9	1029,9	914,8	1336,0
Ota/Base Aérea (E539)		657,10	163,00	-	-	-	-	-	-
Monte Real/Base Aérea (E540)		806,40	72,20	-	-	-	-	-	-

Quanto à humidade relativa média do ar às 9 horas, os dados analisados mostram que esta varia entre um valor mínimo de 75%, registado na estação situada na zona interior Sul (perto de Lisboa), 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 5 275 e 5 710 MJ/m<sup>2</sup>, 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 1 573 mm obtidos na zona interior Sul (perto de Lisboa) e os 839 mm registados na estação de Cabo Carvoeiro, situando-se o valor médio em cerca de 1 138 mm.

Quanto à evapotranspiração potencial anual, verifica-se que os valores anuais mais baixos, situados entre os 707 mm e os 728 mm foram obtidos nas estações de S. Pedro de Moel, Cabo da Roca e Cabo Carvoeiro, todas localizadas junto à costa atlântica. Em oposição, os valores anuais mais elevados, da ordem dos 800 mm, registam-se na zona Sul com o valor máximo a registar-se na estação de Lavradio.

Relativamente ao regime de ventos, destaca-se que em todo o território o rumo Norte é predominante junto à costa atlântica perdendo representatividade para o rumo Noroeste à medida que se progride para o interior do território continental. Quanto à velocidade média do vento, esta varia entre 6 e 18 km/h, com os valores mais elevados a corresponderem às estações costeiras

## 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 ameno em todas as bacias hidrográficas das ribeiras do Oeste.



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  $Ih = Iu - 0,6 Ia$ , em que Iu e Ia 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 (Iu) dado pelo quociente entre o *superávit* ou excesso de água e aquela mesma evapotranspiração;
- evapotranspiração potencial (ETP);
- eficácia térmica no Verão (Et) determinada pelo o 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 pouco húmido (B<sub>1</sub>) na região Este da bacia e sub-húmido seco (C<sub>1</sub>) nas zonas mais próximas da costa, nomeadamente na envolvente aos cabos da Roca e Carvoeiro.

## 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.

### 1.3.1. Hidrografia

A rede hidrográfica das bacias hidrográficas das ribeiras do Oeste é relativamente densa e de traçado irregular, embora seja dominante a orientação preferencial genérica dos eixos principais de Nordeste para Sudoeste, também ocorrem casos em que o traçado é regular de orientação Este para Oeste.



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

Os principais cursos de água das bacias hidrográficas das ribeiras do Oeste são, de Norte para Sul, os rios Alcobaça, Tornada, Arnóia, São Domingos, Alcabrichel, Sizandro e Lisandro. Geralmente estes principais cursos de água revelam, nos troços terminais, uma sobre-escavação do seu vale, posteriormente preenchida por aluviões, que lhes conferem o

aspecto de *corredores aplanados*, muitas vezes sinuosos e intensamente aproveitados agricolamente. Por outro lado, a bacia Ribeiras Costeiras do Oeste, que corresponde ao território sobranete fora das áreas das bacias principais, integra pequenos cursos de água costeiros, de carácter muito sazonal, por vezes apenas torrenciais. O Quadro 2.4 apresenta a constituição da rede hidrográfica das bacias hidrográficas das ribeiras do Oeste.

Quadro 2.4 – Bacias hidrográficas das bacias hidrográficas das ribeiras do Oeste.

Bacia	Curso Principal	Afluentes
Rio Alcobaça	Rio Alcobaça	Rio Areia Rio Alcoa Rio do Meio
Rio Tornada	Rio Tornada	Ribeira da Amieira Ribeira de Alfeizerão Vala Real
Rio Arnóia	Rio Arnóia	Rio Real Rio Bogola Rio de Santo António Rio da Corga
Ribeira de São Domingos	Ribeira de São Domingos	-
Rio Alcabrichel	Rio Alcabrichel	Ribeira do Casal
Rio Sizandro	Rio Sizandro	Ribeira de Pedrulos Ribeira do Espanhol
Rio Lisandro	Rio Lisandro	Ribeira de Cheleiros Ribeira da Cabrela Ribeira do Casal Novo Ribeira do Mourão Ribeira do Adrião Ribeira da Fervença
Ribeiras costeiras do Oeste	-	Ribeira de São Pedro Vale de Paredes Vale Bem Feito Rio Toxofal Rio Grande Rio do Sobral Rio do Cuco Ribeira da Samarra Ribeira de Colares

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 pressupôs uma metodologia repartida em três fases:

- Na 1.<sup>a</sup> fase delimitaram-se as bacias com áreas superiores a 1 000 km<sup>2</sup>, o que permitiu determinar os códigos de nível I a III das bacias internacionais e prosseguir o trabalho com informação de maior detalhe;
- na 2.<sup>a</sup> 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 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 2.<sup>a</sup> fase delimitaram-se as bacias com áreas superiores a 10 km<sup>2</sup>, o que permitiu realizar a codificação dos troços nacionais e internacionais e prosseguir o trabalho com informação de maior detalhe;

- na 3.ª 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 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 km<sup>2</sup> 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 Nordeste das bacias hidrográficas 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 – Afecção 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 km<sup>2</sup>, 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.

Quadro 2.5 – Afecções do conjunto das áreas das bacias endorreicas a MA superficiais.

MA		Área da MA Endorreica Afetada (km <sup>2</sup> )	Bacia	Bacia Hidrográfica
Código	Nome			
PT05TEJ0970	Rio Alviela	97,7	Rio Alviela	Tejo
PT05TEJ0907	Cova da Areia	24,3	Rio Zézere	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

As bacias hidrográficas das ribeiras do Oeste recebem apenas uma pequena contribuição de área das massas de endorreicas, com cerca de 3,8 km<sup>2</sup>, enquanto à totalidade da região hidrográfica do Vouga, Mondego e Lis está associada uma área de 64,7 km<sup>2</sup> de massas de água endorreicas. Quanto à região hidrográfica do Tejo, esta é aquela que recebe uma maior contribuição de área, especificamente um total de 182 km<sup>2</sup>.

Salienta-se ainda que, embora o comportamento das massas de água subterrâneas do Maciço Calcário Estremenho já tenha um conhecimento hidrológico aprofundado, a quantificação de descarga para as massas de água superficiais ainda carece de estudos de pormenor.

### 1.3.2. Hidrologia

A rede udométrica susceptível de ser utilizada na caracterização pluviométrica anual e mensal, nas bacias hidrográficas das ribeiras do Oeste, 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, nas bacias hidrográficas das ribeiras do Oeste, 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:

$$\frac{\sum P_{ano\_com\_falha}}{\sum pesos\_médios\_existentes}$$

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 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.



Mapa 7 – Estações udométricas seleccionadas nas bacias hidrográficas das ribeiras do Oeste com valores de precipitação anual e respectivas séries.

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 com valores de escoamento mensal

Quadro 2.6 – Precipitação anual ponderada por bacia.

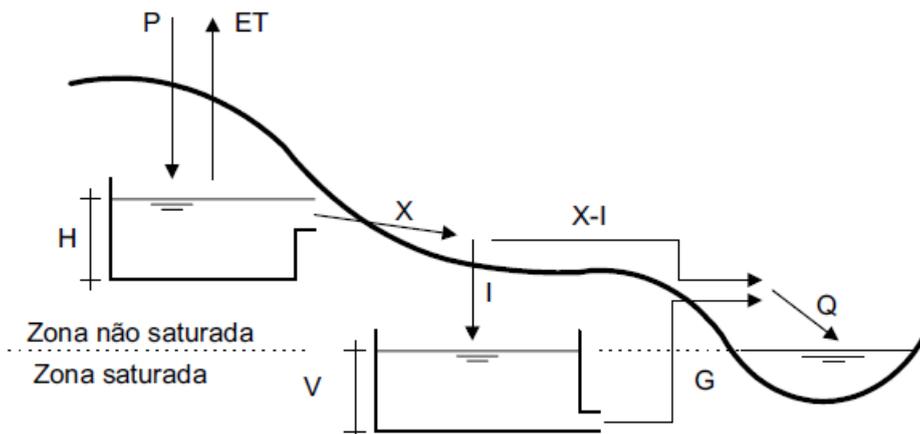
Bacia	Precipitação anual ponderada (mm)		
	Ano Seco	Ano Médio	Ano Húmido
Rio Alcobaça	658	868	1 077
Rio Tornada	620	809	999
Rio Arnóia	583	765	948
Ribeira de São Domingos	518	711	904
Rio Alcabrichel	520	716	913
Rio Sizandro	577	780	983
Rio Lisandro	510	707	904
Ribeiras Costeiras do Oeste	559	761	962

### 1.3.2.1. Modelo de precipitação-escoamento

#### a) Regime natural

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 *Temez*. Trata-se de uma simplificação do clássico modelo de *Stanford* – SWM (*Stanford Watershed Model*), proposto por *Linsley* em 1960.

O modelo de *Temez*, Figura 2.3, considera que, numa 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 *Temez*.

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 esco 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* às bacias hidrográficas das ribeiras do Oeste 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 ( $\alpha$ ); e outra de simulação do escoamento na 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 conduziu à utilização unicamente de 5 postos udométricos, situados nas bacias hidrográficas das ribeiras do Oeste e 7 nas regiões contíguas (RH5). A evapotranspiração potencial foi estimada, na totalidade das 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 2.7 apresentam-se os valores de calibração utilizados, assim como a correspondente afectação às bacias para as quais não existem estações hidrométricas.

Quadro 2.7 – Valores da calibração para aplicação do modelo de Temez.

Bacia	Dados de calibração						
	Bacia	Posto	Período de calibração	C	H <sub>max</sub> (mm)	I <sub>max</sub> (mm)	α (dia-1)
Rio Alcoaça	-	-	-	0,75	200	50	0,02
Rio Tornada	-	-	-	0,75	220*	50	0,02
Rio Arnóia	Rio Arnóia	Ponte de Óbidos	1990/1991 - 1995/1996	0,75	350	50	0,02
Ribeira de São Domingos	-	-	-	0,8*	350	150	0,02
Rio Alcabrichel	-	-	-	0,8*	350	50	0,02
Rio Sizandro	-	-	-	0,8*	350	50	0,02
Rio Lisandro	-	-	-	0,8*	250*	50	0,02
Ribeiras Costeiras do Oeste	-	-	-	0,8*	300*	50	0,02

\* Coeficientes ajustados

Nota: As áreas apresentadas não incluem o plano de água na bacia Ribeiras Costeiras do Oeste. Considerando o plano de água das massas de água costeiras, a área total das bacias hidrográficas das ribeiras do Oeste é de 2 798 km<sup>2</sup>.

Com base na reconstituição da série de escoamentos mensais para regime natural, determinou-se o escoamento anual médio para cada uma das bacias hidrográficas. O Quadro 2.8 apresenta os valores anuais da precipitação ponderada e do respectivo escoamento por bacia.

Quadro 2.8 – Área, precipitação ponderada e escoamento em regime natural médios anuais, por bacia.

Bacia	Área (km <sup>2</sup> )	Precipitação Ponderada (mm)	Escoamento (mm)	Escoamento (hm <sup>3</sup> )
Rio Alcoaça	421	784	230	97
Rio Tornada	247	773	207	51
Rio Arnóia	450	890	209	94
Ribeira de São Domingos	70	889	178	12
Rio Alcabrichel	151	890	186	28
Rio Sizandro	334	845	154	52
Rio Lisandro	168	756	166	28
Ribeiras Costeiras do Oeste	572	801	191	109
<b>Total</b>	<b>2 412</b>	<b>823*</b>	<b>195*</b>	<b>471</b>

\* Valor médio ponderado pela área

Nota: As áreas apresentadas não incluem o plano de água na bacia Ribeiras Costeiras do Oeste. Considerando o plano de água das massas de água costeiras, a área total das bacias hidrográficas das ribeiras do Oeste é de 2 798 km<sup>2</sup>.

As bacias hidrográficas das ribeiras do Oeste possuem um valor de altura de escoamento anual médio em regime natural de 195 mm. Verifica-se que geralmente as bacias situadas mais a Norte, Alcoaça, Arnóia e Tornada



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

possuem valores de altura de escoamento mais elevados. A bacia Ribeira de São Domingos é aquela que possui menor disponibilidade hídrica em todas a área das ribeiras do Oeste. Contrariamente, a bacia Ribeiras Costeiras do Oeste é uma das bacias que possui maiores disponibilidades hídricas, com valores a variar entre 26 hm<sup>3</sup> e 192 hm<sup>3</sup>.

### b) Regime modificado

O Quadro 2.9 apresenta os caudais característicos para o conjunto das estações hidrométricas que possuem registos de caudais médios diários. A partir da análise das curvas de duração de caudais, apresentam-se os caudais característicos para diferentes durações.

Quadro 2.9 – Caudais característicos.

Bacia	Estação	N.º anos de registos	Caudais Característicos (m <sup>3</sup> /s)				Duração do Módulo (dias)
			Máximo (10 dias)	Mediano (180 dias)	Estiagem (355 dias)	Modular	
Rio Arnóia	Gaeiras (17C/05H)	2	1,72	0,04	0	0,20	59
Rio Arnóia	Óbidos (17C/03H)	2	4,74	0,48	0,11	0,98	117
Rio Arnóia	Ponte Óbidos (17C/04H)	6	2,58	0,39	0,09	0,6	93
Ribeiras Costeiras do Oeste	Colares (21A/05H)	3	197	33	6	51	128

A análise das curvas de caudal médio diário evidencia que a estação hidrométrica Colares possui um caudal distinto das restantes. Na duração do módulo denota-se diferenças substanciais entre a estação hidrométrica de Gaeiras, caudal modular excedido 59 dias num ano, enquanto as restantes possuem valores próximos dos 100 dias. No entanto, a diminuta quantidade de dados hidrométricos pode condicionar a análise, na medida em que as diferenças entre os valores das estações Óbidos e Gaeiras, presentes na mesma bacia, indicam conclusões distintas quanto à regularização dos caudais nessa bacia.

Para o regime modificado importa identificar as principais obras hidráulicas susceptíveis de modificar o regime natural, nomeadamente aproveitamentos hidráulicos, caudais ecológicos ou regime de caudais ecológicos a eles atribuídos, já que não existem infra-estruturas de transferências de água nas bacias hidrográficas do Oeste, com excepção das associadas à transferência de caudais da RH5 para esta bacia, através do sistema de abastecimento de Castelo de Bode, da EPAL.

### Características das albufeiras

A área total das bacias hidrográficas das ribeiras do Oeste inclui seis aproveitamentos hidráulicos, a que corresponde uma capacidade útil de armazenamento de cerca de 14 hm<sup>3</sup>. Os seis aproveitamentos hidráulicos são: Alvorninha, Óbidos, São Domingos, Quinta do Rol, Toxofal e Sobrena.

Pode-se constatar que o valor da capacidade de armazenamento total nas bacias hidrográficas das ribeiras do Oeste é manifestamente reduzido, face ao respectivo escoamento anual médio. Por outro lado, não existem transferências que tenham como origem ou destino os cursos de água ou albufeiras existentes nesta região. Assim sendo, o regime de caudais nas linhas de água desta região tem vindo a adaptar-se às variações tanto dos diferentes usos da água (abastecimento, rega) como dos usos do solo. Face à exiguidade de dados relativos a registos de caudais, não é possível avaliar variações do regime de caudais baseadas em observações. No entanto, face à diminuta capacidade de armazenamento instalada através da criação de albufeiras e à ausência de transferências, é legítimo admitir que o actual regime de caudais nesta região não estará tão afastado de um regime natural como seguramente acontece em muitos outros casos, como é o caso do rio Tejo. Acresce ainda que a maior albufeira da região, a da barragem de São

Domingos, está situada muito próximo da costa, pelo que a alteração do regime de caudais a jusante afectará um troço relativamente curto da linha de água.

### **Transferências**

No caso das bacias hidrográficas das ribeiras do Oeste, não existem transferências directas para cursos de água ou para albufeiras, verificando-se a transferência de volumes de água da região hidrográfica do Tejo (RH5) para estas bacias a partir da albufeira de Castelo de Bode, através do sistema de abastecimento da EPAL.

### **Caudais ecológicos**

No contexto nacional, apenas para as barragens e açudes sujeitos a Avaliação de Impacte Ambiental e 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.

Na área das bacias hidrográficas das ribeiras do Oeste existem barragens que foram sujeitas a Procedimento de AIA: Barragem do Toxofal (1994), Barragem de Sobrena (1994), Barragem de Óbidos (1995), Barragem de Alvorninha (1996) e Barragem de Lubreiros (1996), não estando esta última construída.

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.

#### **c) Disponibilidades hídricas**

A avaliação das disponibilidades de água afluente à secção de referência das bacias foi efectuada contabilizando os valores de escoamento em regime natural, calculados a partir do modelo de precipitação-escoamento. Dado que a estimativa das séries de escoamento em regime modificado por bacia, reflectem o balanço necessidades-disponibilidades, esta é apresentada no Capítulo 1.7 – Usos e Necessidades de Água. A Figura 2.4 apresenta as disponibilidades hídricas das bacias hidrográficas das ribeiras do Oeste, em ano seco, médio e húmido.

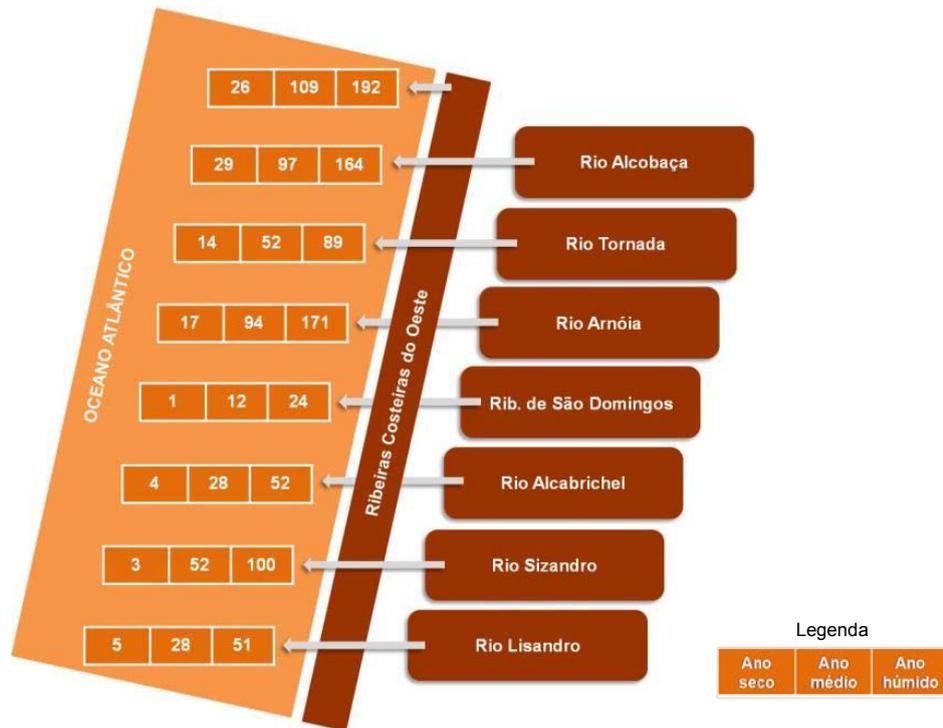


Figura 2.4 – Disponibilidades hídricas (hm<sup>3</sup>) nas bacias hidrográficas das ribeiras do Oeste, em regime natural.

### 1.3.3. Hidrodinâmica lagunar e costeira

#### 1.3.3.1. Dinâmica lagunar

A Lagoa de Óbidos, único caso de dinâmica lagunar nas bacias hidrográficas das ribeiras do Oeste, é uma laguna costeira de baixa profundidade, cuja hidrodinâmica é determinada, essencialmente, pela maré e pela interacção entre esta e o regime de agitação marítima. A comunicação da lagoa com o mar faz-se através de uma barra móvel, vulgarmente conhecida como “aberta”, cuja evolução se traduz num complexo processo de migração, fecho e abertura, processo que é condicionado pela hidrodinâmica local, bem como pelas intervenções de dragagem da barra e dos canais no interior da lagoa (Nemus, 2008).

A circulação de água na Lagoa de Óbidos é principalmente causada pela propagação das marés que são tipo semi-diurno, com amplitude média de 2m, propagando-se por toda a lagoa com características de uma onda progressiva amortecida (Nemus, 2008), sendo no entanto assimétrica, com dominância da enchente.

O canal de ligação ao oceano apresenta tendência para o assoreamento, ocorrendo naturalmente fechos episódicos da embocadura desde há vários séculos, os quais são causados pelo facto das correntes de vazante não serem suficientes para compensar a deposição de sedimentos costeiros junto à embocadura, promovidos pela agitação marítima e pelas correntes de enchente.

O processo de migração da barra e orientação do escoamento são actualmente condicionados por um dique, o qual foi construído com o objectivo de proteger da erosão a margem norte da embocadura. O canal que liga a lagoa ao mar, devido aos fenómenos sazonais da barra, tem vindo progressivamente a sofrer um processo de migração para a zona da praia do Bom Sucesso provocando a erosão na margem sul da embocadura (Nemus, 2008).

Recentemente, em 2010, verificou-se uma inversão da tendência de migração para Sul, tendo a barra migrado progressivamente para Norte, provocando o quase desaparecimento da praia da Foz do Arelho.

As alterações no processo de migração da barra, foram abordadas em alguns estudos (Vieira *et al*, 1995; ICTM, 1994 *in* INAG, 1998), que concluíram da existência de deriva litoral na região da barreira de Óbidos que, em regime médio é dirigida para Sul, mas com uma magnitude diminuta (cerca de 30 000 m<sup>3</sup>/ano a 50 000 m<sup>3</sup>/ano) quando comparado com o caudal sólido bruto anual (cerca de 1.5 milhões de m<sup>3</sup>). Os estudos referidos provam que estes valores e o próprio sentido da resultante anual são altamente sensíveis ao rumo das ondas usado nos cálculos, concluindo-se que este troço litoral tem um regime de equilíbrio extremamente dinâmico mas resultante líquida de muito pequena magnitude. Adicionalmente, os estudos analisaram a distribuição dos resíduos anuais do transporte sólido litoral ao longo do perfil da praia submarina, concluindo que, embora esse resíduo, integrado ao longo da totalidade do perfil possa ter resultante para Sul, a sua orientação na zona de pequenas profundidades e sobre a face de praia pode ser dirigida para Norte.

### 1.3.3.2. Dinâmica costeira

Na costa Oeste de Portugal, a predominância de rumos de agitação marítima rodados a NW e orientação da linha de costa promove o transporte sólido longilitoral preferencialmente dirigido de Norte para Sul pelas correntes de deriva litoral, embora com magnitude diferenciada. Segundo LNEC (1998), o transporte litoral entre a Nazaré e a Figueira da Foz apresenta um saldo anual superior a 1 milhão de m<sup>3</sup>/ano. O canhão submarino da Nazaré, cuja cabeceira morde vincadamente a plataforma continental, gera um importante sumidouro/poço sedimentar, desviando e subtraindo ao trânsito sedimentar as areias provenientes de Norte, as quais são canalizadas para os grandes fundos, não retornando para o sistema litoral.

Para Sul da Nazaré e até à região de Lisboa, a deriva residual é ainda preferencialmente dirigida para Sul, mas devido ao efeito da reorientação da linha de costa, essencialmente constituída por troços lineares rodados a Nascente, os volumes envolvidos decrescem apreciavelmente, de uma a duas ordens de grandeza.

Da Nazaré a Peniche a costa é essencialmente linear, com orientação geral NE-SW, apenas perturbada no extremo sul pelos promontórios rochosos do Baleal e de Peniche. Corresponde a uma rotação em sentido horário da orientação geral da costa que lhe é adjacente a Norte, e por esta razão, o fluxo longilitoral de energia que se lhe associa, embora mantenha direcção residual apontada a Sul, tem magnitude substancialmente mais reduzida, podendo ainda, em determinados casos, provocar um transporte litoral em ambos os sentidos com um saldo praticamente nulo.

Entre Peniche e Cascais, a deficiência sedimentar deste troço está bem ilustrada no reduzido conteúdo sedimentar das praias de areia que ocupam faixas relativamente alongadas em encaixes propícios das arribas e apenas adquirem desenvolvimento transversal considerável em desembocaduras estuarinas largas, de que são exemplos a foz do Sizandro ou a Praia do Sul. De facto, embora as arribas mostrem sintomas de movimentos de massa localizados no espaço, a natureza litológica do substrato em que se definem as arribas não é propícia a uma alimentação sedimentar abundante da costa.

Para o litoral de Sintra, os resultados obtidos por Andrade *et al* (2010), confirmam a tendência global de escassez de alimentação sedimentar neste troço costeiro, tendo sido obtidos valores de deriva residual potencial dirigida para sul da ordem de 800 milhões de m<sup>3</sup>/ano, valor este que excede significativamente a intensidade das fontes sedimentares terrestres neste troço. Tendo-se admitido que na fronteira norte do litoral do concelho de Sintra a magnitude da deriva litoral não excede a ordem de grandeza de 10 milhões de m<sup>3</sup>/ano (Consulmar, 2003 *in* Andrade *et al*, 2010), aqueles autores concluíram que o potencial de transporte sólido das ondas é muito superior ao abastecimento sedimentar efectivo, resultando uma situação de défice sedimentar que justifica a escassez de formas costeiras de acumulação e a organização morfológica das praias deste troço costeiro.

## 1.4. GEOLOGIA E GEOMORFOLOGIA

### 1.4.1. Geologia

A área das bacias hidrográficas das ribeiras do Oeste ocupa uma parte importante da unidade morfo-estrutural da Orla Meso-cenozóica Ocidental, uma das unidades morfo-estruturais em que se decompõe o território continental português.



Mapa 13 – Carta geológica (adaptada da Carta Geológica de Portugal continental à escala 1:500 000)

Os terrenos que constituem a Orla 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.

As formações geológicas mais antigas que se encontram são do Triásico-Jurássico inferior, e apenas afloram num contexto tectónico peculiar que são os diapiros. Esta formação, designada por Grés de Silves que é constituída, essencialmente, por arenitos e conglomerados de cor avermelhada, termina com um complexo argilo-margoso designado por Formação das Margas da Dagorda, que tem incorporadas massas de gesso e sal-gema, que afloram nas estruturas diapíricas de Nazaré, Caldas da Rainha, Vimeiro, etc. Sucedem-se formações, de natureza calco-margosa, constituídas por dolomias, calcários dolomíticos, calcários compactos, calcários margosos e margas pertencentes ao Jurássico inferior (Liássico).

No Jurássico médio afloram calcários mais puros, compactos e bastante espessos, que constituem a estrutura principal das serras de Montejunto e dos Candeeiros. No seu conjunto constituem uma sequência muito espessa onde abundam calcários cristalinos, calcários oolíticos, calcários compactos e calcários dolomíticos e margosos.

Sequências de margas e calcários margosos, com algumas intercalações de calcários betuminosos, marcam o início do Jurássico superior. Sobrepe-se uma sequência de natureza detrítica de espessura considerável. Na base desta sequência ocorrem margas e arenitos que, para o topo, se tornam progressivamente mais detríticos. A série detrítica é constituída por arenitos, de granularidade variável, argilosos e de cores amareladas, cinzentas e acastanhadas. Estes arenitos, com importante matriz argilosa têm, por vezes, intercalações calcárias e margosas.

As formações detríticas, de natureza continental, que se lhe sobrepõem, em continuidade de sedimentação, que por vezes se tornam feldspáticas, pertencem ao Cretácico Inferior e estão presentes desde a região da Nazaré a Torres Vedras. A Sul de Torres Vedras as formações cretácicas apresentam outras características litológicas, com relativo desenvolvimento das litologias margosas e carbonatadas, exibindo também fácies de calcários recifais na região de Sintra.

No Cretácico superior devido à rotação da Península Ibérica e da abertura do Golfo da Gasconha deu-se a instalação do maciço eruptivo sub-vulcânico de Sintra, constituído por granitos, gabros e sienitos. É também no Cretácico terminal que se inicia a actividade vulcânica na região de Lisboa que se estende até à região da Nazaré. Esta actividade, bem marcada pelos muitos aparelhos vulcânicos que ainda se conservam, constituiu 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. As orientações principais da fracturação dominante são (Ribeiro *et al.* 1979): NNE-SSW, ENE-SSW e NW- SE. A orientação NNE-SSW corresponde ao principal alinhamento diapírico, que caracteriza o estilo tectónico característico da orla. Alguns destes acidentes estão preenchidos por filões de rochas eruptivas básicas.

### 1.4.2. Geomorfologia

A geomorfologia da área ocupada pelas bacias hidrográficas das ribeiras do Oeste, é consequência da instabilidade tectónica e da 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. É neste contexto que se inscrevem as serras de Montejuento e dos Candeeiros. A natureza carbonatada destas formações propicia, por dissolução dos calcários, o desenvolvimento do modelado cársico com as suas formas típicas. Esta morfologia cársica, com maior ou menor desenvolvimento, existe em todos os relevos calcários e também está presente na depressão da Ataíja a Norte da serra dos Candeeiros.

Cerca de 20 km a Oeste da serra dos Candeeiros desenvolve-se o vale tifónico das Caldas da Rainha, com orientação NNE-SSW, segundo um alinhamento tectónico, de grande extensão, que se inicia em Santa Cruz. Trata-se de uma grande depressão, nas margas hetangianas, que foi preenchida por areias marinhas fossilíferas do Pliocénico superior a que se sobrepõem areias continentais, que em alguns locais estão cobertas por aluviões modernas, desenhando deste modo um grande depressão aplanada. Deve referir-se que, com direcção paralela, se desenvolve no flanco leste da serra dos Candeeiros, idêntica estrutura que se prolonga até próximo de Leiria. Neste vale tifónico ocorrem as nascentes salgadas de Rio Maior, enquanto nas Caldas da Rainha se encontram várias emergências termominerais de fácies cloretada-bicarbonatada sódica.

Por ultimo temos a serra de Sintra que corresponde à parte emersa da intrusão que ocorreu no final do Cretácico. Esta intrusão está limitada a Norte por um acidente E-W, ao longo do qual cavalgam os depósitos detríticos oligocénicos. O movimento de ascensão parece ter continuado até ao quaternário (Ferreira, 2004).

### 1.4.3. Hidrogeologia

As bacias hidrográficas das ribeiras do Oeste abrangem 2 unidades hidrogeológicas, designadamente a Orla Ocidental e a Bacia do Tejo-Sado, tendo sido delimitadas 11 MA subterrâneas. O Quadro 2.10 identifica as MA subterrâneas, as suas áreas e o meio hidrogeológico.



Mapa 14 – Massas de água subterrâneas

Quadro 2.10 – MA subterrâneas abrangidas pelas bacias hidrográficas das ribeiras do Oeste.

Código da massa de água	Designação da massa de água	Designação da massa de água	Meio Hidrogeológico	Área Total (km <sup>2</sup> )	Área incluída nas bacias hidrográficas das ribeiras do Oeste (km <sup>2</sup> )
O04RH4	Orla Ocidental Indiferenciado das Bacias das Ribeiras do Oeste	Lagoa de Óbidos: Complexo gresoso de Olhos Amarelos e Pousio da Galeota e Gansaria	Poroso	1801,41	1801,41
		Pataias: Calcários do Dogger	Cársico		
		Vale de Lobos: Arenitos de Vale de Lobos (Cretácico inferior)	Poroso		
		Pero Pinheiro: Camadas com <i>Neolobites</i> e Calcários com Rudistas (Cretácico superior)	Cársico		
		Montejuento: Calcários do Batoniano-Bajociano; Formações do Caloviano; Camadas de Montejuento; Camadas de Cabaços (Oxfordiano); Calcários de Ota e Monte Redondo; Calcários corálicos do Amaral; Camadas de Abadia (Kimmeridgiano)	Poroso		
O12	Vieira de Leiria–Marinha Grande <sup>9)</sup>	Areias de duna (Recente), Depósitos plio-pleistocénicos indiferenciados, Depósitos miocénicos, Arenitos do Cretácico inferior	Poroso	320,5	132,8
O18	Maceira	Calcários (Jurássico inferior a médio)	Cársico	5,1	1,8

Código da massa de água	Designação da massa de água	Designação da massa de água	Meio Hidrogeológico	Área Total (km <sup>2</sup> )	Área incluída nas bacias hidrográficas das ribeiras do Oeste (km <sup>2</sup> )
O19	Alpedriz	Complexo gresoso de Cós-Juncal (Cretácico inferior) e formações carbonatadas (Cretácico superior)	Poroso	92,5	70,3
O20	Maciço Calcário Estremenho	Formações carbonatadas do Dogger e do Malm	Cársico	767,6	118,6
O23	Paço	Complexo Plio-Plistocénico de Bolhos	Poroso	6,39	6,39
O24	Cesareda	Camadas de Cabaços e de Montejuento (Jurássico superior), Calcários (Jurássico médio)	Cársico	16,82	16,82
O25	Torres Vedras	Formação de Torres Vedras (Cretácico inferior)	Poroso	79,83	79,83
O28	Pisões–Atrozela <sup>b)</sup>	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	22,1	5,7
O33	Caldas da Rainha–Nazaré	Areias marinhas fossilíferas e Areias continentais (Pliocénico superior)	Poroso	166,04	166,04
T1	Bacia do Tejo–Saão / Margem Direita <sup>b)</sup>	Arenitos de Ota (Miocénico); Calcários de Almoester (Miocénico)	Poroso	1629,0	0,3

a) Massa de água afectada à região hidrográfica do Vouga, Mondego, Lis e Ribeiras do Oeste – bacia hidrográfica do Lis

b) Massa de água afectada à região hidrográfica do Tejo

Das 11 massas de água delimitadas, dez foram identificadas por Almeida *et al.* (2000) como sistemas aquíferos, sendo que a outra massa de água subterrânea, designadamente a “Orla Ocidental Indiferenciado das Bacias das Ribeiras do Oeste”, agrega todas as formações geológicas que não foram consideradas como sistemas aquíferos.

Nas bacias hidrográficas das ribeiras do Oeste predominam as massas de água do tipo fissurado/poroso/cársico e poroso, ocupando no total cerca de 99% da área da região (Figura 2.5). O meio fissurado/poroso/cársico predomina nestas bacias hidrográficas, devido à extensa área ocupada pela massa de água O04RH4 (Orla Ocidental Indiferenciado das Bacias das Ribeiras do Oeste).

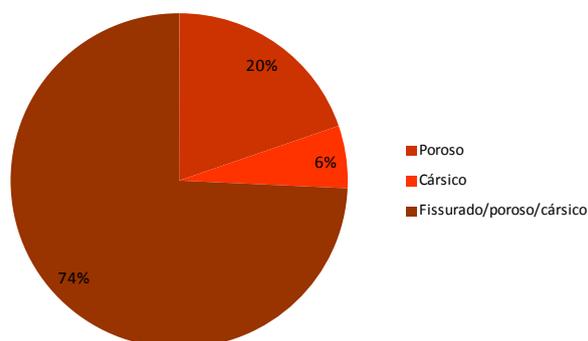


Figura 2.5 – Meios hidrogeológicos na área das bacias hidrográficas das ribeiras do Oeste.

## 1.5. CARACTERIZAÇÃO SOCIOECONÓMICA<sup>4</sup>

A caracterização socioeconómica das bacias hidrográficas das ribeiras do Oeste é constituída por duas componentes principais – indicadores demográficos e sociais e características sectoriais e territoriais das actividades económicas – tendo para o efeito sido considerados os seguintes descritores:

- a) População residente e evolução populacional;
- b) Distribuição da população residente;
- c) Estrutura etária e das famílias;
- d) Estrutura residencial (alojamentos);
- e) População flutuante;
- f) Quadro social (nível de escolaridade, rendimento e poder de compra).
- g) PIB, VAB e PIB *per capita*;
- h) Taxa de actividade e emprego por sectores de actividade;
- i) Desemprego;
- j) 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 INAG<sup>5</sup>. 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 presentes nas bacias hidrográficas das ribeiras do Oeste:

- Agricultura;
- Pecuária;
- Indústria transformadora;
- Alojamento turístico;
- Golfe;
- Pesca;
- Aquicultura.

### INDICADORES

Dimensão média família (2001): **2,8**

#### indivíduos/família

Alojamentos familiares clássicos (2001):

**220 264 fogos**, dos quais:

- residência habitual: **65,1%**
- vagos: **10,9%**
- uso sazonal: **24,0%**

Consumo de energia eléctrica (2007):

**1,8 milhões GWh**

População empregada total (2001):

**184 672 habitantes**, dos quais:

- sector primário: **8,0%**
- sector secundário: **37,2%**
- sector terciário: **54,8%**

N.º de desempregados (2010): **19 764 indiv.**

Superfície agrícola utilizada (1999): **78 913 ha**

Superfície irrigável (1999): **21 598 ha e 27,4%**

#### de Superfície Agrícola Utilizada

Superfície regada (1999): **18 235 ha e 23,1%**

#### de Superfície Agrícola Utilizada

Efectivo pecuário (1999): **519 961 efectivos**

(bovinos, suínos, ovinos e caprinos)

Indústria transformadora (2008): **3 563**

#### empresas

Pescado nos portos de desembarque (2009):

**19 493 toneladas e 43,1 milhões €**

Unidades de produção aquícola (2008): **8**

#### (activas)

Empreendimentos turísticos classificados

(2010): **218 empreendimentos e 283 696**

#### camas

N.º de campos de golfe (2007): **5**

VAB (2007): **6 037 milhões €**

<sup>4</sup> 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.

<sup>5</sup> 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.

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 2009<sup>6</sup> (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 e Turismo de Portugal.

Importa referir que no âmbito do PBHRO 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 socioeconómica, 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, bacia ou bacias hidrográficas das ribeiras do Oeste, através da aplicação do coeficiente de afectação da população das unidades de referenciação geográfica de base abrangidas pelos limites das MA ou das bacias hidrográficas. Com base na agregação da informação que foi associada às MA ou às bacias hidrográficas das ribeiras do Oeste, 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 das bacias hidrográficas, enquanto as análises anteriores são apresentadas sempre que possível para o conjunto das bacias hidrográficas e por bacia.

A aplicação da metodologia de caracterização socioeconómica anteriormente apresentada permitiu alcançar os resultados apresentados de seguida (Quadro 2.11 a 2.12).

A população residente nas bacias hidrográficas das ribeiras do Oeste representa 4,4% da população residente no Continente, situando-se, de acordo com as estimativas do Instituto Nacional de Estatística (INE), nos 445 683 habitantes em 2008.

<sup>6</sup> 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 evolução desde o anterior recenseamento (2001) traduz-se num crescimento populacional significativo para as bacias hidrográficas das ribeiras do Oeste (bastante superior à média nacional), apesar de apresentar uma estrutura demográfica envelhecida.

A vulnerabilidade social da população residente nas bacias hidrográficas das ribeiras do Oeste encontra-se representada por um total de 19 764 desempregados em 2010, cerca de 3,7% do desemprego do Continente, sendo que a variação estimada no número de desempregados entre 2001 e 2010 é maior nas bacias hidrográficas das ribeiras do Oeste do que no Continente.

Simultaneamente, no que concerne ao nível de vida nesta região, representado pelo poder de compra *per capita* e o ganho médio mensal dos trabalhadores por conta de outrem, verifica-se que o mesmo é inferior à média nacional e do Continente.

Não obstante, o Produto Interno Bruto (PIB) *per capita* da área das bacias hidrográficas, na ordem dos 15,8 milhares de euros, é semelhante ao valor correspondente ao nível nacional e do Continente.

O Valor Acrescentado Bruto (VAB) estimado para as bacias hidrográficas das ribeiras do Oeste é de 6 037 milhões de euros, cerca de 4,6% do Continente, semelhante à representatividade do tecido empresarial, estimando-se que, em 2008, se encontravam sedeadas na área das bacias hidrográficas das ribeiras do Oeste 48 471 empresas. Verifica-se um predomínio do comércio, sendo que a análise dos indicadores económicos das utilizações da água revelou fortes distinções ao nível do número de empresas, produção de valor e criação de emprego entre os sectores analisados.

Quadro 2.11 – Indicadores demográficos e sociais.

Indicadores demográficos e sociais	2001	2008	Varição
População residente (hab.)	402 750	445 683	10,7
Densidade populacional (hab./km <sup>2</sup> )	167	185	-
População flutuante (hab. equivalentes)	-	22 028	-
Nível de escolaridade (%):			
- Nenhum	28,0	-	-
- Ensino Básico	57,0	-	-
- Ensino Médio e Secundário	10,2	-	-
- Ensino Superior	4,8	-	-
População empregada (ind.)	184 671	-	-
Taxa de actividade (%)	48,5	-	-
População desempregada (ind.)	10 608	19 764 <sup>1</sup>	86,3
Taxa de desemprego (%)	5,4		-
PIB (milhões €)	-	7 043 <sup>2</sup>	-
Alojamentos familiares clássicos (n.º)	220 264	-	-
Total de empresas (n.º)	-	48 471	-

Notas:

<sup>1</sup> Maio 2010

<sup>2</sup> 2007. Calculado com base na atribuição, aos concelhos total ou parcialmente abrangidos pelas bacias hidrográficas das ribeiras do Oeste, 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 às bacias hidrográficas das ribeiras do Oeste. O PIB *per capita* foi calculado a partir da relação do PIB estimado com a população residente em 2008 nas bacias hidrográficas das ribeiras do Oeste.

Fonte:

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

INE – Anuários Estatísticos Regionais, 2008

IEFP – Concelhos - Estatísticas Mensais, Maio 2010

No sector agricultura (produção vegetal), principal sector consumidor de água, as bacias hidrográficas das ribeiras do Oeste representam cerca de 6,8% do emprego e do VAB nacional, enquanto para a pecuária o peso das bacias hidrográficas ultrapassa os 11,7%. A área das bacias hidrográficas das ribeiras do Oeste emprega 6,6% do pessoal ao serviço no Continente no sector do golfe, enquanto nos restantes usos consumptivos – a indústria transformadora e alojamento turístico – o peso não ultrapassa os 4%.

A importância da produção vegetal em termos de necessidades de água encontra-se intimamente ligada à agricultura de regadio, sendo que a superfície irrigável das bacias hidrográficas corresponde a 27,4% da Superfície Agrícola Utilizada (SAU), enquanto a área efectivamente regada corresponde a 23,1% da SAU da área das bacias hidrográficas. Nas bacias hidrográficas das ribeiras do Oeste, existe apenas um regadio colectivo classificado no grupo II – Aproveitamento Hidroagrícola da Cela.

Quadro 2.12 – Indicadores por Sector de Actividade principal utilizador de água, 2008.

Região Hidrográfica	Agricultura <sup>1</sup>	Pecuária <sup>1</sup>	Indústria Transformadora <sup>2</sup>	Alojamento Turístico <sup>3</sup>	Golfe <sup>4</sup>	Pescas <sup>5</sup>	Aquicultura <sup>6</sup>
<b>N.º de empresas/estabelecimentos/infra-estruturas</b>	647 empresas	253 empresas	3 563 empresas	218 empreendimentos turísticos	5 campos de golfe	512 empresas	8 unidades de produção (activas)
<b>Pessoal ao serviço</b>	2 272	1 417	28 994	1 748	150	1 457	32
<b>VAB (€)</b>	88 716 131	121 290 698	679 136 515	37 348 848	11 000 000	21 521 315	13 363
<b>Produtividade aparente do trabalho (€/VAB/trabalhador)</b>	39 046	85 598	23 423	21 369	73 333	17 772	418
<b>Volume de negócios (€)</b>	234 580 247	320 712 835	2 634 349 666	75 943 463	18 607 605	42 468 720	279 301
<b>Produtividade económica da água (VAB €/m3)</b>	1,5	75,0	69,9	96,0	10,3	-	-

**Notas:**

Não foram identificadas instalações de produção de energia hidroeléctrica nas bacias hidrográficas das ribeiras do Oeste, nem extracção de inertes em domínio hídrico.

<sup>1</sup> 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 às bacias hidrográficas das ribeiras do Oeste 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 foram calculados através da atribuição da mesma proporção do emprego da região a nível nacional.

<sup>2</sup> 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).

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

<sup>4</sup> O emprego, volume de negócios e VAB do golfe foi calculado com base no número de campos de golfe considerando a avaliação do impacte 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/ProductoseDestinos/Documents/ Doc2\\_CaracterizacaoGolfePortugal.pdf](http://www.turismodeportugal.pt/Portugu%C3%AAs/ AreasActividade/ProductoseDestinos/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/sitioRPER/numeros/RPER07/art\\_5.pdf](http://www.apdr.pt/sitioRPER/numeros/RPER07/art_5.pdf), acedido em 03.12.2010).

<sup>5</sup> 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 das bacias hidrográficas das ribeiras do Oeste 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 encontram-se subestimados, na medida em que os valores de vários concelhos são confidenciais.

<sup>6</sup> O emprego nas bacias hidrográficas das ribeiras do Oeste 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 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 nas bacias hidrográficas das ribeiras do Oeste (valor base disponível para a caracterização do sector).

**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  
DGE - Estatísticas-Pedreiras-Produção Anual, 1994-2007  
DGE - Produção/ Consumos, 1994-2009  
DGE - Renováveis - Estatísticas Rápidas, Agosto/Setembro 2010  
DGE - Potência instalada nas Centrais Produtoras de Energia Eléctrica, 1995-2009

A análise por bacias (Quadro 2.13) revela uma acentuada uniformidade no comportamento demográfico e socioeconómico, sendo, porém, possível identificar a influência da proximidade da área metropolitana de Lisboa (parcialmente abrangida nos concelhos de Sintra e Cascais) sobre as bacias Rio Lisandro e Ribeiras Costeiras do Oeste. Estas bacias apresentam as maiores densidades e acréscimos populacionais, maior ganho médio mensal e poder de compra *per capita*.

Quadro 2.13 – Características gerais socioeconómicas das bacias.

Bacias	Pop. residente (hab.)	Densidade populacional (hab./km <sup>2</sup> )	Variação populacional (%)	Índice de Envelhecimento*	População flutuante (habitantes equivalentes)	Ganho médio mensal dos trabalhadores (€)	Poder de compra <i>per capita</i> (€)	Taxa de actividade (%)	População empregada no sector terciário (%)	N.º de empresas
Rio Alcoaça	56 492	134	0,7	112	1 310	770,52	82,29	49,8	40,8	6 279
Rio Tornada	41 872	169	6,0	130	1 698	799,24	95,27	47,7	53,6	4 572
Rio Arnóia	62 530	139	5,8	145	2 798	774,94	81,61	45,9	55,5	6 301
Ribeira de São Domingos	11 641	167	5,5	120	787	740,84	86,18	44,5	48,6	1 199
Rio Alcabrichel	20 047	133	8,3	124	699	802,66	91,18	45,2	48,7	2 305
Rio Sizandro	72 732	217	11,1	121	2 001	803,17	94,37	48,3	59,2	8 535
Rio Lisandro	56 900	340	26,4	101	1 347	921,22	104,00	52,6	59,7	6 073
Ribeiras Costeiras do Oeste	123 469	216	14,2	113	11 389	859,18	95,82	48,9	59,4	13 207
<b>Total</b>	<b>445 683</b>	<b>185</b>	<b>10,7</b>	<b>120</b>	<b>22 028</b>	<b>820,59</b>	<b>92,00</b>	<b>48,5</b>	<b>54,8</b>	<b>48 471</b>

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 nas bacias hidrográficas das ribeiras do Oeste, 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 bacia. Nos casos em que a cartografia dos solos da DGADR não se encontrava disponível, 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 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 e os Solos Argiluvitados (Argilosos) Pouco Insaturados. Com menor predominância surgem, entre outros, os Solos Incipientes, os Solos Podzolizados e os Barros (Quadro 2.14).

Identifica-se uma afinidade selectiva entre as rochas do substrato mesozóico e cenozóico que constituem a Bordadura Ocidental e os tipos de solos e os valores de condutividade hidráulica que foram aferidos a partir de cada tipo de solo.

Quadro 2.14 – Solos nas bacias hidrográficas das ribeiras do Oeste, 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 não húmicos (47%)	Solos pouco evoluídos, de rochas não calcárias (também designados por Combissolos)
Solos Argiluvitados/ Argilosos Pouco Insaturados	Mediterrâneos vermelhos ou amarelos (30%) Mediterrâneos Pardos (<0,1%)	Solos evoluídos em que o horizonte B apresenta um grau de saturação superior a 35%.
Solos Incipientes	Regossolos (9%)  Aluviossolos (4%)  Solos de Baixas (Coluviossolos) (<1%)  Litossolos (<0,1%)	Solos em formação constituídos pela rocha desagregada. - Formam-se de rochas não consolidadas, com baixo teor em matéria orgânica e apresentam grande espessura efectiva - Formam-se nas aluviões - São solos de origem coluvial, que resultam da acumulação de depósitos muito variados em vales, depressões ou base de encostas. - Derivam de rochas consolidadas. Sujeitos a erosão forte
Solos Podzolizados	Podzóis não hidromórficos (7%)	Solos evoluídos com horizonte eluvial A2 <sup>so</sup> nítido.
Barros	Barros castanho-avermelhados (2,4%) Barros pretos (0,3%)	Solos evoluídos de natureza argilosa, com abundante montmorilonite (também designados de Vertissolos)
Solos Hidromórficos	Solos Hidromórficos, Sem Horizonte Eluvial (0,2%)	Solos sujeitos a encharcamento temporário ou permanente que provoca fenómenos marcados de redução em todo ou parte do perfil
Solos Calcários	Calcários vermelhos (0,2%) Calcários pardos (<0,1%)	Solos pouco evoluídos, formados em terrenos calcários, com percentagem variável de carbonato de cálcio ao longo do perfil e sem as características dos barros

### 1.6.2. Ocupação do solo

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

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 das bacias hidrográficas das ribeiras do Oeste, realizada com base na CLC 2000 e 2006, revela um predomínio das áreas agrícolas e agro-florestais, que representam aproximadamente 58% da área total. As áreas afectas a florestas e meios naturais e seminaturais constituem a segunda classe mais

representativa (32%). As bacias onde os territórios artificializados têm maior preponderância estão geograficamente mais próximas da área metropolitana de Lisboa e da faixa litoral, o que revela a influência da área metropolitana na dinâmica territorial dos municípios abrangidos pelas bacias hidrográficas das ribeiras do Oeste (Quadro 2.15).

Quadro 2.15 – Resumo da ocupação do solo das bacias hidrográficas das ribeiras do Oeste.

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 Alcobaça	154,59	3 202,08	7,60	6,14	19 044,44	45,22	-160,72	19 836,42	47,10	0,00	35,38	0,08	0,00	0,00	0,00
Rio Tornada	17,17	1 542,90	6,24	-31,02	15 935,52	64,40	13,86	7 218,22	29,17	0,00	47,99	0,19	0,00	0,00	0,00
Rio Arnóia	380,72	3 133,60	6,97	-65,44	29 948,51	66,61	-315,29	11 150,93	24,80	0,00	212,89	0,47	0,00	517,67	1,15
Ribeira de São Domingos	7,30	510,60	7,30	0,00	5 014,01	71,73	-7,30	1 425,67	20,40	0,00	0,00	0,00	0,00	39,47	0,56
Rio Alcabrichel	79,83	1 043,86	6,92	-9,75	8 545,27	56,67	-70,08	5 488,74	36,40	0,00	0,00	0,00	0,00	0,12	0,00
Rio Sizandro	393,13	3 412,62	10,21	-291,21	26 422,66	79,03	-101,92	3 595,55	10,75	0,00	0,00	0,00	0,00	3,42	0,01
Rio Lisandro	393,13	3 412,62	10,21	-291,21	26 422,66	79,03	-101,92	3 595,55	10,75	0,00	0,00	0,00	0,00	3,42	0,01
Ribeiras Costeiras do Oeste	464,22	6 800,42	11,90	-323,68	24 267,74	42,47	-140,54	25 362,38	44,38	0,00	0,00	44,38	0,00	715,70	1,25

Fonte: CLC 2000 e 2006

[A] – Variação da ocupação entre 2000 e 2006 (ha);

[B] – Ocupação em 2006 (ha)

[C] – Representatividade da classe de ocupação face à área da bacia (%)

### 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 área das bacias hidrográficas das ribeiras do Oeste. Pretendeu-se, assim, identificar o conjunto de planos que estabelece o quadro normativo e estratégico do modelo de desenvolvimento e ordenamento do território da região, 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 as áreas ocupadas pelos usos Urbano, Equipamentos e Parques urbanos, Industrial, e Turismo as áreas previstas nos PMOT, aos quais se aplicou um coeficiente de afectação de área face à área do concelho abrangida por cada bacia pertencente à bacia hidrográfica das ribeiras do Oeste, 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 das bacias hidrográficas das ribeiras do Oeste 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 2.16.

Para além dos IGT em vigor na área de abrangência do Plano de Bacia Hidrográfica das Ribeiras do Oeste (INAG, 2009), considera-se de destacar que se encontra em curso a elaboração do Plano Nacional da Água 2010 e a alteração ao Plano Regional de Ordenamento do Território da Área Metropolitana de Lisboa.

Acresce referir que foi recentemente determinada através do Despacho n.º 9166/2011, de 20 de Julho, a revisão do POOC Alcobaça-Mafra, na totalidade da sua área, e do POOC Sintra-Sado, até ao cabo Espichel.

Quadro 2.16 – Instrumentos de gestão territorial, de âmbito nacional e regional com incidência nas bacias hidrográficas das ribeiras do Oeste.

Instrumento de Gestão Territorial
<b>ÂMBITO NACIONAL</b>
Programa Nacional de Política de Ordenamento do Território
<b>Planos Sectoriais de Ordenamento do Território</b>
Plano Nacional da Água, Plano Estratégico de Abastecimento de Água e Saneamento de Águas Residuais 2007–2013, Plano da Bacia Hidrográfica das Ribeiras do Oeste, Plano Sectorial da Rede Natura 2000, 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 Rodoviário Nacional; Plano Estratégico Nacional do Turismo
<b>Planos Especiais de Ordenamento do Território</b>
Plano de Ordenamento da Orla Costeira Alcobaça–Mafra; Plano de Ordenamento da Orla Costeira Sintra–Sado, Plano de Ordenamento da Orla Costeira Ovar–Marinha Grande, Plano de Ordenamento da Albufeira de São Domingos, Plano de Ordenamento do Parque Natural das Serras de Aire e Candeeiros, Plano de Ordenamento do Parque Natural de Sintra–Cascais, Plano de Ordenamento da Reserva Natural das Berlengas.
<b>ÂMBITO REGIONAL</b>
<b>Planos Regionais de Ordenamento do Território</b>
Plano Regional de Ordenamento do Território da Área Metropolitana de Lisboa, Plano Regional de Ordenamento do Território do Oeste e Vale do Tejo

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.

No que diz respeito aos usos previstos nos planos municipais de ordenamento do território, e em termos de representatividade das áreas artificializadas por bacia, considera-se ser de destacar as bacias Rio Alcabrichel e Rio Lisandro, as quais apresentam os valores mais elevados desta tipologia de áreas, representando cerca de 23%, face ao total da área da bacia. Ainda neste âmbito, e decorrente de uma análise comparativa entre a ocupação actual do solo e a prevista nos PMOT, cumpre salientar o previsível aumento das áreas artificializadas face às actualmente existentes.

## 1.7. USOS E NECESSIDADES DE ÁGUA

A avaliação dos usos e necessidades de água nas bacias hidrográficas das ribeiras do Oeste, para a situação actual, foi desenvolvida considerando 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;
- Indústria – considerando o número e escalão de dimensão dos estabelecimentos industriais dos sectores da indústria transformadora mais relevantes em termos de consumo de água;
- Pecuária – atendendo aos efectivos das espécies animais: bovinos, suínos, ovinos e caprinos;
- Agricultura – considerando as necessidades de rega das culturas, em ano médio, seco e muito seco;
- 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 bacias, pelos diferentes usos consumptivos.

- 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 das bacias hidrográficas das ribeiras do Oeste 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 Plano de Bacia Hidrográfica das Ribeiras do Oeste (INAG, 2001a).

Após caracterização da situação actual do consumo de água nos sistemas públicos de abastecimento, efectuou-se a determinação das necessidades totais de água nas bacias hidrográficas das ribeiras do Oeste.

### a) Consumos actuais de água e capitações

Relativamente aos consumos actuais de água e às capitações foi possível determinar três tipos de capitação para cada um dos concelhos das bacias hidrográficas. Assim, com base nos dados ERSAR 2009, determinaram-se as capitações dos volumes totais distribuídos (à entrada da rede de distribuição) para cada concelho – capitação de distribuição – e, com base nos dados INSAAR 2009, as capitações dos volumes captados e dos consumidos, ou seja, não considerando a parcela correspondente às perdas da rede – capitação total e capitação “útil”, respectivamente.

Os resultados obtidos permitiram verificar que as capitações de utilização da água das redes públicas apresentam uma grande variabilidade entre os diversos concelhos das bacias hidrográficas, o 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

O Quadro 2.17 apresenta os valores de capitação “útil” e total, obtidos a partir dos dados INSAAR, 2009, para cada um dos concelhos inseridos total ou parcialmente na área das bacias hidrográficas das ribeiras do Oeste, e também os valores das capitações totais e “úteis” constantes do PBH Ribeiras do Oeste de 2001, respeitantes a 1998 (ou, nos casos em que este valor não está disponível, a 1996). 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 2.17).

Saliente-se que os valores das capitações apresentados no Quadro 2.17 englobam os consumos da população residente e da população flutuante, assim como do sector público e das actividades económicas inseridas na malha urbana. A capitação “útil” não considera as perdas no sistema, enquanto que a capitação total considera todas as perdas desde a captação até aos contadores.

Quadro 2.17 – Evolução das capitações por concelho.

Concelho	Capitações estimadas no âmbito do PBH Ribeiras do Oeste <sup>1</sup>		Capitações actuais <sup>2</sup>	
	Capitação útil (l/hab.dia)	Capitação total (l/hab.dia)	Capitação útil (l/hab.dia)	Capitação total (l/hab.dia)
Alcobaça	210	(a)	128	138
Alenquer	294(b)	387(b)	121	285
Bombarral	121	148	117	183
Cadaval	136	170	101	271
Caldas da Rainha	188	336(b)	127	293

Concelho	Capitações estimadas no âmbito do PBH Ribeiras do Oeste <sup>1</sup>		Capitações actuais <sup>2</sup>	
	Capitação útil (l/hab.dia)	Capitação total (l/hab.dia)	Capitação útil (l/hab.dia)	Capitação total (l/hab.dia)
Cascais	221	356(b)	159	290
Leiria	(c)	(c)	195	226
Lourinhã	245(d)	544(b)(d)	104	148
Maфра	194	246	273	292
Marinha Grande	(c)	(c)	206	281
Nazaré	204	340(b)	257	405
Óbidos	164	193	216	597
Peniche	187	317(b)	125	301
Porto de Mós	111	176	154	268
Sintra	161	256	196	281
Sobral de Monte Agraço	138	321(b)	98	288
Torres Vedras	130	159	156	287
<b>Máximo</b>	245	256	273	293
<b>Mínimo</b>	111	148	101	138
<b>Média</b>	172	193	165	249

Notas:

<sup>1</sup> Sempre que possível apresentou-se a capitação respeitante a 1998.

<sup>2</sup> Calculadas com base nos dados INSAAR 2009.

<sup>(a)</sup> sem dados de perdas que permitam determinar a capitação total.

<sup>(b)</sup> Valor anormalmente reduzido (< 100 l/hab.dia) ou anormalmente elevado (> 280 l/hab.dia, no caso de valores de capitação útil, ou 300 l/hab.dia, no caso de valores de capitação de distribuição ou total) não considerado no cálculo dos parâmetros estatísticos.

<sup>(c)</sup> Concelho não incluído no âmbito territorial do PBHRO de 2001.

<sup>(d)</sup> Valor referente a 1996.

## 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 estimativa 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, Alenquer, Sobral de Monte Agraço, Sintra, Peniche e 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%;
- CPU como 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/km<sup>2</sup>;
- CMU foram considerados quando 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/km<sup>2</sup>.

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 2.18) basearam-se também nos valores constantes desta referência bibliográfica.

Quadro 2.18 – Capitações consideradas para o cálculo das necessidades de água de abastecimento público.

	CPU	CMU	CPR
Capitação da população residente (l/hab.dia)	180	150	130
Capitação da população flutuante (l/hab.dia)			
- ocupantes temporários	180	150	130
- turistas			300

No Quadro 2.19 apresenta-se a classificação dos concelhos considerando as três categorias entre o meio urbano e o meio rural – CPU, CMU e CPR.

Quadro 2.19 – Classificação dos concelhos em CPU, CMU e CPR.

Concelho	Categoria	Concelho	Categoria
Alcobaça	CMU	Marinha Grande	CMU
Alenquer	CMU	Nazaré	CPR
Bombarral	CMU	Óbidos	CPR
Cadaval	CMU	Peniche	CMU
Caldas da Rainha	CMU	Porto de Mós	CMU
Cascais	CPU	Sintra	CPU
Leiria	CMU	Sobral de Monte Agraço	CMU
Lourinhã	CMU	Torres Vedras	CMU
Mafra	CMU		

Os resultados obtidos referentes às necessidades actuais de água para o sector urbano nas bacias hidrográficas das ribeiras do Oeste, por bacia, são apresentados no Quadro 2.20.

Quadro 2.20 – Necessidades actuais de água para os usos urbanos por bacia, nas bacias hidrográficas das ribeiras do Oeste.

Bacia	Uso Urbano		
	Necessidades de água actuais (dam <sup>3</sup> /ano)	% das necessidades de água	Necessidades de água actuais por unidade de área (dam <sup>3</sup> /ano.km <sup>2</sup> )
Rio Alcobaça	5 319	12%	12,63
Rio Tornada	3 984	9%	16,10
Rio Arnóia	5 824	13%	12,95
Ribeira de São Domingos	1 155	3%	16,52
Rio Alcabrichel	1 924	4%	12,76
Rio Sizandro	6 965	16%	20,83
Rio Lisandro	5 898	14%	35,20
Ribeiras Costeiras do Oeste	12 562	29%	21,98
<b>Total</b>	<b>43 630</b>		

As necessidades totais de água para o sector urbano ascendem a 44 hm<sup>3</sup>/ano, cerca de 38% das necessidades totais das bacias hidrográficas (114 hm<sup>3</sup>/ano). Destaca-se a bacia Ribeiras Costeiras do Oeste com as necessidades de água mais elevadas, 29%, seguida das bacias Rio Sizandro e Rio Lisandro, com 16% e 14% das necessidades totais, respectivamente. Se atendermos às necessidades de água por unidade de área das bacias hidrográficas, as mesmas bacias permanecem em destaque, o que se justifica apresentarem as 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 nas bacias hidrográficas das ribeiras do Oeste 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 nas bacias hidrográficas das ribeiras do Oeste, 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 pelas bacias hidrográficas das ribeiras do Oeste, 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 10 846 unidades. Salienta-se, contudo, que estes valores respeitam ao número total de estabelecimentos industriais inventariados pelo MTSS nos concelhos abrangidos pelas bacias hidrográficas das ribeiras do Oeste, dos quais se admite que somente 2 070 integram as bacias hidrográficas das ribeiras do Oeste (tendo em conta os coeficientes de afectação da população estabelecidos para os concelhos parcialmente abrangidos). A estimativa do número de instalações industriais existentes nas bacias hidrográficas das ribeiras do Oeste e a sua distribuição por bacia é apresentada no Quadro 2.21.

Quadro 2.21 – Estimativa do número de instalações da indústria transformadora nas bacias hidrográficas das ribeiras do Oeste.

Bacia hidrográfica	N.º de instalações industriais
Rio Alcobaça	448
Rio Tornada	223
Rio Arnóia	245
Ribeira de São Domingos	36
Rio Alcabrichel	84
Rio Sizandro	325
Rio Lisandro	229
Ribeiras Costeiras do Oeste	480
<b>Total nas bacias hidrográficas das ribeiras do Oeste</b>	<b>2 070</b>

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 Plano de Bacia Hidrográfica do Rio 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 m<sup>3</sup> por trabalhador.

As necessidades de água foram estimadas pelo produto entre o número de instalações industriais com um dado CAE localizadas nas bacias hidrográficas das ribeiras do Oeste, o respectivo número médio de trabalhadores e a correspondente capitação de água. Os valores obtidos, por concelho, foram transpostos em valores por bacia, recorrendo aos coeficientes que relacionam a população residente nas áreas de cada bacia com a população residente nos concelhos abrangidos pelas mesmas. Os resultados são apresentados no Quadro 2.22.

Quadro 2.22 – Necessidades de água totais do sector industrial nas bacias hidrográficas das ribeiras do Oeste.

Bacia hidrográfica	Necessidades de água anuais (dam <sup>3</sup> /ano)	% das necessidades totais	Necessidades de água actuais por unidade de área (dam <sup>3</sup> /ano.km <sup>2</sup> )
Rio Alcobaça	2 255	23%	5,36
Rio Tornada	724	7%	2,93
Rio Arnóia	833	9%	1,85
Ribeira de São Domingos	211	2%	3,02
Rio Alcabrichel	530	5%	3,52
Rio Sizandro	1 689	17%	5,05
Rio Lisandro	1 061	11%	6,33
Ribeiras Costeiras do Oeste	2 408	25%	4,21
Total	9 712	100	

As necessidades totais para o sector da indústria totalizam cerca de 9,7 hm<sup>3</sup>/ano, correspondendo a 9% das necessidades totais das bacias hidrográficas (114 hm<sup>3</sup>/ano). A distribuição das necessidades de água do sector por bacia, permite destacar as bacias Rio Alcobaça e Ribeiras Costeiras do Oeste, que, no seu conjunto, concentram cerca de metade (48%) das necessidades totais da bacia. Por outro lado, as bacias que apresentam os valores mais elevados de necessidades de água por unidade de área são as bacias Rio Alcobaça e Rio Lisandro. No caso da bacia Rio Alcobaça, este facto está relacionado com a forte presença de instalações industriais na área da bacia, sendo uma das que maior número de instalações apresenta.

Considerando os diversos sectores da indústria transformadora, destacam-se o sector das indústrias alimentares (CAE 10), com as maiores necessidades de água, 63% do total. Neste sector, destacam-se os subsectores de preparação e conservação de frutos e produtos hortícolas (CAE 103) e o abate de animais, preparação e conservação de carne e de produtos à base de carne (CAE 101), com 39% e 36% das necessidades de água, respectivamente. Destacam-se ainda os sectores da fabricação de outros produtos minerais não metálicos (CAE 23) e da fabricação de pasta de papel, cartão e seus artigos (CAE 17), cujas necessidades anuais de água representam, respectivamente, 9% e 8% das necessidades da indústria transformadora. A distribuição das necessidades de água dos estabelecimentos industriais por divisão da CAE é seguidamente apresentada.

Quadro 2.23 – Distribuição das necessidades anuais de água dos estabelecimentos industriais por divisão da CAE (Rev.3).

CAE – Sector de actividade	Necessidades de água anuais (dam <sup>3</sup> /ano)	% das necessidades totais
CAE 10 – Indústrias alimentares	6 152	63,3%
CAE 11 – Indústrias das bebidas	209	2,1%
CAE 12 – Indústrias do tabaco	3	0,0%
CAE 13 – Fabricação de têxteis	22	0,2%

CAE – Sector de actividade	Necessidades de água anuais (dam <sup>3</sup> /ano)	% das necessidades totais
CAE 14 – Indústria do vestuário	9	0,1%
CAE 15 – Indústria do couro e seus produtos	22	0,2%
CAE 16 – Indústria da madeira e da cortiça	171	1,8%
CAE 17 – Fabricação de pasta de papel, cartão e seus artigos	730	7,5%
CAE 18 – Impressão e reprodução de suportes gravados	43	0,4%
CAE 20 – Fabricação de produtos químicos e de fibras sintéticas ou artificiais	202	2,1%
CAE 21 – Fabricação de produtos farmacêuticos de base e preparações farmacêuticas	115	1,2%
CAE 22 – Fabricação de artigos de borracha e de matérias plásticas	261	2,7%
CAE 23 – Fabricação de outros produtos minerais não metálicos	853	8,8%
CAE 24 – Indústrias metalúrgicas de base	54	0,6%
CAE 25 – Fabricação de produtos metálicos	266	2,7%
CAE 26 – Fabricação de equipamentos informáticos, para comunicações e produtos electrónicos	3	0,0%
CAE 27 – Fabricação de equipamento eléctrico	18	0,2%
CAE 28 – Fabricação de máquinas e equipamentos n.e.	131	1,3%
CAE 29 – Fabricação de veículos automóveis, reboques, semi-reboques	48	0,5%
CAE 30 – Fabricação de outro equipamento de transporte	269	2,8%
CAE 31 – Fabricação de mobiliário e de colchões	69	0,7%
CAE 32 – Outras indústrias transformadoras	15	0,2%
CAE 33 – Reparação, manutenção e instalação de máquinas e equipamentos	47	0,5%
<b>Total</b>	<b>9 712</b>	

### 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 da presente avaliação, recorreu-se ao RGA99 no que respeita ao tipo e ao número de efectivos animais existentes nas bacias hidrográficas das ribeiras do Oeste.

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 nas bacias hidrográficas das ribeiras do Oeste da seguinte forma:

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

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 nas bacias hidrográficas das ribeiras do Oeste.

O número de efectivos animais de cada espécie existentes na área das bacias hidrográficas das ribeiras do Oeste, por regime de exploração e por concelho, assim estimados, são apresentados no Quadro 2.24.

Quadro 2.24 – Efectivos animais por concelho, espécie animal e sistema de produção.

CONCELHOS	% Área concelho	Número de efectivos animais por concelho									
		BOVINOS		SUÍNOS		OVINOS		CAPRINOS		TOTAL	
		Extensivo	Intensivo	Extensivo	Intensivo	Extensivo	Intensivo	Extensivo	Intensivo	Extensivo	Intensivo
Alcobaça	1,0	1 465	2 939	6 338	169 426	5 438	1 228	839	713	14 080	174 306
Alenquer	0,1	23	31	38	357	129	229	22	12	212	629
Bombarral	1,0	77	0	485	571	332	0	114	445	1 008	1 016
Cadaval	0,8	153	776	907	15 914	694	427	479	692	2 233	17 809
Caldas da Rainha	1,0	643	3 136	4 854	55 578	1 877	493	675	191	8 049	59 398
Cascais	0,2	7	0	0	45	132	173	28	0	167	218
Leiria	0,0	89	100	285	4 730	194	34	42	0	610	4 864
Lourinhã	1,0	317	2 176	1 031	46 153	972	1 564	153	1 128	2 473	51 021
Mafra	0,8	1 150	7 636	979	27 751	3 109	6 401	322	0	5 560	41 789
Marinha Grande	0,4	46	0	123	0	57	0	6	0	231	0
Nazaré	1,0	99	0	216	556	84	0	100	0	499	556
Óbidos	1,0	53	229	707	11 535	473	1 398	167	785	1 400	13 946
Peniche	1,0	310	1 370	783	5 831	1 050	320	731	221	2 875	7 742
Porto de Mós	0,2	303	1 005	574	5 027	2 045	3 471	621	169	3 543	9 673
Sintra	0,6	129	466	35	5 028	673	1 759	42	0	879	7 253
Sobral de Monte Agraço	0,5	816	6 833	1 462	60 950	3 140	7 930	567	1 920	5 985	77 633
Torres Vedras	1,0	151	0	642	0	395	979	138	0	1 326	979
<b>Sub-total</b>		<b>5 832</b>	<b>26 697</b>	<b>19 458</b>	<b>409 452</b>	<b>20 794</b>	<b>26 406</b>	<b>5 045</b>	<b>6 277</b>	<b>51 129</b>	<b>468 832</b>
<b>Total</b>		<b>32 529</b>		<b>428 910</b>		<b>47 201</b>		<b>11 321</b>		<b>519 961</b>	

Fonte: RGA99

Para determinar as respectivas necessidades de água, multiplicaram-se os valores obtidos pelas capitações associadas a cada espécie animal, tendo-se adoptado os valores utilizados no anterior PBH Ribeiras do Oeste: 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 nas bacias hidrográficas das ribeiras do Oeste, os respectivos efectivos foram afectados por um coeficiente que traduz a área do concelho incluída dentro das bacias hidrográficas. 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 das bacias hidrográficas das ribeiras do Oeste e a sua distribuição por bacia hidrográfica e ainda por unidade de área de bacia são apresentados no Quadro 2.25.

Quadro 2.25 – Necessidades de água para o sector pecuário, nas bacias hidrográficas das ribeiras do Oeste.

Bacia	Necessidades de água actuais (dam <sup>3</sup> /ano)	% das necessidades de água	Necessidades de água actuais por unidade de área (dam <sup>3</sup> /ano.km <sup>2</sup> )
Rio Alcobaça	395	24%	0,94
Rio Tornada	222	14%	0,90
Rio Arnóia	166	10%	0,37
Ribeira de São Domingos	36	2%	0,52
Rio Alcabrichel	59	4%	0,39
Rio Sizandro	311	19%	0,93
Rio Lisandro	99	6%	0,59
Ribeiras Costeiras do Oeste	329	20%	0,58
<b>Total</b>	<b>1 618</b>		

As necessidades totais de água para o sector da pecuária ascendem a 1,6 hm<sup>3</sup>/ano, cerca de 1% das necessidades totais das bacias hidrográficas. Do sector da pecuária, destaca-se o gado suíno, com as necessidades de água mais elevadas (58% do total), considerando 428 910 efectivos animais correspondentes a 82% do total de efectivos das bacias hidrográficas.

A bacia que apresenta as maiores necessidades de água do sector é a bacia Rio Alcobaça, com 25% das necessidades totais, seguindo-se as bacias Ribeiras Costeiras do Oeste e Rio Sizandro, com 20% e 19%, respectivamente. Quando consideradas as necessidades de água por unidade de área, as bacias que apresentam valores mais elevados são Rio Alcobaça, Rio Sizandro e Rio Tornada, as quais apresentam igualmente a 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 Recenseamento Geral Agrícola de 2009 (RGA09) e do RGA99, permite concluir que, com excepção dos caprinos onde se verifica um aumento de 2%, a tendência foi para a redução de efectivos, sendo que em 2009 existiam 87% dos suínos presentes em 1999, 64% de ovinos e 52% de bovinos.

Considera-se assim, que as necessidades de água para a pecuária, calculadas com base nos valores do RGA99, tendo em conta a data recente de publicação de dados do RGA09 são aceitáveis, uma vez que estão determinadas 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, nas bacias hidrográficas das ribeiras do Oeste, 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.

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 a eficiência de transporte, observada nos canais e grandes adutores dos regadios colectivos. No presente estudo foi individualizado o único regadio colectivo do Grupo II – Aproveitamento Hidroagrícola da Cela – que se apresenta no Quadro 2.26, 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 2.26 – Principais aproveitamentos hidroagrícolas.

Perímetro	Área beneficiada <sup>(1)</sup> (ha)	Área regada (ha)			
		1999 <sup>(1)</sup>	2008 <sup>(1)</sup>	2009 <sup>(2)</sup>	2010 <sup>(2)</sup>
Cela	454	339	427	439	442

<sup>(1)</sup> Fonte: DGADR. Aproveitamentos Hidroagrícolas do Grupo II, em Exploração. Elementos Estatísticos 1986-2008.

<sup>(2)</sup> 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.

#### 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 área das bacias hidrográficas das ribeiras do Oeste. Foram utilizadas as séries climatológicas das estações meteorológicas já consideradas no Plano de Bacia Hidrográfica das Ribeiras do Oeste (INAG, 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 a realização do PBH Ribeiras do Oeste. No Quadro 2.27 apresentam-se as principais características destas estações.

Quadro 2.27 – Estações meteorológicas consideradas.

Estação meteorológica	Latitude	Longitude	Altitude (m)	Altura do anemómetro (m)
Alcobaça (Est. frut.)	39°31' N	8°58' W	38	6,0
Dois Portos	39°02' N	9°11' W	110	4,0
Sintra (Granja)	38°50' N	9°20' W	134	19,4

Fonte: Plano de Bacia Hidrográfica das Ribeiras do Oeste (INAG, 2001b)

O presente estudo incidiu sobre uma área total de 2 412 km<sup>2</sup>, englobando 8 bacias hidrográficas, com 41 massas de água 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 agrónómicos, e estabelecidas de forma a não intersectarem os limites das MA, para facilidade de cálculo.

#### b) Evapotranspiração de referência

A evapotranspiração de referência (*ET<sub>o</sub>*) necessária ao cálculo das necessidades hídricas úteis das culturas foi determinada pelo método de *Penman-Monteith* para as estações meteorológicas anteriormente indicadas. No Quadro 2.28 apresentam-se os valores anuais da evapotranspiração de referência (*ET<sub>o</sub>*) 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 2.28 – Evapotranspiração de referência (*ET<sub>o</sub>*, mm/ano).

Estação meteorológica	Ano Médio (50%)	Ano Seco (80%)	Ano Muito Seco (95%)
Alcobaça (Est. frut.)	827	853	879
Dois Portos	903	940	976
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).

Numa primeira abordagem, foram analisadas as áreas de regadio representadas na carta CLC 2006 para a área das bacias hidrográficas. 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 das bacias hidrográficas. 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 20%). 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 das bacias hidrográficas, tendo-se considerado a carta CLC 2006 como meramente indicadora da concentração dessas áreas nas bacias hidrográficas das ribeiras do Oeste, não sendo utilizada nos cálculos. No Quadro 2.29 apresentam-se as áreas regadas nas bacias hidrográficas das ribeiras do Oeste, por bacia.

Quadro 2.29 – Áreas regadas nas bacias hidrográficas das ribeiras do Oeste (ha).

Bacia	Área regada (ha)
Rio Alcobaça	3 620
Rio Tornada	2 525
Rio Arnóia	4 191
Ribeira de São Domingos	1 477
Rio Alcabrichel	926
Rio Sizandro	1 850
Rio Lisandro	566
Ribeiras Costeiras do Oeste	3 081
<b>Total</b>	<b>18 235</b>

Fonte: RGA99

#### d) Ocupação cultural

Com base no RGA99 apuraram-se as principais culturas regadas nas diversas freguesias abrangidas pelas bacias hidrográficas das ribeiras do Oeste. 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 agrónomicas, tendo-se seleccionado uma cultura tipo por cada agrupamento cultural, representativa do conjunto, como se apresenta no Quadro 2.30.

Quadro 2.30 – Culturas representativas.

Culturas	Cultura representativa	Outras culturas
Cereais de Inverno	Trigo duro	Trigo mole, triticale, cevada, etc.
Milho-grão	Milho-grão	Milho-híbrido e milho regional
FORAGEIRAS	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 18 235 ha, nas bacias hidrográficas das ribeiras do Oeste, sendo as culturas que apresentam uma maior representatividade no regadio os pomares e o grupo das hortícolas e das hortícolas para a indústria (neste caso, tomate, como cultura representativa), que representam cerca de 49% e 43% da área total das culturas regadas, respectivamente, como se verifica no Quadro 2.31.

Quadro 2.31 – Culturas<sup>1</sup> regadas nas bacias hidrográficas das ribeiras do Oeste.

Cultura <sup>1</sup>	Área (ha)	Percentagem (%)
Trigo	41	0,2
Milho-grão	777	4,3
Forragem	599	3,3
Tomate	7 746	42,5
Girassol	0	0,0
Arroz	0	0,0
Vinha	3	0,0
Pomar	8 923	48,9
Olival	16	0,1
Prado	130	0,7
<b>Total</b>	<b>18 235</b>	

<sup>1</sup> Cultura representativa do agrupamento cultural

Foram ainda tidos em conta os elementos disponibilizados para o aproveitamento hidroagrícola classificado no Grupo II – Perímetro da Cella – cuja informação se sistematiza no Quadro 2.32.

Quadro 2.32 – Áreas/ culturas<sup>1</sup> regadas (ha) no Perímetro da Cella em 2009 e 2010.

Ano	Trigo	Milho	Forragem	Tomate	Girassol	Arroz	Vinha	Pomar	Olival	Prado	TOTAL
2009	0	25	45	291	0	0	0	78	0	0	439
2010	0	24	46	289	0	0	0	83	0	0	442

<sup>1</sup> Cultura representativa do agrupamento cultural

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.

### 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 nas bacias hidrográficas das ribeiras do Oeste.

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 2.33).

Quadro 2.33 – Características pedológicas na área de influência da estação meteorológica.

Estação meteorológica	Capacidade de campo (% vol)	Coefficiente de emurchecimento (% vol)
Alcobaça (Est. frut.)	36	21
Dois Portos	23	10
Sintra (Granja)	26	12

### g) Tecnologia e eficiência de rega

As necessidades de rega são, também, função das práticas agrícolas, das perdas por evaporação 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 2.34 relativamente aos grupos de culturas representativos adoptados.

Quadro 2.34 – Distribuição dos métodos de rega por cultura (% da área).

Cultura*	Aspersão	Superfície	Gota-a-gota
Trigo	90	10	0
Milho-grão	90	10	0
Fornagem	90	10	0
Tomate	90	10	0
Girassol	90	10	0
Vinha	0	0	100
Pomar	0	0	100
Olival	0	0	100
Prado	90	10	0

\*Cultura representativa do agrupamento cultural

Aos diferentes métodos de rega foram ainda associados diferentes valores de eficiência de aplicação e distribuição (Quadro 2.35). Para o regadio colectivo da Cela, com um sistema de adução e distribuição constituído essencialmente por canais e valas, com algum desenvolvimento, considerou-se, para além das anteriores eficiências, ainda uma eficiência de transporte de 85%.

Quadro 2.35 – Eficiência de aplicação e distribuição (%).

Método de rega	Eficiência
Aspersão	80
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 nas bacias hidrográficas das ribeiras do Oeste,

sendo as necessidades globais resultantes da ponderação das necessidades por cultura com a respectiva proporção de área. Nos Quadros 2.36 e 2.37 apresentam-se as necessidades de água úteis das culturas representativas para as 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 2.36 – Necessidades de água úteis por cultura<sup>1</sup>, em ano médio (m<sup>3</sup>/ha).

Bacia	Trigo	Milho	Forragem	Tomate	Girassol	Vinha	Pomar	Olival	Prado
Rio Alcobaça	-	3 098	2 399	2 960	-	871	2 063	784	3 094
Rio Tornada	349	3 098	2 399	2 960	-	-	2 063	-	-
Rio Arnóia	848	3 461	2 898	2 529	-	-	2 639	-	-
Ribeira de São Domingos	447	3 238	2 513	2 801	-	-	2 390	-	3 277
Rio Alcabrichel	-	3 767	2 912	2 430	-	-	2 671	-	-
Rio Sizandro	848	3 767	2 912	2 430	-	-	2 671	-	4 023
Rio Lisandro	-	3 872	2 991	4 292	-	-	2 709	-	4 039
Ribeiras Costeiras do Oeste	772	3 565	2 891	3 062	-	-	2 572	784	3 788

<sup>1</sup>Cultura representativa do agrupamento cultural

Quadro 2.37 – Necessidades de água úteis por cultura<sup>1</sup>, em ano seco (m<sup>3</sup>/ha).

Bacia	Trigo	Milho	Forragem	Tomate	Girassol	Vinha	Pomar	Olival	Prado
Rio Alcobaça	-	3 502	2 863	3 579	-	1 284	2 553	1 113	3 580
Rio Tornada	745	3 502	2 863	3 579	-	-	2 553	-	-
Rio Arnóia	1 301	3 854	3 332	3 000	-	-	3 103	-	-
Ribeira de São Domingos	854	3 638	2 970	3 366	-	-	2 865	-	3 767
Rio Alcabrichel	-	4 152	3 345	2 867	-	-	3 133	-	-
Rio Sizandro	1 301	4 152	3 345	2 867	-	-	3 133	-	4 527
Rio Lisandro	-	4 229	3 403	4 765	-	-	3 188	-	4 545
Ribeiras Costeiras do Oeste	1 217	3 948	3 321	3 547	-	-	3 043	1 113	4 287

<sup>1</sup>Cultura representativa do agrupamento cultural

Para cada MA e 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.

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 nas bacias hidrográficas das ribeiras do Oeste (Quadro 2.38).

Quadro 2.38 – Necessidades de água totais anuais para rega (dam<sup>3</sup>), por bacia.

Bacia	Ano Médio (50%)	Ano Seco (80%)	Ano Muito Seco (95%)
Rio Alcobaça	10 190	12 431	14 570
Rio Tornada	6 490	7 961	9 365
Rio Arnóia	12 845	15 099	17 250
Ribeira de São Domingos	5 331	6 362	7 347
Rio Alcabrichel	2 946	3 449	3 929
Rio Sizandro	5 868	6 868	7 823
Rio Lisandro	2 753	3 080	3 392
Ribeiras Costeiras do Oeste	11 514	13 335	15 073
<b>Total</b>	<b>57 936</b>	<b>68 584</b>	<b>78 747</b>

O valor das necessidades de água totais para o sector agricultura nas bacias hidrográficas das ribeiras do Oeste ascende a 58 hm<sup>3</sup>, em ano médio, cerca de 51% das necessidades totais das bacias hidrográficas. Estas podem atingir cerca de 69 hm<sup>3</sup> em ano seco e 79 hm<sup>3</sup> em ano muito seco. Destacam-se as bacias Rio Arnóia e Ribeiras Costeiras do Oeste com as necessidades de água mais elevadas para agricultura nas bacias hidrográficas das ribeiras do Oeste, cerca de 22% e 20% das necessidades totais, respectivamente.

No entanto, a bacia que apresenta maiores necessidades de água em média por unidade de área é a Ribeira de São Domingos, o que se justifica pela elevada proporção de área regada face à totalidade de área desta bacia hidrográfica.

A estimativa das necessidades para o sector da agricultura teve por base os dados do RGA99. A comparação entre as áreas regadas com base no RGA09 (cerca de 17 mil hectares), disponibilizadas na fase de conclusão deste estudo, e as áreas regadas apuradas a partir do RGA99 (cerca de 18 mil hectares), permite concluir que na área das bacias hidrográficas das ribeiras do Oeste ocorreu uma redução da ordem dos 6% 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 data recente de publicação de dados 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 nas bacias hidrográficas das ribeiras do Oeste, 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 sector do golfe, em primeiro lugar, foram identificados os campos de golfe existentes e em exploração nas bacias hidrográficas das ribeiras do Oeste. 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<sub>o</sub>) 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 2.39).

Quadro 2.39 – Necessidades de água para rega dos campos de golfe por bacia (dam<sup>3</sup>).

Bacia	Área (ha)	Ano Médio (50%) (dam <sup>3</sup> )	Ano Seco (80%) (dam <sup>3</sup> )	Ano Muito Seco (95%) (dam <sup>3</sup> )
Rio Arnóia	40	246	280	313
Rio Alcabrichel	20	154	172	189
Rio Sizandro	40	309	344	378
Ribeiras Costeiras do Oeste	53	357	403	447
<b>Total</b>	<b>153</b>	<b>1 066</b>	<b>1 200</b>	<b>1 327</b>

As necessidades de água estimadas para o sector do golfe ascendem a 1 hm<sup>3</sup>, em ano médio, cerca de 1% das necessidades totais das bacias hidrográficas, considerando os cinco empreendimentos de golfe existentes nas bacias hidrográficas das ribeiras do Oeste.

Destacam-se as bacias Ribeiras Costeiras do Oeste e Rio Sizandro, onde se concentram, respectivamente, cerca de 33% e 29% das necessidades de água para rega dos campos de golfe. As restantes necessidades concentram-se nas bacias Rio Arnóia e Rio Alcabrichel, cada uma com um empreendimento de golfe

#### 1.7.1.6. Necessidades totais para usos consumptivos

De acordo com as estimativas efectuadas, as necessidades de água para usos consumptivos nas bacias hidrográficas das ribeiras do Oeste ascendem a cerca de 114 hm<sup>3</sup>/ano, podendo atingir um valor máximo, em anos muito secos, de 135 hm<sup>3</sup>/ano. Na Figura 2.6 apresentam-se as distribuições das necessidades de água estimadas para as bacias hidrográficas das ribeiras do Oeste pelos vários usos consumptivos.

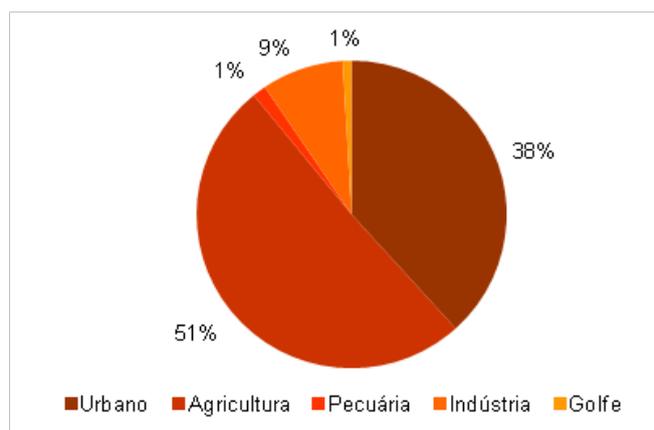


Figura 2.6 – Distribuição das necessidades de água pelos vários usos consumptivos, em ano médio.

Verifica-se, tal como expectável, que a agricultura é o maior consumidor de água, com cerca de 51% das necessidades totais das bacias hidrográficas. Segue-se o sector urbano com um peso de 38% das necessidades de água totais e a indústria, com um peso de 9%. Os restantes usos consumptivos (pecuária e golfe) não têm expressão na área nas bacias hidrográficas das ribeiras do Oeste, apresentando um peso de cerca de 1% das necessidades de água totais.

Os valores totais das necessidades de água para usos consumptivos, por bacia e a respectiva distribuição pelos diferentes usos, são apresentadas nas Figuras 2.7 e 2.8 e no Quadro 2.40.

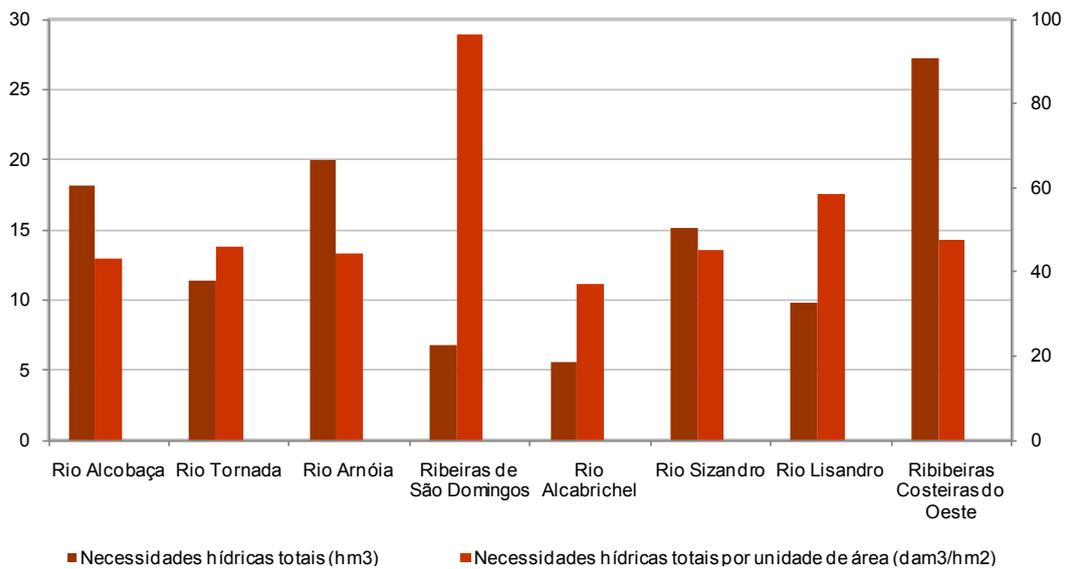


Figura 2.7 – Necessidades de água anuais totais, por bacia.

A análise por bacia permite destacar, no cômputo geral das necessidades de água, a bacia Ribeiras Costeiras do Oeste, o que se deve, em grande medida, às necessidades de água para abastecimento público, que apresentam o maior valor das bacias hidrográficas (29% do total), sendo, também esta, a bacia mais povoada e uma das que apresenta maior área regada. Seguem-se as bacias Rio Arnóia e Rio Alcobaça, com as maiores necessidades de água para agricultura e pecuária, respectivamente.

No entanto, quando avaliadas as necessidades de água por unidade de área, a bacia Ribeira de São Domingos assume uma maior relevância que pode ser explicada pela elevada proporção de área regada desta bacia e por ser a bacia com a menor área nas bacias hidrográficas das ribeiras do Oeste.

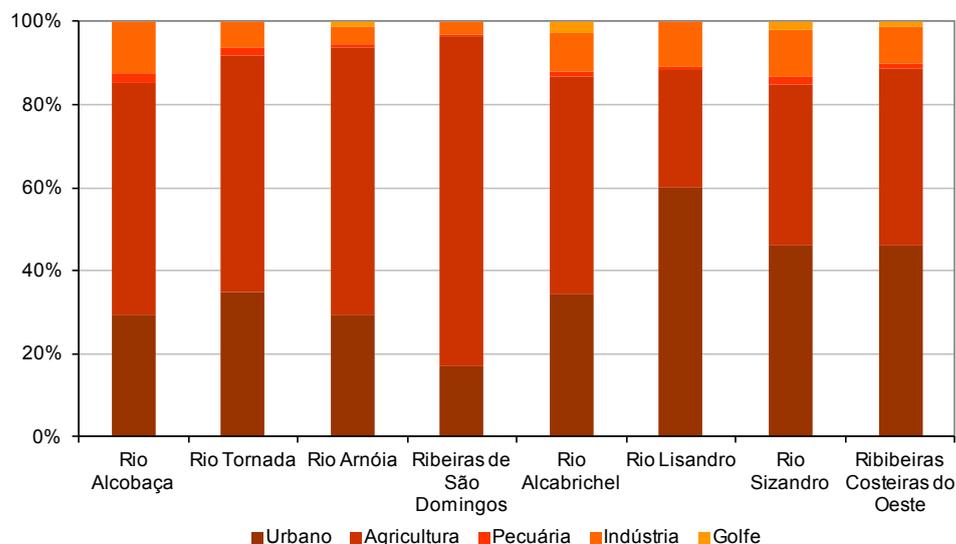


Figura 2.8 – Distribuição percentual das necessidades de água totais nas bacias pelos diferentes usos consumptivos.

Verifica-se que o peso das necessidades dos usos urbano e agrícola é preponderante nas várias bacias, evidenciando, no entanto, uma variação acentuada do peso relativo das necessidades destes usos entre as várias bacias. De facto, no que respeita os usos urbanos, destaca-se a bacia Rio Lisandro, enquanto que para a agricultura, destaca-se a bacia Ribeira de São Domingos.

Quadro 2.40 – Necessidades de água para usos consumptivos, em ano médio, por bacia.

Bacia	Necessidades de água para usos consumptivos (dam <sup>3</sup> /ano)						Necessidades de água por unidade de área (dam <sup>3</sup> /ano.km <sup>2</sup> )
	Urbano	Industria	Agricultura	Pecuária	Golfe	Total	
Rio Alcobaça	5 319	2 255	10 190	395	-	18 160	43
Rio Tornada	3 984	724	6 490	222	-	11 419	46
Rio Arnóia	5 824	833	12 845	166	246	19 914	44
Ribeira de São Domingos	1 155	211	5 331	36	-	6 733	96
Rio Alcabrichel	1 924	530	2 946	59	154	5 614	37
Rio Sizandro	6 965	1 689	5 868	311	309	15 142	45
Rio Lisandro	5 898	1 061	2 753	99	-	9 810	59
Ribeiras Costeiras do Oeste	12 562	2 408	11 514	329	357	27 171	48
<b>Total</b>	<b>43 630</b>	<b>9 712</b>	<b>57 936</b>	<b>1 618</b>	<b>1 066</b>	<b>113 964</b>	

## 1.7.2. Usos não consumptivos

### 1.7.2.1. Usos recreativos

As bacias hidrográficas das ribeiras do Oeste apresentam uma extensa faixa costeira e possuem uma longa tradição de acolhimento estival de férias, nomeadamente para a população da área metropolitana de Lisboa, pelo que se tem assistido ao desenvolvimento de inúmeros pólos turísticos ao longo de toda a zona costeira, que os Planos de Ordenamento da Orla Costeira (POOC) têm vindo a potenciar. Foram identificadas 55 zonas balneares costeiras de acordo com a Portaria n.º 267/2010, de 16 de Abril, sendo que 41 destas apresentam apoios de praia, identificados no âmbito do Regime Económico e Financeiro (REF) (Quadro 2.41). Relativamente aos troços fluviais, não foram identificadas actividades significativas ligadas a usos recreativos e de lazer. Possivelmente as características dos cursos de água e das suas margens (cursos de água temporários, margens inaptas para criação de praias e poluição dos leitos) não permitem o desenvolvimento turístico e usos recreativos. Deste modo não foram identificadas quaisquer praias fluviais na área das bacias hidrográficas das ribeiras do Oeste.



Mapa 16 – Turismo e usos recreativos nas bacias hidrográficas das ribeiras do Oeste

Quadro 2.41– Águas balneares costeiras segundo a Portaria n.º 267/2010, de 16 de Abril.

Água balnear	Bacia	Água balnear	Bacia
Água de Madeiros	Ribeiras Costeiras do Oeste	Baleia	Ribeiras Costeiras do Oeste
Légua		Foz do Lisandro – Mar	
Paredes de vitória		Porto da Calada	
Pedra do Ouro		S. Lourenço	
Polvoeira		Consolação	
S. Martinho do Porto		Medão-Supertubos	
Pedras Negras		S. Bernardino	
Praia Velha		Adraga	
S. Pedro de Moel		Grande	
Nazaré		Maças	
Salgado		Magoito	
Rei do Cortiço		S. Julião	
Praia d'El Rei		Azul	
Baleal Norte		Centro (Sta Cruz)	

Água balnear	Bacia	Água balnear	Bacia	
Baleal Sul		Física (Sta Cruz)		
Baleal – Campismo		Formosa		
Cova da Alfarroba		Mirante (Sta Cruz)		
Gambôa		Navio		
Peniche de Cima		Pisão (Sta Cruz)		
Abano		Amanhã		
Crismina		Porto Novo		
Guincho		Santa Helena		
Areia Branca		Santa Rita Norte		
Areia Sul		Santa Rita Sul		
Peralta		Ribeira de Ilhas		
Porto Dinheiro		Praia do Mar		Rio Arnóia
Valmitão		Foz do Arelho – Lagoa		
Algodio		Bom Sucesso		

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 das bacias hidrográficas das ribeiras do Oeste foram identificadas quatro zonas termais concessionadas, identificadas no Quadro 2.42.

Quadro 2.42 – Termas concessionadas por bacia.

Bacia	Identificação	Concelho	Natureza das águas
Rio Alcobaça	Termas da Piedade	Alcobaça	Cloretada
Rio Tornada	Hospital Termal Rainha D. Leonor	Caldas da Rainha	Sulfúrea sódica cloretada
Rio Alcabrichel	Termas do Vimeiro	Torres Vedras	Cloretada bicarbonatada
Rio Sizandro	Termas de Cucos	Torres Vedras	Cloretada sódica

Fonte: Associação das Termas de Portugal, 2010

### 1.7.2.2. Produção de energia

No que se refere à utilização dos recursos dos cursos de água para a produção de energia, através de aproveitamentos hidroelétricos, ou para arrefecimento de centrais térmicas, nenhum dos cursos de água existente na bacia tem actualmente este tipo de utilização.

Apenas está previsto um pequeno aproveitamento hidroelétrico para o Rio Alcôa (Aproveitamento de Fervença), com um caudal de 7 m<sup>3</sup>/s, queda de 10 m, potência instalada de 0,64 MW e energia produzível anualmente de 2,8 GWh/ano.

### 1.7.2.3. Aquicultura e Pescas

No que se refere à aquicultura e pescas foram identificadas as explorações aquícolas e as concessões de pesca desportiva e profissional existentes nas bacias hidrográficas das ribeiras do Oeste, 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.

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

As características das bacias hidrográficas das ribeiras do Oeste, sobretudo a proximidade do mar e de centros de consumo potencial, associada ao valor de mercado dos crustáceos e moluscos e aos elevados níveis de poluição das ribeiras do Oeste, levaram a que se tivessem implantado preferencialmente nas bacias hidrográficas das ribeiras do Oeste as actividades de aquicultura marinha e estuarina, em detrimento da aquicultura dulçaquícola, estando a única exploração de espécies dulçaquícolas, no rio Alcôa (sub-bacia Rio Alcobaça), desactivada. Nas bacias hidrográficas das ribeiras do Oeste foram identificadas as seguintes unidades de aquicultura activas:



Mapa 17 – Aquicultura e pesca nas bacias hidrográficas das ribeiras do Oeste

- No mar, na zona de Peniche e da Ericeira, localizam-se três depósitos de marisco, um viveiro de crustáceos e uma piscicultura;
- na Lagoa de Óbidos, encontram-se as três unidades de depuração de bivalves existentes nas bacias.

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. No entanto, existe apenas uma concessão de pesca desportiva localizada na bacia Rio Arnóia.

### 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 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 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.



Mapa 18 – Balanço de recursos hídricos superficiais, em anos médios.



Mapa 19 – Balanço de recursos hídricos superficiais, em anos secos.

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 8 bacias estabelecidas nas bacias hidrográficas das ribeiras do Oeste, sendo que todas drenam directamente para o Oceano Atlântico.

### 1.7.3.2. Necessidades de água

As necessidades de água foram determinadas para diversos usos, nomeadamente: urbano; indústria; agricultura; pecuária e golfe. Para além destes usos, foram ainda consideradas as necessidades decorrentes da evaporação nas grandes albufeiras (no balanço sequencial mensal) e as necessidades ambientais, que traduzem um volume que não deverá ser retirado do meio hídrico.

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 existiria não no local de consumo mas sim nos locais onde se encontra a origem da captação. Este facto tem particular importância no caso do abastecimento urbano, uma vez que parte da água para uso urbano provém do sistema da EPAL, ou seja com origem na bacia do Tejo.

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 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 abastecimento da EPAL, cujas captações na albufeira de Castelo de Bode, no Alviela e em Valada do Tejo, permitem o abastecimento a parte da área das bacias hidrográficas das ribeiras do Oeste. Foi efectuada uma análise das necessidades supridas através de origens superficiais, com base nos elementos relativos às captações, para cada uma das 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 bacias, procedeu-se à distribuição mensal dessas necessidades.

Para determinar as necessidades de água para agricultura supridas a partir 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 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 RGA99, 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, e 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 bacia, foi contemplada a existência de um reservatório único, que resultou da junção das albufeiras com um volume útil superior a 1 hm<sup>3</sup>, 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 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 bacias, 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 afluências mensais geradas em cada uma das bacias, em regime natural, de acordo com o apresentado no ponto referente à Hidrologia.

Nas bacias hidrográficas das ribeiras do Oeste, não existem bacias que recebam escoamentos de outras áreas a montante. Por esta razão, no balanço consideraram-se apenas as disponibilidades hídricas superficiais geradas em cada bacia.

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.

#### 1.7.3.4. Balanço médio anual

Com suporte nos pressupostos anteriores foi efectuado o balanço para cada uma das 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 hídricos, 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 quando as albufeiras permitirem reservas inter-anuais.

Nos Quadros 2.43 e 2.44 apresenta-se o resumo do balanço anual entre necessidades e disponibilidades para cada bacia, para ano médio e ano seco, respectivamente.

Quadro 2.43 – Resumo do balanço anual (recursos hídricos superficiais) por bacia, em ano médio.

Bacia	Disponibilidades (hm <sup>3</sup> )	Necessidades (hm <sup>3</sup> )						Balanço anual (hm <sup>3</sup> )	% de utilização do recurso **
		Urbano	Industria	Agricultura	Pecuária	Golfe	Ambientais*		
Rio Alcobaça	96,818	0,301	0,108	3,159	0,123	0,000	4,841	88,287	3,8
Rio Tornada	51,112	0,000	0,035	1,428	0,049	0,000	2,556	47,045	3,0
Rio Arnóia	93,794	0,000	0,040	2,826	0,037	0,025	4,690	86,177	3,1
Ribeira de São Domingos	12,428	1,749	0,010	0,960	0,007	0,000	0,621	9,082	21,9
Rio Alcabrichel	27,996	0,000	0,025	1,090	0,022	0,015	1,400	25,443	4,1
Rio Sizandro	51,565	0,000	0,081	1,936	0,103	0,031	2,578	46,836	4,2
Rio Lisandro	27,881	0,000	0,051	0,358	0,013	0,000	1,394	26,065	1,5
Ribeiras Costeiras do Oeste	108,937	0,570	0,116	2,418	0,069	0,036	5,447	100,282	2,9

\* 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

\*\* Não se considerou para a % de utilização do recurso a necessidade ambiental

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 2.44 – Resumo do balanço anual (recursos hídricos superficiais) por bacia, em ano seco.

Bacia	Disponibilidades (hm <sup>3</sup> )	Necessidades (hm <sup>3</sup> )						Balanço anual (hm <sup>3</sup> )	% de utilização do recurso **
		Urbano	Industria	Agricultura	Pecuária	Golfe	Ambientais*		
Rio Alcobaça	29,146	0,301	0,108	3,854	0,123	0,000	1,457	23,303	15,0
Rio Tornada	13,529	0,000	0,035	1,751	0,049	0,000	0,676	11,018	13,6
Rio Arnóia	16,923	0,000	0,040	3,322	0,037	0,028	0,846	12,651	20,2
Ribeira de São Domingos	0,805	1,749	0,010	1,145	0,007	0,000	0,040	-2,145	-
Rio Alcabrichel	3,731	0,000	0,025	1,276	0,022	0,017	0,187	2,204	35,9
Rio Sizandro	3,116	0,000	0,081	2,266	0,103	0,034	0,156	0,476	79,7
Rio Lisandro	5,196	0,000	0,051	0,400	0,013	0,000	0,260	4,472	8,9
Ribeiras Costeiras do Oeste	26,114	0,570	0,116	2,800	0,069	0,040	1,306	21,213	13,8

\* 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.

\*\* Não se considerou para a % de utilização do recurso a necessidade ambiental.

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 2.9 e 2.10 apresenta-se um resumo do balanço anual entre as disponibilidades e necessidades para ano médio e ano seco, efectuados por bacia.

Para o volume de água estimado como necessidades ambientais foi adoptado, com carácter indicativo, um valor percentual do escoamento anual, uma vez que o regime de caudais ecológicos a jusante dos aproveitamentos de regularização deverá ser objecto de estudo. Por outro lado, cabe referir que o balanço efectuado não reflecte a avaliação das necessidades de água para usos não consumptivos.

Assim, apesar das disponibilidades serem em geral superiores às necessidades para os usos consumptivos, os volumes de água sobrantes poderão estar efectivamente comprometidos com outras utilizações, ou seja, como indispensáveis para garantir o funcionamento dos sectores considerados não consumptivos.

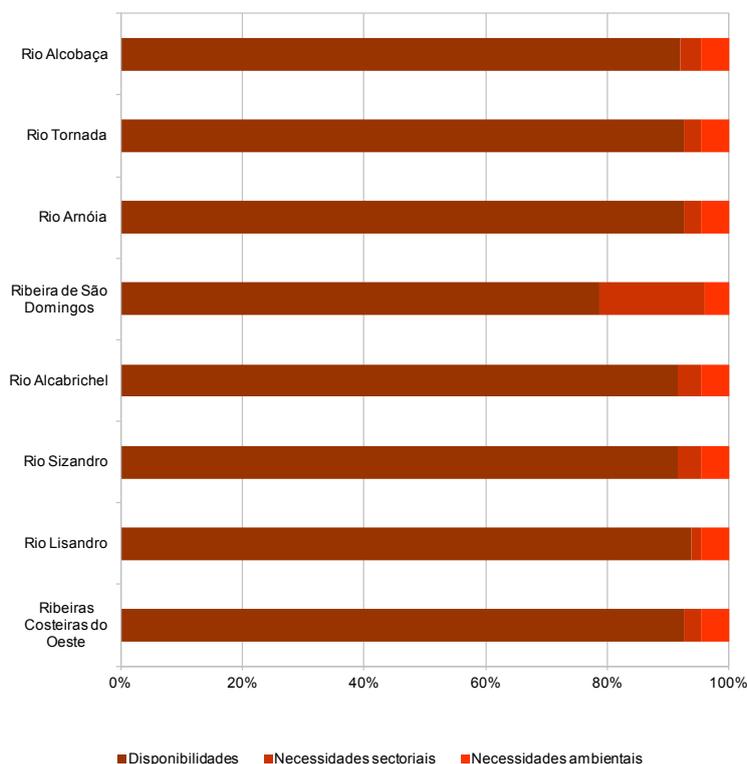


Figura 2.9 – Balanço médio anual em ano médio.

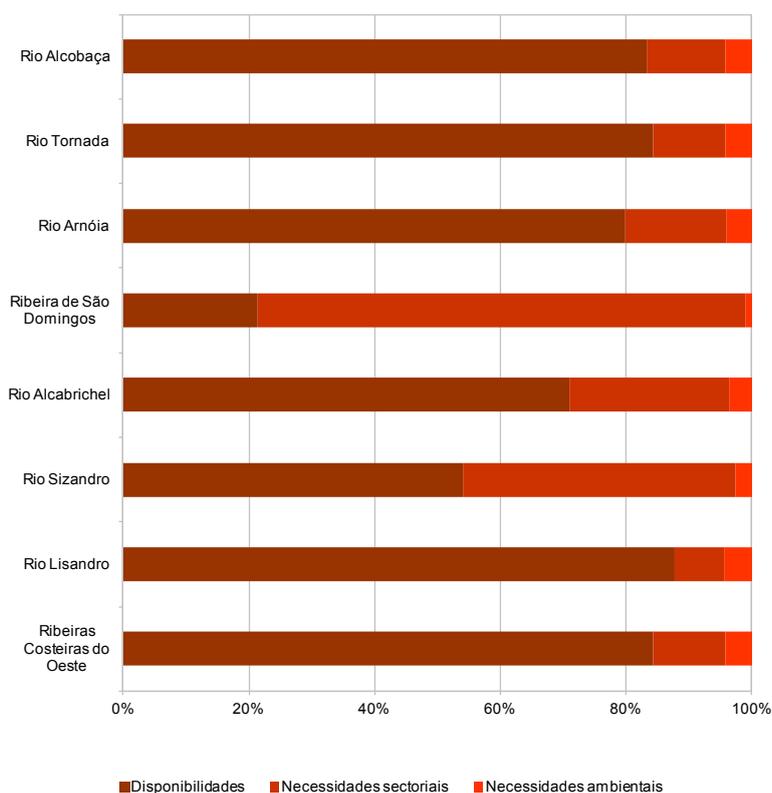


Figura 2.10 – Balanço médio anual em ano seco.

Verifica-se que as necessidades das várias bacias são, na generalidade, bastante inferiores às disponibilidades hídricas. Em termos anuais e em ano médio as utilizações para as várias bacias são inferiores a 4% das disponibilidades, com excepção da bacia Ribeira de São Domingos em que este valor sobe para 22%.

A taxa de utilização global dos recursos hídricos, em ano médio, com a excepção referida, é de 4%, o que é um valor relativamente baixo. 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 corresponde a uma taxa baixa. Na bacia Ribeira de São Domingos considera-se que a taxa de utilização global dos recursos hídricos é uma taxa média.

Em ano seco verifica-se, em alguns casos, uma taxa de utilização de recursos mais elevada, nomeadamente nas bacias Ribeira de São Domingos e Rio Sizandro.

### 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 bacia é apresentado na Figura 2.11.

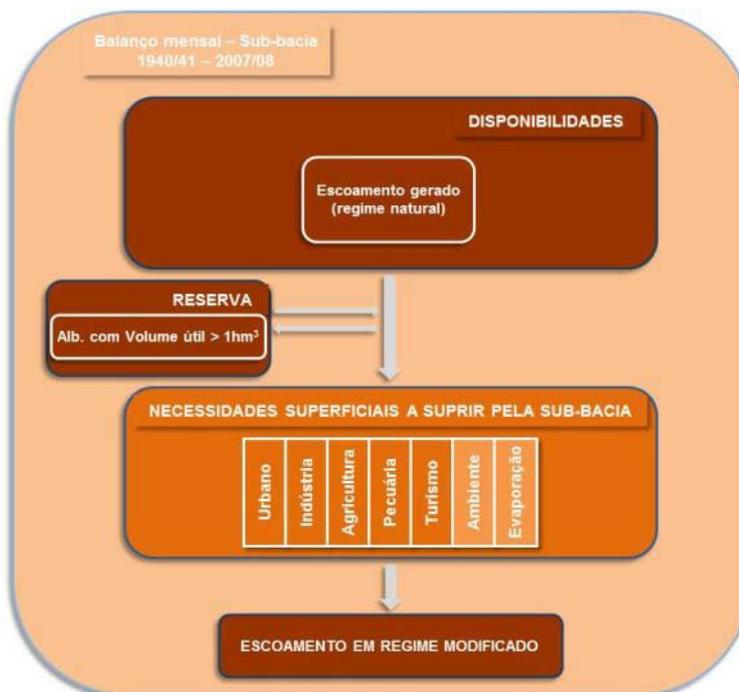


Figura 2.11 – Esquema do balanço hídrico.

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 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 2.45. Foi, ainda, efectuada a verificação do número de falhas com uma duração de dois ou mais anos consecutivos.

Quadro 2.45 – Critérios de satisfação das necessidades hídricas.

Uso	Critérios
<b>Urbano</b>	Deficit anual inferior a 10% às necessidades anuais. Em 10 anos consecutivos, a soma do deficit não seja superior a 8% das necessidades anuais.
<b>Agrícola</b>	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 2.12.

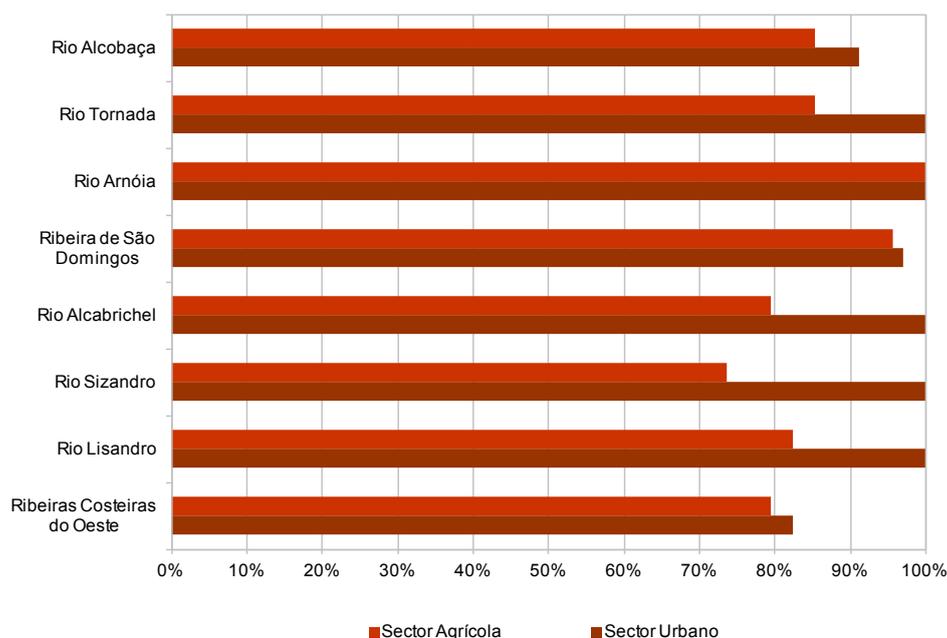


Figura 2.12 – Garantia de satisfação. Recursos hídricos superficiais.

Os níveis de garantia relativos os uso urbano são superiores a 90% em todas as bacias com excepção da bacia Ribeiras Costeiras do Oeste, que é de 82%. No entanto, como nesta bacia as necessidades urbanas são supridas, em grande parte, a partir das bacias Rio Alcobaça e Ribeira de São Domingos, e a partir da bacia hidrográfica do Tejo, não se prevêem existir situações de carência significativas.

Relativamente ao uso agrícola os níveis de garantia são superiores a cerca de 80% em todas as bacias com excepção da bacia Rio Sizandro, em que esta garantia é de 74%.

Estas situações de carência poderão vir a ser minimizados através do reforço de infra-estruturas de armazenamento.

## 1.8. ABASTECIMENTO E TRATAMENTO

No presente ponto 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. Esta análise 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 pelas bacias hidrográficas das ribeiras do Oeste.

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 das bacias hidrográficas das ribeiras do Oeste, 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 bacias hidrográficas consideradas na área de estudo.

Tendo em conta que apenas parte dos concelhos estão totalmente abrangidos pelas bacias hidrográficas das ribeiras do Oeste, 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 pelas bacias hidrográficas das ribeiras do Oeste 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 das bacias hidrográficas das ribeiras do Oeste. O valor da população residente em 2009 nestas bacias 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 das bacias hidrográficas.

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 três dos concelhos das bacias hidrográficas, 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 bacias hidrográficas.

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 das bacias hidrográficas das ribeiras do Oeste. Também para o ano 2008, o valor da população residente nas bacias hidrográficas das ribeiras do Oeste 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 das bacias hidrográficas. Foi ainda elaborada a ponderação dos níveis de atendimento dos concelhos face à população de cada um nas várias bacias hidrográficas.

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 bacia, não integraram esta análise. Este facto pode justificar, em alguns casos, os baixos quantitativos, em termos níveis de atendimento de algumas das bacias hidrográficas das ribeiras do Oeste.

## 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 2.46 apresenta-se o panorama dos serviços de abastecimento público de água e de drenagem e de tratamento de águas residuais da área das bacias hidrográficas das ribeiras do Oeste, no que se refere ao número de Entidades Gestoras (EG) e concelhos abrangidos.

Quadro 2.46 – 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	4	4	8	8	0	0	8	8
	Serviços Municipalizados	4	4	8	8	0	0	6	6
Gestão delegada	Empresa Municipal e Intermunicipal	0	0	0	0	0	0	0	0
	Junta de Freguesia / Associações / Serviços Intermunicipais	1	1	1	1	0	0	0	0
Concessão	Concessão Municipal	6	7	3	3	1	1	3	3
	Concessão Multimunicipal	3	16	0	0	4	17	0	0
<b>TOTAL</b>		<b>18</b>	<b>17<sup>1</sup></b>	<b>20</b>	<b>17<sup>1</sup></b>	<b>5</b>	<b>17<sup>1</sup></b>	<b>17</b>	<b>17<sup>1</sup></b>

Fonte: ERSAR 2009 (Dados relativos a 2009).

<sup>1</sup> Pelo facto de existirem concelhos servidos em simultâneo por várias entidades gestoras, o número total é de 17 concelhos.

#### a) Abastecimento público de água

As actividades relativas ao abastecimento público em baixa são da responsabilidade de 20 entidades gestoras, sendo que 94% dos concelhos são servidos por gestão directa. Apenas 18% dos concelhos da área das bacias hidrográficas são servidos por gestão concessionada.

Por outro lado, as actividades relativas ao abastecimento público em alta são da responsabilidade de 18 entidades gestoras, sendo que 94% dos concelhos são servidos através de gestão concessionada. A Águas do Oeste, S.A. e a

EPAL, S.A. correspondem aos sistemas com maior abrangência em número de concelhos servidos, servindo 71% e 47%, respectivamente, dos concelhos total ou parcialmente abrangidos pela área das bacias hidrográficas das ribeiras do Oeste. O serviço em alta prestado por gestão directa abrange total ou parcialmente 47% dos concelhos da área das bacias hidrográficas. Uma das características dos serviços de abastecimento público de água é a existência de um número considerável de sistemas de pequenas dimensões. Cerca de 80% dos sistemas de abastecimento público de água existentes na área das bacias hidrográficas das ribeiras do Oeste abastecem até 10 000 habitantes.



Mapa 20 – Distribuição dos modelos de gestão adoptados nos serviços de abastecimento público de água em alta.



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

Os sistemas de abastecimento das Entidades Gestoras que servem mais de 100 000 habitantes estão associados aos grandes centros urbanos de Sintra e Cascais. No entanto, apesar de representarem apenas cerca de 4% do total de sistemas de abastecimento público de água, estes sistemas são responsáveis pelo abastecimento a mais de metade da população servida.

Refira-se que, de acordo com a informação obtida no período de Consulta Pública ao PBH Ribeiras do Oeste, nomeadamente a partir da AdP, nos concelhos de Caldas da Rainha, Peniche, Alcobaça e Nazaré o modelo de gestão do abastecimento “em alta” é da responsabilidade dos municípios referidos e, em parte, da Águas do Oeste, já que o Sistema Multimunicipal gerido pela Águas do Oeste apenas fornece parte das necessidades concelhias, de acordo com os contratos de fornecimento celebrados com os mesmos, Pese embora este facto, os dados apresentados reportam-se ao ano de 2009 dado serem os disponíveis à data da elaboração do PBH Ribeiras do Oeste

#### **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 17 entidades gestoras, sendo que mais de 80% dos concelhos são servidos por gestão directa. Apenas 18% dos concelhos da área das bacias hidrográficas são servidos por gestão concessionada.



Mapa 22 – Distribuição geográfica dos modelos de gestão adoptados nos serviços de saneamento de águas residuais urbanas em alta



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

Por outro lado, as actividades relativas aos serviços de saneamento de águas residuais em sistemas em alta são da responsabilidade de cinco entidades gestoras, sendo a totalidade dos concelhos servidos através de gestão concessionada. A Águas do Oeste, S.A. é a concessionária multimunicipal com maior abrangência em número de concelhos servidos (65% do total).

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 80% dos sistemas de drenagem e tratamento de águas residuais servem até 5 000 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 Sintra e Cascais. No entanto, apesar de representarem apenas cerca de 19% do total de sistemas de drenagem e tratamento de águas residuais são responsáveis pela drenagem e tratamento de mais de metade da população servida.

Refira-se que, de acordo com a informação obtida no período de Consulta Pública ao PBH Ribeiras do Oeste, nomeadamente a partir da AdP, nos concelhos de Caldas da Rainha e Peniche, a gestão dos serviços de saneamento de águas residuais urbanas “em alta” é da responsabilidade dos respectivos municípios. Pese embora este facto, os

dados apresentados reportam-se ao ano de 2009 dado serem os disponíveis à data da elaboração do PBH Ribeiras do Oeste.

### 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.



Mapa 24 – Nível de atendimento de abastecimento público de água, por bacia hidrográfica.



Mapa 25 – Nível de atendimento de drenagem de águas residuais, por bacia hidrográfica.



Mapa 26 – Nível de atendimento de tratamento de águas residuais, por bacia hidrográfica.

As bacias hidrográficas das ribeiras do Oeste atingem o objectivo para os níveis estabelecidos em termos de abastecimento de água às populações, com um valor global de 98%. Todas as bacias apresentam níveis de atendimento acima de 95% de população servida (Quadro 2.47). Relativamente aos concelhos total ou parcialmente abrangidos nas bacias hidrográficas das ribeiras do Oeste, 71% atingem o objectivo definido.

Quadro 2.47 – Níveis de atendimento de abastecimento público de água, por bacia.

Bacia hidrográfica	Nível de atendimento (%)
Rio Alcobaça	99
Rio Tornada	100
Rio Arnóia	99
Ribeira de São Domingos	95
Rio Alcabrichel	99
Rio Sizandro	99
Rio Lisandro	95
Ribeiras Costeiras do Oeste	96

Fonte: ERSAR 2009 (Dados relativos a 2009).

Por outro lado, no que se refere aos serviços de saneamento de águas residuais, o nível de atendimento de drenagem cumpre os objectivos definidos, enquanto que o nível de atendimento de tratamento se encontra abaixo, com valores da ordem dos 92% e 79%, respectivamente. No que respeita aos níveis de atendimento de drenagem de águas residuais, metade das bacias (Rio Tornada, Rio Arnóia, Rio Lisandro e Ribeiras Costeiras do Oeste) apresentam valores acima de 90%, enquanto que para o nível de atendimento de tratamento de águas residuais, apenas a bacia Rio Tornada cumpre o objectivo (Quadro 2.48 e Quadro 2.49).

#### Abastecimento público de água:

Nível de atendimento: **98%**

Concelhos que cumprem objectivos do PEAASAR II: **71%**

#### Drenagem de águas residuais

Nível de atendimento: **92%**

Concelhos que cumprem objectivos do PEAASAR II: **55%**

#### Tratamento de águas residuais

Nível de atendimento: **79%**

Concelhos que cumprem objectivos do PEAASAR II: **29%**

Quadro 2.48 – Níveis de atendimento de drenagem de águas residuais urbanas, por bacia.

Bacia hidrográfica	Nível de atendimento (%)
Rio Alcobaça	85
Rio Tornada	99
Rio Arnóia	93
Ribeira de São Domingos	86
Rio Alcabrichel	88
Rio Sizandro	86
Rio Lisandro	100
Ribeiras Costeiras do Oeste	95

Fonte: INSAAR 2009 (Dados relativos a 2008).

Quadro 2.49 – Níveis de atendimento de tratamento de águas residuais urbanas, por bacia.

Bacia hidrográfica	Nível de atendimento (%)
Rio Alcobaça	86
Rio Tornada	99
Rio Arnóia	76
Ribeira de São Domingos	79
Rio Alcabrichel	79
Rio Sizandro	73
Rio Lisandro	68
Ribeiras Costeiras do Oeste	77

Fonte: INSAAR 2009 (Dados relativos a 2008).

NOTA\_ Refira-se que, de acordo com a informação obtida no período de Consulta Pública ao PBH Ribeiras do Oeste, nomeadamente a partir da AdP, verifica-se a existência de dados mais recentes (2011) relativos ao nível de atendimento de tratamento de águas residuais por município. Pese embora este facto, os dados apresentados reportam-se ao ano de 2008 dado serem os disponíveis à data da elaboração do PBH Ribeiras do Oeste.

## 1.8.2. Cadastro de infra-estruturas

### 1.8.2.1. Abastecimento público de água

No Quadro 2.50 apresentam-se as infra-estruturas pertencentes a sistemas públicos de abastecimento de água, localizadas na área das bacias hidrográficas das ribeiras do Oeste.

Quadro 2.50 – Infra-estruturas de abastecimento público de água.

Tipo de infra-estrutura		N.º
Captações de água	Superficiais <sup>1</sup>	3
	Subterrânea <sup>2</sup>	270
Instalações de tratamento de água <sup>3</sup>	Estações de Tratamento de Água (ETA)	16
	Postos de Cloragem (PC)	44
Redes de distribuição de água <sup>3</sup>		278

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

Nas bacias hidrográficas das ribeiras do Oeste, 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 273 captações de água de origem superficial e subterrânea para abastecimento público. As captações de água superficial representam apenas 1% do universo das captações inventariadas, responsáveis por servir cerca de 10% da população.

No que se refere às instalações de tratamento de água foram inventariadas 60 instalações, que servem um total de 177 550 habitantes, dos quais 164 777 são residentes nas bacias hidrográficas das ribeiras do Oeste. Apesar de se verificar uma predominância dos postos de cloragem (73% das instalações), mais de metade da população é servida por Estações de Tratamento de Água (55% do total da população servida).

As bacias hidrográficas das ribeiras do Oeste são cobertas por um total de 278 redes de distribuição de água que distribuem 62 hm<sup>3</sup> e servem um total de 980 716 habitantes (dos quais 385 133 residem nas bacias hidrográficas das ribeiras do Oeste). A grande maioria das redes identificadas (cerca de 97%) apresenta pequenas dimensões (com populações servidas inferiores a 5 000 habitantes). Este facto é explicado pelas características das bacias hidrográficas, a qual apresenta vastas áreas sem agregados populacionais de grandes dimensões.

Tendo em conta a informação obtida no período de Consulta Pública ao PBH Ribeiras do Oeste, 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 PBH Ribeiras do Oeste, identificaram-se na área das bacias hidrográficas das ribeiras do Oeste, 141 captações de água para abastecimento público, das quais 2 são captações de água superficiais e 129 subterrâneas. O volume total de água captado em 2010 foi de 22,24 hm<sup>3</sup>, sendo 9,62% captado em origens superficiais. Estas captações abastecem 54 zonas de abastecimento que servem 349 312 habitantes com um volume distribuído anual de 31,6 hm<sup>3</sup>. O volume distribuído é bastante superior ao volume captado, uma vez que parte desta água é comprada à EPAL e captada na RH5. De salientar que o volume distribuído corresponde 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 2.51 apresentam-se as infra-estruturas pertencentes a sistemas de drenagem e tratamento de águas residuais urbanas, localizadas na área das bacias hidrográficas das ribeiras do Oeste.

Quadro 2.51 – Infra-estruturas de drenagem e tratamento de águas residuais.

Tipo de infra-estrutura		N.º
Rede de drenagem de águas residuais		387
Instalações de tratamento de águas residuais	ETAR	89
	Fossa séptica	66
Pontos de descarga	Com tratamento	155
	Sem tratamento	116

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

As bacias hidrográficas das ribeiras do Oeste são cobertas por um total de 387 redes de drenagem, das quais 50% são redes separativas, 9% do tipo pseudo-separativas e as restantes dividem-se entre mistas e unitárias. As redes identificadas garantem a cobertura de 843 329 habitantes, dos quais 572 358 residem nas bacias hidrográficas das ribeiras do Oeste. A grande maioria das redes de drenagem (94%) é de pequenas dimensões, servindo aglomerados inferiores a 5 000 habitantes, no entanto, estas redes são responsáveis por apenas 25% da totalidade da população coberta por serviço de drenagem de águas residuais urbanas.



Mapa 27 – Captações de água para abastecimento público, por tipo de origem.



Mapa 28 – Instalações de tratamento de água, por tipo de instalação.



Mapa 29 – Redes de distribuição de água.



Mapa 30 – Redes de drenagem de águas residuais urbanas.



Mapa 31 – Instalações de tratamento de águas residuais urbanas, por tipo de instalação.



Mapa 32 – Pontos de descarga de águas residuais urbanas, por tipo de descarga.

No que se refere ao tratamento de águas residuais, foram identificadas 155 instalações de tratamento, num total de 394 307 habitantes servidos, dos quais 333 817 residem nas bacias hidrográficas das ribeiras do Oeste. Das instalações inventariadas 57% correspondem a Estações de Tratamento de Águas Residuais (ETAR) e as restantes são fossas sépticas. As ETAR servem cerca de 97% do total da população servida através de instalações de tratamento de águas residuais. Cerca de 56% 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 6% do total das instalações de tratamento existentes. Salienta-se, ainda, que mais de 90% da população residente na área das bacias hidrográficas é servida por instalações com um grau de tratamento superior a primário.

No que se refere à descarga de águas residuais, foram inventariados 271 pontos de descarga, dos quais 57% correspondem a descargas em meio receptor após tratamento. O total de população servida por pontos de descarga de águas residuais é de 414 755 habitantes, dos quais 353 694 são residentes na área das bacias hidrográficas das ribeiras do Oeste. Destes, 5% 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 das bacias hidrográficas das ribeiras do Oeste.

### 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 SIAM<sup>7</sup> (financiado pela Fundação Calouste Gulbenkian e Fundação para a Ciência e a Tecnologia) e ENSEMBLES<sup>8</sup> (financiado pela Comissão Europeia), dando-se particular enfoque aos resultados obtidos na área de abrangência das bacias hidrográficas das ribeiras do Oeste.

Deste modo, verificou-se que as projecções do clima futuro apresentadas para o ano de 2100 para as bacias hidrográficas das ribeiras do Oeste prevêem, em geral, um aumento da temperatura do ar durante o período de Verão entre 4 e 7°C e no período de Inverno em cerca de 2°C, e um aumento da precipitação durante os meses de Inverno, que poderá variar entre 10 e 20%, e uma diminuição acentuada da precipitação no período de Verão e Outono, que poderá atingir os 50%. A acompanhar as alterações de temperatura e precipitação, prevê-se a redução do escoamento médio anual, em 30%, 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

<sup>7</sup> Projecto SIAM – *Climate Change in Portugal. Scenarios, Impacts and Adaptation Measures*, coordenado pelo Professor Doutor Filipe Duarte Santos

<sup>8</sup> Projecto Europeu ENSEMBLES – *Climate change and its impacts at seasonal, decadal and centennial timescales*.

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).

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

### 1.9.2.1. Registo histórico de cheias

As cheias assumem alguma relevância nas bacias hidrográficas das ribeiras do Oeste, não pela extensão da área sujeita a inundações, mas pelo impacto nos núcleos urbanos sujeitos a este tipo de ocorrências, principalmente. As características geomorfológicas particulares das bacias hidrográficas das ribeiras do Oeste e a reduzida extensão das mesmas favorecem o rápido escoamento dos caudais, pelo que não são expectáveis cheias de grande duração. Todavia, zonas como Sintra, Torres Vedras, Lourinhã e Alcobaça evidenciaram no passado algumas vulnerabilidades a inundações.



Mapa 33 – Troços críticos de cheia - áreas inundáveis.

Foi efectuado o levantamento do registo histórico de cheias nas bacias hidrográficas das ribeiras do Oeste o que permitiu caracterizar as principais cheias ocorridas, bem como os pontos críticos sujeitos a inundações associados a este fenómeno extremo.

As cheias nas bacias hidrográficas das ribeiras do Oeste assumem principal relevância nas bacias Rio Tornada, Rio Sizandro e Ribeiras Costeiras do Oeste.

Tendo em conta as condições geológicas do concelho de Alcobaça, as cheias e inundações não têm particular ênfase na ocorrência de acidentes graves, no entanto podem ocorrer periodicamente inundações.

No concelho de Sintra as últimas cheias catastróficas foram registadas em 1937, 1967 e 1983. As inundações por cheia nos cursos de água que atravessam o concelho têm uma frequência baixa, no entanto no curso de água ribeira de Colares, o risco foi considerado como “elevado”.

O município de Torres Vedras apresenta um alto risco de cheia. Devido à sua configuração topográfica têm surgido ao longo dos anos grandes cheias. Neste concelho as zonas ribeirinhas que possuem risco de cheia são as seguintes: Feliteira; Runa; Torres Vedras (zona baixa); ribeira de Pedrulhos; Ponte do Rol; Bordinheira; Aranha. As inundações por cheia do Rio Sizandro, apesar das limpezas periódicas e rectificações do traçado, têm uma frequência relativamente elevada, admitindo-se ser de esperar cheia desta natureza a cada três anos. As cheias e inundações do Rio Sizandro poderão inundar cerca de dois terços da área do centro histórico de Torres Vedras, que se encontra grande parte em leito de cheia.

No respeitante às marcas de cheias das bacias hidrográficas das ribeiras do Oeste, verifica-se que a bacia Rio Sizandro é a única com marcas de cheia inventariadas, localizando-se todas no concelho de Torres Vedras.

A inventariação das marcas de cheia presentes nas bacias hidrográficas das ribeiras do Oeste, relativas aos principais eventos históricos, bem como as respectivas cotas de inundação e o cálculo dos caudais de cheia, permitiu o mapeamento das zonas de risco de inundação.

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. Este sistema não se encontra, no entanto, implementado nas bacias hidrográficas das ribeiras do Oeste.

As bacias hidrográficas das ribeiras do Oeste carecem de registos de caudais instantâneos máximos anuais. O Quadro 2.52 apresenta o número de registos de caudal instantâneo máximo anual, assim como o registo máximo observado e as datas de início e fim.

Quadro 2.52 – Registos históricos de caudais de ponta de cheia observados.

Bacia	Estação	Número de anos considerados	Caudal máximo registado (m <sup>3</sup> /s)	Início dos registos	Fim dos registos
Rio Arnóia	Gaeiras (17C/05H)	3	30,70	21.10.1979	27.11.1982
Rio Arnóia	Óbidos (17C/03H)	2	30,70	03.01.1978	21.10.1979
Rio Arnóia	Ponte Óbidos (17C/04H)	6	34,61	27.11.1982	29.05.1989
Ribeiras Costeiras do Oeste	Colares (21A/05H)	3	37,54	24.02.1987	08.04.1989

### 1.9.2.2. Avaliação dos caudais de ponta de cheia por modelação hidrológica

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 modelação hidrológica, uma vez que a ausência de registos de caudal instantâneo máximo anual não possibilita a análise estatística dos caudais de ponta de cheia. Este factor constitui uma limitação para o restante estudo das cheias, na medida em que não será possível calibrar os caudais de ponta de cheia obtidos através da modelação. A modelação hidrológica possibilitou gerar expressões regionalizadas que permitem, de forma expedita, estimar o caudal de cheia para várias secções, para vários períodos de retorno considerados.

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 às bacias hidrográficas das ribeiras do Oeste 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* ( $\chi^2$ ) 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 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.

### 1.9.2.3. 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 de simulação de caudais de cheia dentro de uma 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, intercepção/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 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 expressa, por exemplo, pelo número de escoamento. Considera-se que a precipitação e a infiltração são uniformemente distribuídas ao longo da 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 das bacias hidrográficas. O programa HEC HMS é constituído por quatro componentes principais:

- Modelo de bacia – onde são definidas as características físicas da 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 bacias compreendeu os seguintes passos:

- Definição das bacias hidrográficas para modelação de escoamentos e determinação das suas principais características morfológicas;

- avaliação das perdas de água nas 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 bacia;
- determinação dos tempos de concentração de cada 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 bacias a utilizar na análise. Deste modo, consideraram-se todas as bacias por forma a abranger áreas da região da hidrográfica com diferentes características hidrológicas, com excepção da bacia Ribeiras Costeiras do Oeste por ser constituída por inúmeras linhas de água com áreas de bacia de baixa expressão.

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 bacias hidrográficas das ribeiras do Oeste. 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 *Soil Conservation Service* (SCS) que se revelou adequado quando elaborado no âmbito dos Planos de Bacia Hidrográfica de 2001, não requerendo dados hidrológicos para além dos habitualmente disponíveis. Para cada bacia hidrográfica foram determinados os parâmetros requeridos pela aplicação do modelo do hidrograma unitário do SCS.

#### b) Morfologia

As características morfológicas das bacias que compõem as bacias hidrográficas das ribeiras do Oeste foram calculadas a partir do MDT. No Quadro 2.53 apresenta-se o método de cálculo dos parâmetros morfológicos das 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.

Quadro 2.53 – Parâmetros das características morfológicas das bacias.

Parâmetro	Unidades	Método de cálculo
Área (A)	km <sup>2</sup>	SIG
Altitude média da 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 <sub>0</sub> )	m	SIG (MDT)
Cota na extremidade de montante do curso de água principal (Z <sub>100</sub> )	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 hidrograma 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 bacias.

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

A caracterização das 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;
- quadro 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 um quadro 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 bacias hidrográficas das ribeiras do Oeste, foi necessário calcular para cada uma delas o referido número de escoamento. O Quadro 2.54 apresenta o valor médio dos números de escoamentos para cada secção de referência a modelar.

Quadro 2.54 – Número de escoamento por secção de referência a modelar.

Bacia	Número de escoamento	
	CN(II) - Curve Number (II)	CN(III)-Curve Number (III)
Rio Alcobaça	72,77	86,01
Rio Tornada	70,26	84,45
Rio Arnóia	74,00	86,75
Ribeira de São Domingos	82,99	91,82
Rio Alcabrichel	74,37	86,97
Rio Sizandro	79,41	89,87
Rio Lisandro	76,33	88,12

#### d) Tempo de concentração

Os tempos de concentração das 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 bacias. No Quadro 2.55 apresentam-se os tempos de concentração calculados a partir dos métodos acima especificados.

Quadro 2.55 – Tempo de concentração por bacia.

Bacia	Tempo de concentração (h)					
	<i>Giandotti</i>	<i>Kirpich</i>	<i>Temez</i>	<i>SCS</i>	Média	Adoptado
Rio Alcobaça	14,37	7,77	12,14	9,65	10,98	13
Rio Tornada	12,68	6,47	9,25	8,83	9,31	10
Rio Arnóia	18,27	11,33	15,15	15,05	14,95	16
Ribeira de São Domingos	7,79	3,35	5,71	3,06	4,98	5
Rio Alcabrichel	11,88	8,39	11,64	10,73	10,66	12
Rio Sizandro	16,32	10,60	15,22	11,98	13,53	15
Rio Lisandro	8,81	5,64	9,36	6,20	7,50	9

#### 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) das bacias hidrográficas.

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 bacias a modelar, são os que se apresentam no Quadro 2.56.

Quadro 2.56 – Tempo de atraso por bacia.

Bacia	TLag (h)
Rio Alcobaça	7,8
Rio Tornada	6,0
Rio Arnóia	9,6
Ribeira de São Domingos	3,0
Rio Alcabrichel	7,5
Rio Sizandro	9,0
Rio Lisandro	5,4

#### a) Hietograma de cheia

Na ausência de informação hidrométrica adequada na secção drenante das bacias hidrográficas das ribeiras do Oeste, 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  $\Delta t$  para cada intervalo de tempo do hietograma e procedea determinação da precipitação para instantes sucessivos, espaçados da duração  $\Delta t$ . Seguidamente, o  $\Delta t$  a 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 bacias, com excepção da bacia Ribeiras Costeiras do Oeste.

#### b) 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 das bacias hidrográficas 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 nas bacias hidrográficas das ribeiras do Oeste, 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 das bacias hidrográficas 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 nas bacias hidrográficas das ribeiras do Oeste e bacias hidrográficas contíguas: Tejo, 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 2.57 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 2.57 – Precipitação máxima diária anual por secção de referência.

Bacia	Precipitação máxima diária anual (mm)				Estação IDF
	T=5 anos	T=20 anos	T=50 anos	T=100 anos	
Rio Alcobaça	60	78	89	97	S. Julião do Tojal
Rio Tornada	59	76	86	95	S. Julião do Tojal
Rio Arnóia	64	84	97	107	S. Julião do Tojal
Ribeira de São Domingos	61	80	92	102	S. Julião do Tojal
Rio Alcabrichel	62	82	94	104	S. Julião do Tojal
Rio Sizandro	62	83	97	108	S. Julião do Tojal
Rio Lisandro	64	86	100	111	Lisboa (Portela)

O Quadro 2.58 apresenta os valores de caudais de ponta de cheia obtidos por intermédio de modelação hidrológica para diferentes períodos de retorno.

Quadro 2.58 – Caudais de ponta de cheia obtidos por aplicação de modelação hidrológica.

Bacia	Caudais de ponta de cheia (m <sup>3</sup> /s)			
	T=5 anos	T=20 anos	T=50 anos	T=100 anos
Rio Alcobaça	216	340	422	485
Rio Tornada	125	207	262	304
Rio Arnóia	240	375	464	531
Ribeira de São Domingos	108	156	188	210
Rio Alcabrichel	87	139	174	199
Rio Sizandro	207	325	403	462
Rio Lisandro	124	201	255	293

#### 1.9.2.4. 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 homogéneas 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 nas bacias hidrográficas das ribeiras do Oeste, 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, optou-se por analisar o conjunto das bacias hidrográficas das ribeiras do Oeste de modo integrado, não contemplando bacias Ribeira de São Domingos e Ribeiras Costeiras do Oeste. O Quadro 2.59 apresenta os coeficientes das curvas do tipo  $Q_p = C A^z$  para as bacias hidrográficas das ribeiras do Oeste, que possibilita o cálculo expedito do caudal de ponta.

Quadro 2.59 – Parâmetros adoptados e caudais de ponta modelados.

Coeficientes	Período de retorno – T (anos)			
	5	20	50	100
C	1,504	2,833	3,864	4,543
Z	0,829	0,799	0,784	0,780
R <sup>2</sup>	0,911	0,912	0,908	0,909

#### 1.9.3. Secas

A seca é definida como sendo uma ausência prolongada ou défice 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:

50% da bacia apresenta duração média da seca inferior a 21 meses.

7% da bacia apresenta duração média da seca superior a 22 meses.

Para a análise das secas na área das bacias hidrográficas das ribeiras do Oeste 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. Este índice permite classificar a severidade da seca em ligeira (0,0 a -0,99), moderada (-1,0 a -1,49), severa (-1,5 a -1,99) e extrema ( $SPI \leq -2,0$ ).

##### 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, podendo 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 2.60. A probabilidade teórica de ocorrência de categorias de seca moderadas ou de maior severidade é de 0,159.

Quadro 2.60 – 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 desagravamento 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 2.60) 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  $\leq 1$  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  $\leq -1$ .

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 nas bacias hidrográficas das ribeiras do Oeste

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 nas bacias hidrográficas das ribeiras do Oeste fez-se recorrendo aos postos cuja área de influência está dentro da área das bacias hidrográficas. 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  $SPI \leq -1$  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 2.61).

Quadro 2.61 – 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.

Para as bacias hidrográficas das ribeiras do Oeste, foi calculado o índice de seca para 12 meses, SPI-12, com base em 6 séries de precipitação mensal referentes ao período de Outubro de 1940 a Setembro de 1999.

As secas mais severas, por ordem decrescente de severidade, ocorreram nos períodos:

- Novembro de 1943 a Abril de 1946 com uma intensidade média de -1,44;
- Outubro de 1994 a Janeiro de 1996 com uma intensidade média de -1,39;
- Outubro de 1991 a Novembro de 1993 com uma intensidade média de -1,35.

A seca de 1944/1945 foi a mais severa tendo uma área considerável da bacia, mais de 80%, estado em seca severa e/ou extrema durante 9 meses. Foi também a segunda seca mais longa, com uma duração de 29 meses.

A seca que decorreu entre Janeiro de 1992 e Abril de 1992 verifica-se ser a que se agravou mais rapidamente, já que em apenas 3 meses atingiu a categoria de seca severa em toda a região.

Por outro lado, a seca que se iniciou em Fevereiro de 1948, corresponde à seca com maior tempo de estabelecimento, já que só após 12 meses de permanência em seca ligeira houve um agravamento de severidade.

Após se proceder à identificação e caracterização dos períodos de seca com maior intensidade nas bacias hidrográficas das ribeiras do Oeste e a sua distribuição espacial, fez-se uma análise das consequências do risco de seca nas actividades socioeconómicas desenvolvidas na área das bacias hidrográficas, designadamente no sector agrícola (e florestal), uma vez que é o sector mais dependente do défice ou ausência de precipitação.

Tendo em conta a distribuição da duração média da seca, verifica-se que cerca de 50% da bacia apresenta uma duração média da seca inferior a 21 meses, enquanto que apenas 7% apresenta uma duração superior a 22 meses.

Verifica-se que as zonas das bacias hidrográficas em que a seca se manifesta durante mais de 22 meses, são maioritariamente ocupadas por sistemas florestais (54%), seguindo-se sistemas agrícolas heterogéneos (23%). As culturas anuais de regadio e de sequeiro não têm neste caso representatividade. Deste modo, conclui-se que onde o efeito de secas é mais prolongado, o solo é ocupado por culturas muito mais resistentes à seca e logo com menores danos na actividade agrícola.

#### 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.

A variabilidade da erosão do solo resulta de uma combinação de factores que são dependentes e interligados entre si, apresentando grande variabilidade espacial e temporal. Os factores que influenciam os processos erosivos são: a erosividade da precipitação (medida pela sua intensidade e energia cinética); erodibilidade dos solos (definida pelas

suas características físicas e químicas); coberto vegetal (pela sua maior ou menor protecção do solo); declives e comprimento de encostas, e as práticas de conservação existentes.

A erosão hídrica do solo pode provocar situações de assoreamento e poluição na rede hidrográfica, através da diminuição da secção de vazão dos leitos dos rios, aumentando o risco das cheias. No caso dos sedimentos se acumularem em albufeiras este fenómeno poderá comprometer os fins a que estas se destinam, com a diminuição da capacidade útil das mesmas, reduzindo também a sua vida útil.

#### 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 nas bacias hidrográficas das ribeiras do Oeste.

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:

Equação Universal de Perda de Solo  $A = R \times K \times L \times S \times C \times P$

em que:

*A* – é a perda de solo, erosão específica ( $t \text{ ha}^{-1}$ );

*R* – representa o factor de associado à precipitação média ( $\text{MJ ha}^{-1} \text{ mm h}^{-1}$ );

*K* – é o factor de erodibilidade do solo, medindo a resistência dos solos ao destacamento e transporte ( $t \text{ h MJ}^{-1} \text{ mm}^{-1}$ );

*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 2.13.

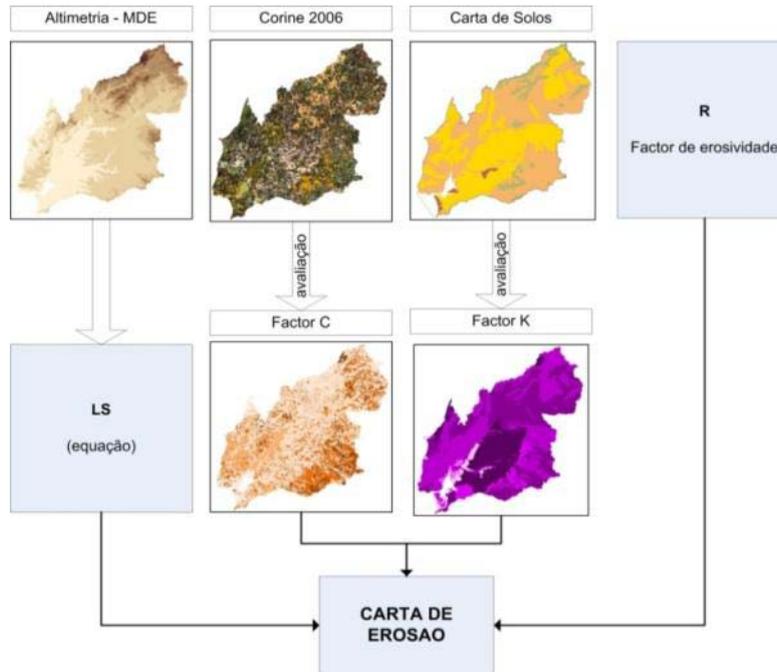


Figura 2.13 – Esquema de cálculo da carta de erosão.

#### 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  $1\ 000\ \text{MJ}\cdot\text{mm}\cdot\text{ha}^{-1}\cdot\text{h}^{-1}$  (Coutinho, 1986), é representativo do valor médio deste factor para a área das bacias hidrográficas das ribeiras do Oeste. No entanto, este valor não é uniforme, variando espacialmente ao longo da região. Este coeficiente foi ajustado espacialmente através da relação entre a precipitação média na área do Plano e a precipitação média em determinado local no período 1959-90.

#### 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 2.62.

Quadro 2.62 – 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

Solos	Factor K
Cambissolos eutricos – rochas sedimentares post-Paleozoicas	0,031
Cambissolos eutricos – xistos e quartzitos do Ordovicico	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 cromicos	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 rodocromicos	0,036
Luvissolos rodocromicos calcicos	0,038
Luvissolos rodocromicos calcicos verticos	0,038
Luvissolos verticos	0,023
Planossolos eutricos	0,025
Podzois orticos	0,028
Podzois orticos – associados a Cambissolos calcários	0,051
Podzois orticos – associados a Cambissolos districos	0,051
Podzois orticos – associados a Cambissolos eutricos	0,051
Podzois orticos – associados a Luvissolos gleizados	0,051
Podzois orticos – associados a Regossolos eutricos	0,028
Rankers	0,051
Regossolos districos	0,006
Regossolos eutricos	0,006
Solonchaks gleizados	0,018
Vertissolos cromicos	0,032
Vertissolos cromicos calcários	0,034
Vertissolos pelicos	0,032
Vertissolos pelicos 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:

$$LS = \left( \left( \frac{\text{flowaccGrid}}{22,13} \right)^{0,4} \right) \times 1,4 \left( \left( \frac{\text{SlopeGrid.sin}}{0,0896} \right)^{1,3} \right)$$

#### 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 1 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 2.63, no qual se apresentam as estimativas aproximadas do factor C.

Quadro 2.63 – 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

Solos	Factor C
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/espacos 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 2.64.

Quadro 2.64 – 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 PBH Oeste em vigor (INAG, I.P., 2001), pelo que se considera a mais adequada.

Todas as massas de água pertencentes à área das bacias hidrográficas se classificam em termos da perda de potencial de solo média, em ano médio, como pertencentes às classes de risco muito baixo e baixo.

No Quadro 2.65 apresentam-se as estimativas da perda potencial média de solo por erosão hídrica, em ano médio, para as várias bacias que fazem parte das bacias hidrográficas das ribeiras do Oeste.

Quadro 2.65 – Perda potencial de solo média em ano médio.

Bacia	Área da bacia (ha)	Perda de solo (t/ha/ano)	Perda total de solo por bacia (t/ano)
Rio Alcobaça	42 118	5,5	231 649
Rio Tornada	24 745	7,3	180 639
Rio Arnóia	44 964	6,3	283 273
Ribeira de São Domingos	6 990	3,9	27 261
Rio Alcabrichel	15 078	5,4	81 421
Rio Sizandro	33 434	5,6	187 230
Rio Lisandro	16 757	7,1	118 975
Ribeiras Costeiras do Oeste	57 146	4,3	245 728
Total/Média	241 232	5,6	1 350 899

Para área das bacias hidrográficas, em ano médio, verifica-se uma perda potencial de solo de 5,6 t/ha, correspondendo a um total de  $1\,351 \times 10^3$  toneladas. Em ano médio, é a bacia Ribeira de São Domingos que apresenta uma menor perda potencial de solo com um valor de 3,9 t/ha/ano, enquanto que a bacia Rio Tornada apresenta uma perda potencial de solo da ordem dos 7,3 t/ha/ano.

### 1.9.5. Erosão costeira

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.

O extenso troço costeiro compreendido entre o limite Norte e Sul das bacias hidrográficas das ribeiras do Oeste é em grande parte dominado por arribas de diferentes tipos litológicos, sendo esta característica interrompida localmente por alguns sectores de costa baixa e arenosa, por vezes limitados por dunas, e nos quais desembocam estruturas lagunares ou estuarinas relevantes, de que são exemplo a lagoa de Óbidos e a foz do Rio Sizandro.

### 1.9.6. Movimentos de massa

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, os quais, quando conjugados com acções de natureza antrópica, podem contribuir para agravar os fenómenos associados aos riscos naturalmente existentes.

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. As bacias hidrográficas das ribeiras do Oeste apresentam uma parcela significativa do seu território sujeita a riscos e perigos, tratando-se de uma região comparativamente importante neste domínio no contexto nacional.

Tendo em consideração o constante no Plano Regional de Ordenamento do Território do Oeste e Vale do Tejo (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 Plano Regional de Ordenamento da Área Metropolitana de Lisboa (PROT-AML), refere que 9% desta área apresenta risco de instabilidade de vertentes (deslizamentos e desabamentos), com especial relevância no município de Mafra.

Em litoral de arriba, os fenómenos erosivos mais evidentes e com maior impacte nas actividades humanas, são as instabilizações em massa das arribas provocadas pela acção erosiva das ondas do mar, da escorrência superficial, da infiltração e circulação de água subterrânea ou pela imposição de vibrações e sobrecargas (factores condicionantes externos), e auxiliadas pela degradação progressiva das características de resistência dos materiais e maciços rochosos ou terrosos interessados (factores condicionantes internos).

Em termos gerais, todo o troço costeiro abrangido pelas bacias hidrográficas das ribeiras do Oeste apresenta sintomas de instabilidade em praticamente toda a sua extensão, sendo as roturas observadas, isto é os movimentos de massa de vertente, maioritariamente do tipo queda de blocos (*“rockfall”*) e escorregamento planar, e em menor número do tipo tombamento (*“toppling”*) (Pinto & Vinhas, 2011). Estes movimentos implicam a separação de volumes variáveis de solos ou rochas, geralmente caracterizados por secções transversais esbeltas, ou seja, com altura da massa deslocada predominante relativamente à largura e comprimento.

Entre 2006 e 2011, foram registados e identificados pela ARH Tejo cerca de 100 movimentos de massa de vertente, com larguras entre os 0.5 e os 4m, envolvendo a mobilização de aproximadamente 10 000m<sup>3</sup> de material, afectando uma frente total de mar com cerca de 800m de comprimento (0.4% do comprimento total do litoral com arribas).

Estes fenómenos de instabilidade, apesar se tratarem de eventos de recuo isolados no tempo e de carácter localizado no espaço, quando verificados em zonas com ocupação humana fixada na base ou no topo das arribas, constituem fonte de risco apreciável, podendo causar acidentes com consequências graves para os utentes das praias e danificar ou destruir estruturas construídas.

Do exposto anteriormente, resulta que o risco depende essencialmente do produto das componentes exposição (representa o conjunto de pessoas e bens expostos a um perigo natural – no caso das arribas o número de pessoas e bens potencialmente afectados pelo efeito de um desmoronamento) e perigosidade (o produto da intensidade do fenómeno pela sua probabilidade de ocorrência), sendo como tal influenciado pela tipologia e densidade da ocupação humana.

Ao longo deste troço costeiro, existem locais de elevada perigosidade, ou seja, em que os fenómenos de instabilidade são particularmente intensos e com elevada probabilidade de ocorrência, mas nos quais o risco é relativamente reduzido dada a baixa densidade de ocupação humana presente na base e no topo das arribas. O troço contido entre a Lagoa de Óbidos e o limite Sul deste concelho, constitui exemplo do referido, apresentando a maior frequência de movimentos de massa de vertente deste troço costeiro e as taxas de evolução mais rápidas (entre 0,1 a 0,3m/ano). No entanto, dada a baixa densidade de ocupação humana na base (utentes na praia) e no topo (construções), o grau de risco apresenta-se relativamente reduzido.

**Zonas de maior vulnerabilidade:**

**Alcobaça:** Praias de Água de Madeiros e Pedra do Ouro

**Nazaré:** Praia da Nazaré

**Lourinhã:** Praias do Lagido e São Bernardino; Praias de Porto Dinheiro e Valmitão

**Torres Vedras:** Praias da Mexelhoeira, Amanhã/Vigia e Guincho

**Mafra:** Praias da Calada, São Lourenço, Coxos, Ribeira de Ilhas, Matadouro/São Sebastião e São Julião – Norte

**Sintra:** Praias de São Julião – sul, Magoito e Adraga

Em oposição, existem numerosos troços ao longo da área abrangida pelas bacias hidrográficas das ribeiras do Oeste que apresentam risco elevado, dada a elevada exposição a que estão sujeitos, associada ao uso balnear das praias acumuladas na base das arribas durante o verão e à ocupação existente no topo das arribas (construções).

Atento o referido, as situações de maior risco neste troço costeiro localizam-se nos sectores em que as características geológicas e geotécnicas dos materiais e maciços rochosos constituintes das arribas são favoráveis à ocorrência de movimentos de massa de vertente e nos quais se verifica uma maior densidade de ocupação humana. Com base na identificação e registo efectuado desde 2006 pela ARH Tejo das instabilidades verificadas, e atento o padrão de ocupação balnear conhecido para a generalidade das praias, destacam-se os seguintes locais de maior risco: Praias da Água de Madeiros e Pedra do Ouro (Alcobaça); Praia da Nazaré (Nazaré); Praias do Lagido e São Bernardino (Peniche); Praias de Porto Dinheiro e Valmitão (Lourinhã); Praias da Mexelhoeira, Amanhã/Vigia e Guincho (Torres Vedras); Praias da Calada, São Lourenço, Coxos, Ribeira de Ilhas, Matadouro/São Sebastião e São Julião – Norte (Maфра); Praias de São Julião – Sul, Magoito e Adraga (Sintra).

Ao nível das áreas de maior risco potencial associada à intensa ocupação humana no topo das arribas (áreas urbanizadas), são de referir as seguintes situações: Pedra do Ouro, Mina, Vale Furado e Pico do Facho (Alcobaça); Sítio da Nazaré (Nazaré); Insua do Baleal, Bairro dos Pescadores e Consolação – Sul (Peniche); Areia Branca (Lourinhã); Santa Cruz (Torres Vedras); Ericeira (Maфра); Azenhas do Mar (Sintra).

### 1.9.7. Risco sísmico

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.

As bacias hidrográficas das ribeiras do Oeste, 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, englobam as zonas sísmicas A e B, as duas de maior risco sísmico do território continental português. Também de acordo com o mapa, elaborado no PNPOT, que representa um subconjunto de riscos e vulnerabilidades relevantes, entre os quais o risco sísmico, para o território continental e a uma escala macroscópica, se verifica que grande parte das bacias hidrográficas das ribeiras do Oeste se encontra assinalada como zona de risco sísmico.

Considerando os sismos históricos, segundo dados compilados pelo IM, entre 1901 e 1971, a intensidade sísmica máxima atingiu o valor de 7 nas bacias hidrográficas das ribeiras do Oeste.

### 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 impactos 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.

Dos seis aproveitamentos hidráulicos inventariados na área das bacias hidrográficas das ribeiras do Oeste, cinco estão abrangidos pelo RSB (barragens de Alvorninha, Óbidos, São Domingos, Sobrena e Toxofal) e, destes, apenas um, o aproveitamento hidráulico de Alvorninha, tem classificação aprovada pelo INAG, inserindo-se na Classe I de danos potenciais. 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 devem possuir Planeamento de Emergência, que se materializa no Plano de Emergência Interno (PEI) e no Plano de Emergência Externo (PEE).

### 1.9.9. Riscos de poluição accidental

#### 1.9.9.1. Águas de superfície

O conhecimento sobre as situações de potencial risco accidental 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 accidental, baseada na susceptibilidade anteriormente definida. Esta análise foi extensiva a toda a área das bacias hidrográficas, tendo-se utilizado a informação fornecida pela ARH Tejo relativamente às actividades económicas e outras fontes poluentes existentes na região.

Adicionalmente, foi estabelecida uma metodologia para avaliação de tais impactes, já que foi 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 accidental das várias MA.

#### a) Metodologia e elementos de base considerados

A metodologia seguida para a determinação do risco de poluição accidental 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 às bacias hidrográficas das ribeiras do Oeste requereu algumas adaptações ao nível das categorias que integram os parâmetros de determinação, nomeadamente na categoria designada “Presença de águas residuais”, na qual se adaptaram as tipologias de fontes às bacias hidrográficas em estudo, e na categoria designada “Presença de actividades industriais”, onde foram inseridas novas tipologias de indústria, entre outras, indústrias Seveso.

Os elementos utilizados para o cálculo da vulnerabilidade à poluição acidental nas bacias hidrográficas das ribeiras do Oeste (Quadro 2.66) foram obtidos através da 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 das bacias hidrográficas;
- 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.

Quadro 2.66 – Critérios e ponderadores para o cálculo do índice de vulnerabilidade à poluição acidental.

	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	
		82 – 142 ha de área cultivada	2	
		< 82 ha de área cultivada	1	
	Dimensão das bacias hidrográficas (D)	> 1 942 km <sup>2</sup>	5	1
		388 – 1 942 km <sup>2</sup>	4	
		155 – 388 km <sup>2</sup>	3	
		39 – 155 km <sup>2</sup>	2	
		<39 km <sup>2</sup>	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		

Parâmetros	Categorias	Índices de classificação (I)	Factores de ponderação (P)
Presença de actividades industriais (I)	Estradas não pavimentadas	2	4
	Inexistência de vias de transporte nas bacias hidrográficas das ribeiras do Oeste	1	
	Indústrias Seveso – Nível superior de perigosidade	8	
	Indústrias Seveso – Nível inferior de perigosidade	6	
	Outras (restante indústria transformadora)	4	
Cobertura vegetal do solo (C)	Inexistência de indústrias nas bacias hidrográficas das ribeiras do Oeste	1	1
	0 - 5% de solo coberto por vegetação	5	

Fonte: adaptado de NMED/DWB, 2000 in IRAR, 2009

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 das bacias hidrográficas” 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 2.67.

Quadro 2.67 – Classificação do índice WRASTIC de vulnerabilidade à poluição accidental.

Classificação	Pontuação
Elevada (3)	Vulnerabilidade $\geq 50$
Moderada (2)	$26 \leq$ Vulnerabilidade $< 50$
Baixa (1)	Vulnerabilidade $< 26$

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 2.68.

Quadro 2.68 – Classificação da probabilidade de ocorrência de poluição accidental.

Classificação	Pontuação
Muito elevada (5)	Número de factores de risco $\geq 35$
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 dispondo 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 2.69.

Quadro 2.69 – Classificação do risco de poluição accidental.

Classificação	Pontuação
Elevado	Risco $\geq 10$
Moderado	$5 \leq$ Risco $< 10$
Baixo	Risco $\leq 5$

Por fim, no contexto da gestão dos recursos hídricos, considerou-se ser relevante complementar o apuramento do risco de contaminação accidental das várias massas de água 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 três captações existentes nas bacias hidrográficas das ribeiras do Oeste).

Para este efeito foi estabelecida uma escala de gravidade, que pretende qualificar a importância de um eventual episódio de poluição accidental que ocorra, recorrendo à tipologia e à classificação das actividades potencialmente poluentes, de acordo com os critérios indicados no Quadro 2.70, 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 2.71.

Quadro 2.70 – 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 2.71 – 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

## b) Resultados

Tendo em conta os resultados obtidos, verifica-se que o risco de poluição accidental nas bacias hidrográficas das ribeiras do Oeste é na generalidade baixo, embora cerca de 20% do total de MA apresente um risco moderado e 13% um risco elevado. Relativamente às três captações de água superficial para consumo humano existentes nas bacias hidrográficas das ribeiras do Oeste, uma está localizada numa massa de água com um risco de poluição accidental moderado.

Analisando conjuntamente os resultados obtidos para o risco de poluição accidental e para a gravidade e significância dos impactos expectáveis nas captações localizadas nas bacias hidrográficas das ribeiras do Oeste, verifica-se que a captação localizada numa MA com risco de poluição accidental moderado é caracterizada por impactes com moderada gravidade e muito baixa significância.

### 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.

#### Risco de poluição accidental nas massas de água superficiais

- Baixo: **67%** das massas de água;
- Moderado: **20%** das massas de água;
- Elevado: **13%** das massas de água.

#### Risco de poluição accidental nas captações superficiais de água destinada ao consumo humano:

- 1 captação superficial de água para consumo humano localiza-se numa massa de água com risco de poluição accidental moderado.

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

- Aterros sanitários mal isolados, lixeiras e fossas sépticas;
- solos contaminados;
- áreas industriais abandonadas, contendo substâncias perigosas;
- áreas mineiras contendo substâncias perigosas ou radioactivas;
- indústrias abrangidas pelos regulamentos PRTR (registo de emissões e transferências de poluentes) e IPPC (regime de prevenção e controlo integrado da poluição);
- pecuárias intensivas (explorações 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 2.72 – 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 á 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.

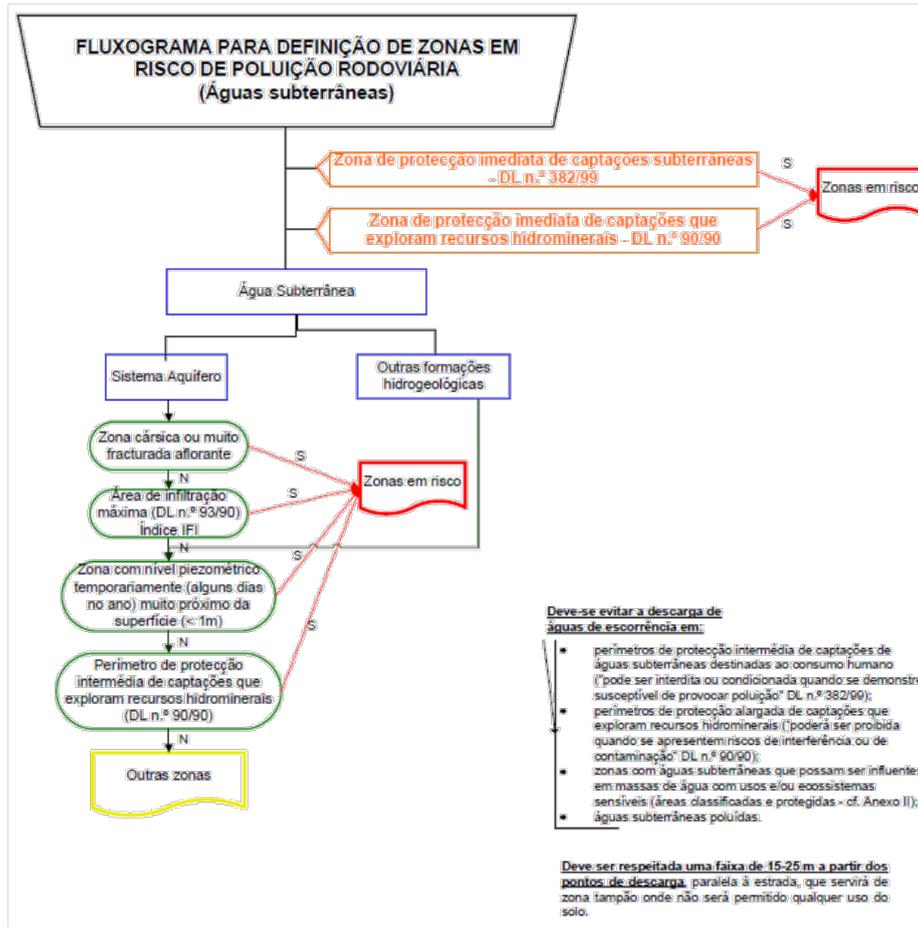
A aplicação simplificada deste conceito, que tem por base a análise de um conjunto de características intrínsecas do meio hídrico receptor, para uma análise expedita de riscos de poluição accidental, visa definir as estradas onde haverá maior risco de poluição no caso de ocorrer um acidente, que correspondem 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 PBH diz respeito apenas à componente de águas subterrâneas, e foi efectuada através da aplicação do fluxograma da figura seguinte (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.



Fonte: Adaptado de Leitão *et al.*, 2005

Figura 2.14 – Fluxograma para a definição de zonas em risco de poluição rodoviária, componente águas subterrâneas.

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.

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 4 classes de risco apresentada no quadro seguinte, adaptada do índice IFI. Salienta-se ainda que deverão ser identificadas todas estas situações numa zona com 1km adjacente às estradas e que devem ser classificadas como “zonas em risco” as correspondentes às classes Alto e Muito Alto.

Quadro 2.73 – Grau de risco de poluição accidental e respectivas classes.

Grau de risco	Classes
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 accidental 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 accidental.

## 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 km<sup>2</sup> 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 34 – 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 dois representados nas bacias hidrográficas das ribeiras do Oeste, apresentando-se no Quadro 2.74 as suas características gerais (INAG, I.P., 2008).

Quadro 2.74 – Principais características dos tipos da categoria Rios existentes nas bacias hidrográficas das ribeiras do Oeste (INAG, I.P., 2008).

Tipos	Altitude (m)	Latitude (°)	Longitude (°)	Área de drenagem (km <sup>2</sup> )	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 Litoral Centro (L)	43,50±44,22	38° 50' N a 40° 42' N	8° 21' W a 9° 26' W	5386 ou < 10	De baixa a elevada mineralização	150 e 400	940,76 ± 118,09	14,77 ± 0,32	9,83 ± 1,05

##### 2.1.1.2. Lagos

Não existem lagos naturais nas bacias hidrográficas das ribeiras do Oeste.

##### 2.1.1.3. Águas de transição

Não existem massas de água de transição nas bacias hidrográficas das ribeiras do Oeste.

#### 2.1.1.4. Águas costeiras

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 costeiras mais relevantes, ou seja com mais de 1 km<sup>2</sup> (Bettencourt *et al.*, 2003). Aos sistemas de menores dimensões foram criteriosamente atribuídas tipologias dentro das identificadas para os sistemas maiores de 1km<sup>2</sup>.



Mapa 35 – Tipos de águas costeiras.

De acordo com Bettencourt *et al.* (2003) as tipologias das águas costeiras 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 km<sup>2</sup> 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.

Foram identificados cinco tipos de águas costeiras, dois relativos a lagoas e três de costa aberta em Portugal continental, dos quais somente três ocorrem nas bacias hidrográficas das ribeiras do Oeste: o tipo A3 Lagoa Mesotidal semi-fechada, representado pela Lagoa de Óbidos, e os tipos A5 e A6 de costa aberta ou seja, Costa Atlântica Mesotidal Exposta e Costa Atlântica Mesotidal Moderadamente Exposta, respectivamente, cujas características principais se encontram no Quadro 2.75 (Bettencourt, *et al.*, 2003).

Quadro 2.75 – Principais características dos tipos para a categoria águas costeiras nas bacias hidrográficas das ribeiras do Oeste (Bettencourt, *et al.*, 2003).

	Latitude (°)	Longitude (°)	Regime de Marés (m)	Salinidade (‰)	Exposição às vagas	Forma	Profundidade (m)
<b>A3</b> 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)
<b>A5</b> Costa Atlântica mesotidal exposta	41° 50' N - 39° 21' N	08° 41' W - 09° 24' W	Mesotidal (3,3-3,5 m)	Euhalina (35)	Exposta	-	-
<b>A6</b> 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 2.76 apresenta-se em síntese, para cada categoria de MA, os tipos que ocorrem nas bacias hidrográficas das ribeiras do Oeste.

Quadro 2.76 – Número de tipos existentes por categoria de MA nas bacias hidrográficas das ribeiras do Oeste.

Categoria	Número de Tipos	Designação dos Tipos
Rios	2	Rios Montanhosos do Norte (M)
		Rios do Litoral Centro (L)

Categoria	Número de Tipos	Designação dos Tipos
Águas Costeiras	3	A3 – Lagoa Mesotidal Semi-fechada
		A 5 – Costa Atlântica Mesotidal Exposta
		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 das bacias hidrográficas 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 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 e águas costeiras

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 (SP+OP).

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.

Para as águas costeiras, e considerando apenas o tipo A3, a metodologia utilizada foi desenvolvida no âmbito do Projecto MONAE ([www.monae.org](http://www.monae.org)) constando de Ferreira *et al.* (2006). A metodologia teve por 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 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.

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 aflúncias 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 2.77 encontra-se a distribuição das MA de superfície por categoria nas bacias hidrográficas das ribeiras do Oeste, e nos Quadros 2.78 e 2.79 distribuição das MA por tipo.

Quadro 2.77 – Distribuição das MA naturais de superfície por categoria nas bacias hidrográficas das ribeiras do Oeste.

	Rios	Águas Costeiras
N.º de MA	33	4
Extensão (km) ou Área (km <sup>2</sup> )	538 km	2 806 km <sup>2</sup>

Quadro 2.78 – Número de MA por tipo de rio e representatividade dos tipos nas bacias hidrográficas das ribeiras do Oeste.

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 <sup>2</sup> )	Área média das bacias das MA (km <sup>2</sup> )
Rios Montanhosos do Sul (S2)	1	3	11	11	50	50
Rios do Litoral Centro (L)	32	97	527	16	2 063	64
<b>Total</b>	<b>33</b>	<b>100</b>	<b>538</b>	<b>-</b>	<b>2 113</b>	<b>-</b>

Quadro 2.79 – Número de MA costeiras e representatividade nas bacias hidrográficas das ribeiras do Oeste.

Tipo de Águas Costeiras	N.º de MA	% do número total de MA	Área total das MA (km <sup>2</sup> )	Área média das MA (km <sup>2</sup> )	Área total das Bacias (km <sup>2</sup> )	Área média das Bacias (km <sup>2</sup> )
A3 Lagoa Mesotidal Semi-Fechada	2	50	8	4	46	23
A5 Costa Atlântica Mesotidal Exposta	1	25	2 003	2 003	68	68
A6 Costa Atlântica Mesotidal Moderadamente Exposta	1	25	795	795	25	25
Total	4	100	2806	-	139	-

### 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.º 4.



Mapa 36 – Massas de água fortemente modificadas.

*Identification and Designation of Heavily Modified and Artificial Water Bodies* (CIS\_WFD, 2003) tendo-se verificado a sua identificação e designação sempre que:

- 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 km<sup>2</sup>, era superior a 2 km (dimensão mínima de uma MA da categoria Rios), e homogéneo em termos de tipologia.

Foi também considerado como critério a presença de uma passagem para peixes (PPP).

Nas bacias hidrográficas das ribeiras do Oeste foi designada uma MA fortemente modificada da categoria Rios, a jusante da barragem de São Domingos. Este rio pertence ao tipo Rios do Litoral Centro, e possui, sensivelmente, 4 km de extensão e 5 km<sup>2</sup> de área de bacia da MA.

### 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 km<sup>2</sup>.



Mapa 37 – Tipos de Rios a montante de barragens (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: Albufeiras do Norte, Albufeiras do Sul, e Albufeiras do Curso Principal.

Nas bacias hidrográficas das ribeiras do Oeste foi designada uma MAFM da categoria Rios, troços a montante de barragens, designada por Albufeira de São Domingos, pertencente ao tipo Sul (Quadro 2.80). Esta MA possui, sensivelmente, uma área inundada de 0,44 km<sup>2</sup> e uma área de bacia da massa de água de 8 km<sup>2</sup>.

Quadro 2.80 – Principais características (média aproximada ou tendência) das albufeiras do tipo Sul, correspondente à albufeira de São Domingos.

	Altitude (m)	Área de drenagem (km <sup>2</sup> )	Volume (hm <sup>3</sup> )	Geologia dominante	Desenvolvimento da Margem (Área/Perímetro)	Distância à nascente (km)	Dureza total (mg/l)	Precipitação média anual (mm)	Temperatura média anual (°C)
Tipo 2 Sul	120	300	Variável	Siliciosa; média mineralização	6	40	100	700	16

#### 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 38 – Massas de água artificiais.

Nas bacias hidrográficas das ribeiras do Oeste existe apenas uma MAA, correspondendo ao canal da rede primária do perímetro de rega público da Cella, com um total de aproximadamente 11 km de extensão.

### 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 costeiras

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)<sup>9</sup>.

### 2.1.4. Síntese

No Quadro 2.81 apresenta-se uma síntese do número de MA e de cada área ou da extensão total para cada categoria, nas bacias hidrográficas das ribeiras do Oeste.



Mapa 39 – Massas de água superficiais e respectivas bacias de drenagem.

Quadro 2.81 – Números de MA e respectiva área ou extensão total por categoria nas bacias hidrográficas das ribeiras do Oeste.

MA	Categoria	Número de MA	Área total das MA (km <sup>2</sup> )	Extensão total das MA (km)
Naturais (n = 37)	Rios	33	-	538
	Costeiras	4	2 806	-
<b>Total MA Naturais</b>		37	2 806	538
MAFM (n = 2)	Rios (Troços a Jusante de Barragens)	1	-	4
	Rios (Troços de rio a montante de Barragens – Albufeira)	1	0,44	-
<b>Total MAFM</b>		2	0,44	4
MAA (n=1)	Rios	1	-	11
<b>Total MAA</b>		1	-	11
<b>TOTAL</b>		40	2 806	553

<sup>9</sup> 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, I.P. no âmbito da elaboração do Relatório Síntese sobre a Caracterização das Regiões Hidrográficas prevista na no Artigo 5.º da DQA.

Do conjunto de 11 MA subterrâneas referidas no capítulo 1.4.3, apenas 8 estão afectas às bacias hidrográficas das ribeiras do Oeste. Conforme disposto no n.º 2 do Artigo 1.º do Decreto-Lei n.º 347/2007, de 19 de Outubro, existem duas MA subterrâneas em parte localizadas na área das bacias hidrográficas das ribeiras do Oeste cuja gestão foi atribuída à região hidrográfica do Tejo (RH5), e uma massa de água subterrânea atribuída à região hidrográfica do Vouga, Mondego, Lis e Ribeiras do Oeste – bacia hidrográfica do Lis, respectivamente Pisões–Atrozela, Bacia do Tejo–Sado / Margem Direita e Vieira de Leiria–Marinha Grande.

Estas três MA são caracterizadas em pormenor nos Planos das respectivas regiões hidrográficas. Relativamente à MA Vieira de Leiria–Marinha Grande e atendendo à área significativa que ocupa na área das bacias das hidrográficas ribeiras do Oeste, será apresentada neste PBH a 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 massa de água 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 massa de água subterrânea, esse escoamento directo se poderá infiltrar recarregando os aquíferos.

Considera-se que em todas as MA subterrâneas afectas às bacias hidrográficas das ribeiras do Oeste as áreas de drenagem coincidem com as áreas de afloramento das massas de águas, excepto para a MA do Paço. Dada a reduzida dimensão desta MA, considera-se relevante a área das vertentes que podem originar escoamento directo para o interior do vale tifónico que caracteriza a referida MA.

O quadro seguinte representa as áreas de drenagem das massas de água subterrâneas.

Quadro 2.82 – Áreas de drenagem das MA subterrâneas.

Designação da massa de água	Área Total (km <sup>2</sup> )	Área de drenagem fora da massa de água (km <sup>2</sup> )	Área total de drenagem (Km <sup>2</sup> )
Orla Ocidental Indiferenciado das Bacias das Ribeiras do Oeste	1801,41	-	1801,41
Maceira	5,1	-	5,1
Alpedriz	92,5	-	92,5
Maciço Calcário Estremenho	767,6	-	767,6
Paço	6,39	0,54	6,93
Cesareda	16,82	-	16,82
Torres Vedras	79,83	-	79,83
Caldas da Rainha-Nazaré	166,04	-	166,04

A figura seguinte representa a área de drenagem da MA subterrânea do Paço.

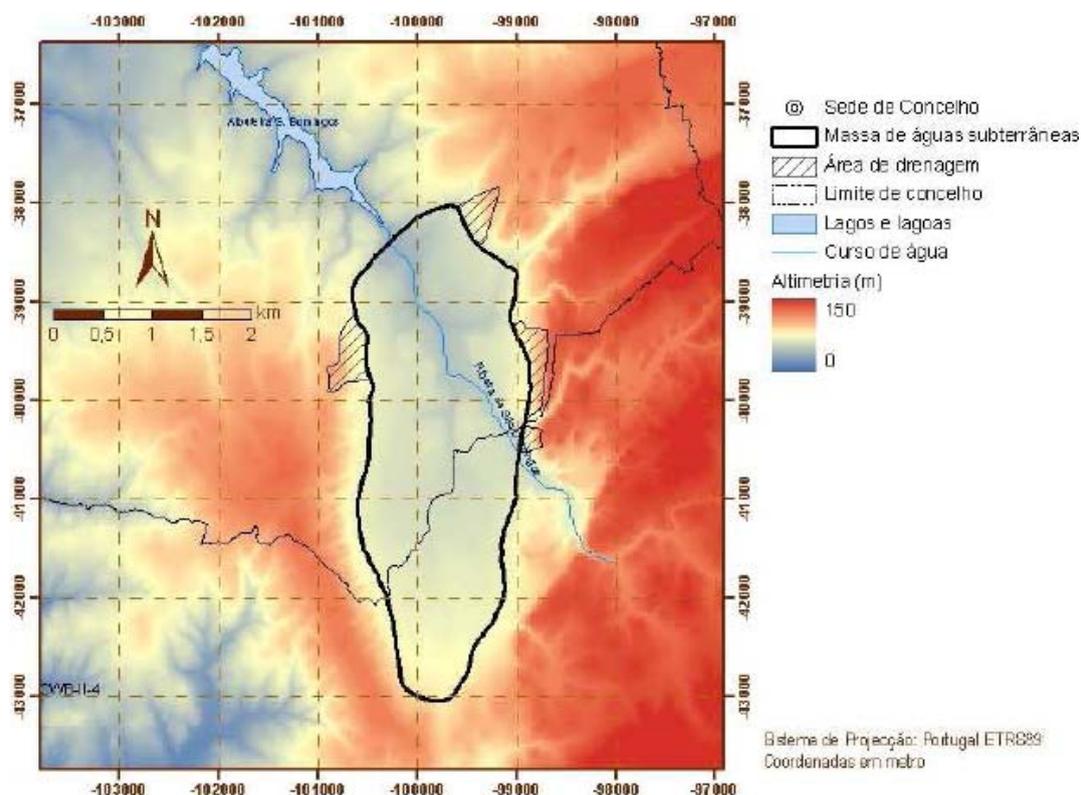


Figura 2.15 – Área de drenagem da MA subterrânea do Paço.

### 2.2.2.2. Características gerais dos estratos da área de drenagem

Do ponto de vista geológico, as MA subterrâneas afectas às bacias hidrográficas das ribeiras do Oeste apresentam uma enorme variabilidade de tipos litológicos, englobando formações geológicas desde o Jurássico inferior até à actualidade. Esta variabilidade conduz à existência de MA com características e comportamento hidrogeológico distintos (Quadro 2.83).

Quadro 2.83 – Tipos litológicos existentes nas massas de água subterrâneas afectas às bacias hidrográficas das ribeiras do Oeste.

Massa de água	Estatigrafia	Litologia
Orla Ocidental Indiferenciado das Bacias das Ribeiras do Oeste	Lagoa de Óbidos	Cretácico inferior Arenitos caulíniferos com calhaus rolados e leitos de argilas e raramente com leitos conglomeráticos.
	Pataias	Jurássico médio Calcários e margas arenosas.
	Vale de Lobos	Cretácico inferior Arenitos finos caulíniferos associados a leitos de argilas.
	Pero Pinheiro	Cenomaniano Calcários.
	Montejunto	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. Jurássico médio Calcários margosos, calcários dolomíticos, calcários, calcários dolomitizados, dolomitos.

Massa de água	Estatigrafia	Litologia
<b>Maceira</b>	Jurássico médio	Calcários, calcários margosos, calcários xistosos, calcários margosos compactos com intercalações xistosas a argilosas, margas.intercalações xistosas a argilosas, margas.
	Jurássico inferior	Dolomias e calcários dolomíticos, calcários margosos, calcários, calcários ferruginosos, margas, margas xistosas, margas dolomíticas.
<b>Alpedriz</b>	Pliocénico	Complexo predominantemente arenoso
	Miocénico	Argilas arenosas, grés argilosos, argilas, areias argilosas e na base um grés consolidado com leitos argilosos.
	Cretácico superior (Turoniano)	Margas, calcários, calcários margosos, grés margosos muito finos, margo-calcários, alternância de calcários com margas, calcários siliciosos, grés calcários muito finos. Calcários ferruginosos.
	Cretácico superior (Cenomaniano)	Calcários margosos com intercalações de calcários compactos, margo-calcários, calcários, dolomias pulverulentas, calcários dolomitizados e gresosos, alternâncias de calcários compactos e margas.
	Cretácico inferior	Conglomerados e grés
<b>Maçico Calcário Estremenho</b>	Jurássico superior	Argilas, margas, calcários, calcários cristalinos.
	Jurássico médio	calcários margosos, calcários argilosos, calcários cristalinos, calcários dolomíticos, calcários detríticos, etc.
<b>Paço</b>	Plio-Plistocénico	Areias e argilas
<b>Cesareda</b>	Jurássico superior	Calcários, calcários margosos, calcários areníticos, margas, margas conglomeráticas, conglomerados calcários.
	Jurássico médio	Calcários, calcários siliciosos, calcários margosos, calcários margo-xistosos, calcários oolíticos.
<b>Torres Vedras</b>	Jurássico superior a Cretácico inferior	Arenitos feldspáticos caulíferos a ferruginosos de granulometria variável, mal calibrados, por vezes compactos, com abundantes intercalações de argilas e siltes.
<b>Caldas da Rainha–Nazaré</b>	Plio–Plistocénico	Areias por vezes com burgaus e calhaus, areias argilosas, grés argilosos com calhaus, calcários gresosos, conglomerados, argilas, intercalações de lignitos e diatomitos.

No que respeita à caracterização hidrogeológica das massas de água, apresenta-se no quadro seguinte uma síntese da caracterização da transmissividade, com os dados de Almeida *et al.* (2000) e de Oliveira *et al.* (2001). 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 massas de água 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  $\geq 6$  l/s;
- produtividade média: mediana  $\geq 1$  l/s e  $< 6$  l/s;
- produtividade baixa: mediana  $< 1$  l/s.

Refira-se que, desenvolvendo-se as massas de água em profundidade, os valores de produtividade dependem sempre da geometria da captação (profundidade e posição dos ralos), e do processo de construção e desenvolvimento da captação, pelo que os valores apresentados podem estar a captar profundidades diferentes e, como tal, representar características diferentes da mesma massa de águas subterrâneas.

Quadro 2.84 – Caracterização da transmissividade e da produtividade das massas de água subterrâneas.

Massa de água	Transmissividade (m <sup>2</sup> /dia)				Produtividade (l/s)					
	Mediana	Mínimo	Máximo	N.º de determinações	Mediana	Mínimo	Máximo	N.º de determinações	Classe	
Orla Ocidental Indiferenciado das Bacias das Ribeiras do Oeste	-	1 <sup>(2)</sup>	3000 <sup>(2)</sup>	36	-	0,0	117	> 260	(Baixa a Alta)	
Maceira	-	150 <sup>(1)</sup>	350 <sup>(1)</sup>	Várias	-	2,2	17,8	3	(Média a Alta)	
Alpedriz	3 <sup>(1)</sup>	4 <sup>(1)</sup>	156 <sup>(1)</sup>	16	2,2	0,44	15	34	Média	
Maciço Calcário Estremenho	-	1 <sup>(1)</sup>	4800 <sup>(1)</sup>	Várias	0,8	0	20	28	Baixa	
Paço	68 <sup>(1)</sup>	10 <sup>(1)</sup>	1250 <sup>(1)</sup>	28	8,3	2,2	34,7	32	Alta	
Cesareda	-	41 <sup>(2)</sup>	520 <sup>(2)</sup>	5	-	2,8	25	4	(Média a Alta)	
Torres Vedras	-	2,5 <sup>(1)</sup>	400 <sup>(1)</sup>	67	6,0	2,0	20,0	25	Alta	
Caldas da Rainha-Nazaré	Sector das Caldas da Rainha	-	30 <sup>(1)</sup>	450 <sup>(1)</sup>	Várias	10,0	1,1	36,0	60	Alta
	Sector da Nazaré	-	8 <sup>(1)</sup>	570 <sup>(1)</sup>	26	11,8	3	20	10	Alta

<sup>(1)</sup> estimada com base no caudal específico.

<sup>(2)</sup> estimada com base no caudal específico ou em ensaio de bombagem.

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

Fonte: Almeida *et al.*, 2000; Oliveira *et al.*, 2001

Nas MA afectas às bacias hidrográficas das ribeiras do Oeste predomina a classe de produtividade Alta (mediana > 6 l/s), seguida da classe Média a Alta (mediana ≥ 1 l/s e < 6 l/s), tal como ilustra a figura seguinte.

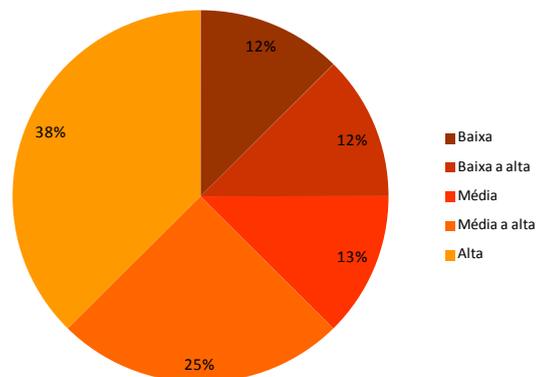


Figura 2.16 – Percentagem (%) de MA subterrâneas por classes de produtividade.

Em termos de modelo conceptual do funcionamento hidrogeológico, de um modo geral, considera-se que todas as MA subterrâneas têm como principal entrada de água a infiltração directa da água da chuva, podendo ainda existir recarga através do escoamento subterrâneo lateral proveniente de massa de águas subterrâneas adjacentes, dos excedentes de rega, das perdas de águas nas redes de distribuição e de saneamento e, em casos pontuais, entrada de água a partir da infiltração de cursos de águas superficiais.

As principais saídas das massas de água subterrâneas serão em direcção aos cursos de águas superficiais que as drenam e, no caso das massas de água subterrâneas costeiras em direcção ao mar. As saídas das massas de água 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 pode haver situações de intrusão marinha, que não se prevêem importantes.

Particularizam-se algumas situações por massa de água subterrâneas:

- **Orla ocidental Indiferenciado das Bacias das Ribeiras do Oeste:** regiões hidrogeologicamente muito variáveis, divididas em diferentes sectores admissivelmente com funcionamentos hidrogeológicos distintos;
- **Maceira:** Não é possível definir direcções de fluxo pondo-se a hipótese de que existam descargas difusas para os sedimentos que envolvem o sistema;
- **Alpedriz:** A descarga do aquífero parece realizar-se para Oeste do sistema aquífero; Sul de Leiria; o vale do Lis; a ribeira da Caranguejeira. Em termos de direcções de fluxo, e considerando tanto a distribuição das zonas de descarga e estando as principais áreas de recarga situadas nos sectores S e SE do sistema aquífero, poderá levantar-se a hipótese de que existam sectores com fluxos levemente distintos:
  - Um sector ocidental cujo fluxo geral seja para W ou NW, pois existem descargas naturais no extremo W deste sistema;
  - um sector oriental onde o fluxo se faça para NE, em direcção às zonas de descarga natural sitas a Sul de Leiria, no vale do Rio Lis e na Ribeira de Caraguejeira (Almeida *et al.*, 2000);
- **Maciço Calcário Estremenho:** As nascentes por onde se fazem as descargas deste sistema estão com frequência associadas a cursos de água que têm, deste modo, origem neste maciço, recebendo as águas da sua drenagem subterrânea. De acordo com Crispim (2010):
  - À bacia hidrográfica do Lis estão associadas: as nascentes do Lis que drenam directamente o bloco de calcários e calcários margosos do Jurássico médio e superior do Planalto de S. Mamede; as nascentes de Reixida que drenam, directamente ou através das formações margo-calcárias do Jurássico superior, não só estas formações mas também algumas áreas do Planalto de S. Mamede; as nascentes de Fonte dos Marcos e Rio Seco, que são também responsáveis pela drenagem de sectores menores dos afloramentos calco-margosos do Jurássico superior a oeste da falha do Reguengo; as nascentes do vale do Alcaide (drenam já sectores do podlje de Alvados); as nascentes da Fórnea, que drenam apenas pequena faixa de terrenos ao longo da Costa de Alvados; as nascentes do Lena (de que se destaca a do Olho de Água da ribeira de Cima), recebem águas de uma parte da terminação setentrional do Planalto de Santo António e da parte Norte da depressão da Mendiga;
  - às bacias hidrográficas das ribeiras do Oeste estão associadas as nascentes de Chiqueda, cuja influência se deve estender a grande parte da Serra dos Candeeiros, com excepção da parte Sul;
  - à bacia hidrográfica do Tejo estão associadas: a nascente do Almonda, cuja área de drenância, atribuída com base em pressupostos geológicos, não parece em conformidade com o seu caudal e produção anual; a nascente dos Olhos de Água do Alviela, que além de drenar grande parte do Planalto de Santo António, estende também a sua influência ao Planalto de S. Mamede, através do Polje de Minde, como comprovam traçagens efectuadas (Crispim, 1986 e Crispim, 1995), tendo a bacia drenada por esta nascente cerca de 180 km<sup>2</sup> (Crispim & Lopes 2007); a nascente de Vila Moreira, que compartilha águas com as nascentes do Alviela e Almonda, como também foi comprovado por traçagens (Crispim, 1995); a nascente do Olho de Água de Alcobertas, que drena o bloco de calcários e calcários margosos do Jurássico superior da depressão da Mendiga, embora com caudal reduzido; as várias nascentes das Bocas de Rio Maior, às quais deve ser atribuída uma área

compreendendo a terminação meridional da Serra dos Candeeiros e a sua continuação para Sul sob os sedimentos detríticos mesocenozóicos.

Em termos de circulação e descargas, admite-se a possibilidade, não comprovada, de que o sistema aquífero da Bacia do Tejo-Sado/Margem Direita recebe água por escoamento subterrâneo lateral proveniente do Maciço Calcário Estremenho.

- **Paço:** As direcções de fluxo – para o nível produtivo superficial – são, na maior parte do sistema aquífero, orientadas de S para N, dirigidas para o eixo de drenagem constituído pela ribeira de S. Domingos, sugerindo que esta ribeira possa funcionar como zona de drenagem do sistema aquífero. Considerando aliás a não existência de exurgências significativas, o nível aquífero superficial deverá realizar o escoamento para esta linha de água e eventualmente para várias outras que nele nascem e o atravessam. Localmente o fluxo no nível produtivo superficial pode realizar-se para NW, E-W ou mesmo NE-SW, situação que se verifica sobretudo no sector N do sistema aquífero. Refere-se ainda que esta MA poderá estar em ligação hidráulica com a MA subterrânea da Cesareda, do qual recebe recarga por via lateral;
- **Cesareda:** A principal área de descarga do sistema localiza-se na pequena povoação de Olho Marinho, sendo também registadas exurgências em vale de Columbeira (com exurgência de água mineral) e na região de Pó (de carácter temporário), sendo ainda possível existirem outras áreas de descarga até ao momento desconhecidas. Podem ocorrer também transferências para a ribeira de S. Domingos no seu extremo SW. Também se admite que o planalto de Cesareda constitui a principal área de recarga das nascentes minerais do diapiro do Vimeiro, pelo que este sistema aquífero estaria assim em ligação hidráulica algo profunda com a área do Vimeiro, também num sentido de circulação genérico para SW;
- **Torres Vedras:** Os dados de piezometria apontam para que no sector N o sistema aquífero contribuirá para o caudal de base do Rio Alcabrichel. No sector S, pelo contrário, parece ocorrer um comportamento influente da Vala dos Amiais, que desta forma contribuirá para a recarga do aquífero. As direcções de fluxo, se considerar que o estado actual reflecte condições mais próximas do sistema não perturbado – dado que nos últimos anos, o abastecimento público tem sido feito por fonte externa e os antigos furos de captação são mantidos em regime de reserva estratégica (Vieira da Silva, 2010) – convergem para a zona do Paúl, sendo de NE para SW, no sector N e E, e de W para E no sector ocidental. Sendo que a zona do Paúl foi uma das áreas que sofreu intensos rebaixamentos durante o período de intensa exploração, esta convergência do fluxo poderá dever-se a:
  - Um efeito do rebaixamento da superfície piezométrica (se se admitir que o sistema aquífero ainda não recuperou completamente a sua piezometria natural);
  - uma distribuição natural do fluxo natural (caso a piezometria tenha já atingido as condições anteriores à exploração intensiva do aquífero).
- **Caldas da Rainha-Nazaré:** De acordo com Almeida *et al.* (2000) esta MA, além da recarga directa da precipitação, também pode ser alimentada por rios influentes, como por exemplo o Rio Arnóia (Paz, 2009). Poderá eventualmente ocorrer recarga, na parte Sul do sector das Caldas da Rainha, a partir de escoamento subterrâneo proveniente do sistema aquífero de Cesareda. As descargas naturais principais situam-se na região do Ameal (Almeida *et al.*, 2000) e São Martinho do Porto (Paz, 2009) no sector de Caldas da Rainha. Paz (2009) definiu um fluxo aproximadamente de Leste para Oeste, embora possa localmente ser modificado devido à presença de depressões locais na superfície piezométrica, originadas pelos pólos de captação para abastecimento público (Almeida *et al.*, 2000).

Do ponto de vista hidrogeoquímico, as massas de água subterrâneas afectas às bacias hidrográficas das ribeiras do Oeste foram analisadas com base na informação disponível até 2009.

Quadro 2.85 – Caracterização hidrogeoquímica das massas de água subterrânea.

Massa de água	Fácies dominante	Período de análise
Orla Ocidental Indiferenciado das Bacias das Ribeiras do Oeste	-	-
Maceira	Bicarbonatada cálcica	2004 – 2005
Alpedriz	Cloretada e bicarbonatada sódica e/ou cálcica	2001 – 2009
Maciço Calcário Estremenho	Bicarbonatada cálcica e mista	2000 – 2009
Paço	Bicarbonatada cálcica-magnésiana e cloretada sódica	2004 – 2008
Cesareda	Bicarbonatada cálcica-magnésiana	2001 – 2009
Torres Vedras	Bicarbonatada a cloretada cálcica e sódica	2001 – 2009
Caldas da Rainha–Nazaré	Bicarbonatada mista e cloretada mista	2000 – 2009

Relativamente à caracterização hidrogeoquímica 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.

### 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.



Mapa 40 – Evolução dos níveis piezométricos por estação de monitorização.

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.

Para cada um destes níveis foram traçadas rectas de regressão linear cujo pendente dá uma tendência de evolução (Quadro 2.86). 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 2.86 – Análise da tendência de evolução dos níveis piezométricos nas massas de água subterrâneas.

Massa de água	N.º de estações				Avaliação final
	Sem valores suficientes	Sem tendência de descida	Com tendência de descida	N.º total	
Orla Ocidental Indiferenciado das Bacias das Ribeiras do Oeste	2	5	8	15	Com tendência de descida
Maceira	1	-	-	1	Sem tendência de descida
Alpedriz	3	-	3	6	Com tendência de descida
Maciço Calcário Estremenho	5	1	-	6	Sem tendência de descida
Paço	2	-	-	2	Sem tendência de descida
Cesareda	2	-	-	2	Sem tendência de descida
Torres Vedras	-	2	2	4	Com tendência de descida
Caldas da Rainha–Nazaré	3	3	3	9	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: Orla Ocidental Indiferenciado das Bacias das Ribeiras do Oeste, Alpedriz, Torres Vedras e Caldas da Rainha–Nazaré.

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 massa de água, tal como se verifica no Mapa 40, não podendo ser consideradas representativas da totalidade da massa de água. 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.

A recarga de águas subterrâneas é calculada utilizando procedimentos que modelam de uma forma sequencial diária (Figura 2.17) 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.

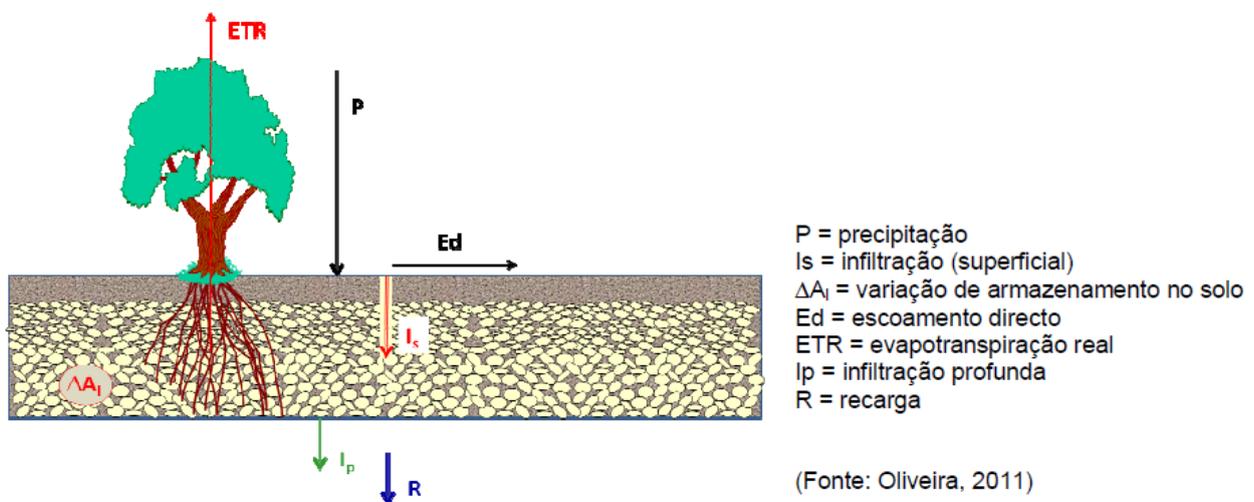


Figura 2.17 – Conceptualização do processo de recarga no modelo de balanço hídrico sequencial diário.

O estudo da evolução espaço-temporal da recarga de águas subterrâneas foi efectuado calculando a recarga pelo modelo de balanço hídrico sequencial diário do solo BALSEQ (Lobo Ferreira, 1981, e Oliveira, 2004). 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 e 30-9-2002. Para as MA de Maceira e Alpedriz o período analisado corresponde a um intervalo de 26 anos, dado serem os dados disponíveis, iniciando-se o período de análise em 1-10-1982.

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 massas de água subterrâneas, no âmbito deste PBH, utilizou-se a cartografia de solos à escala 1:25 000 para a massa de águas subterrâneas de Monforte-Alter do Chão e, nas restantes massas de água 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 PBH 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 2.18), 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.

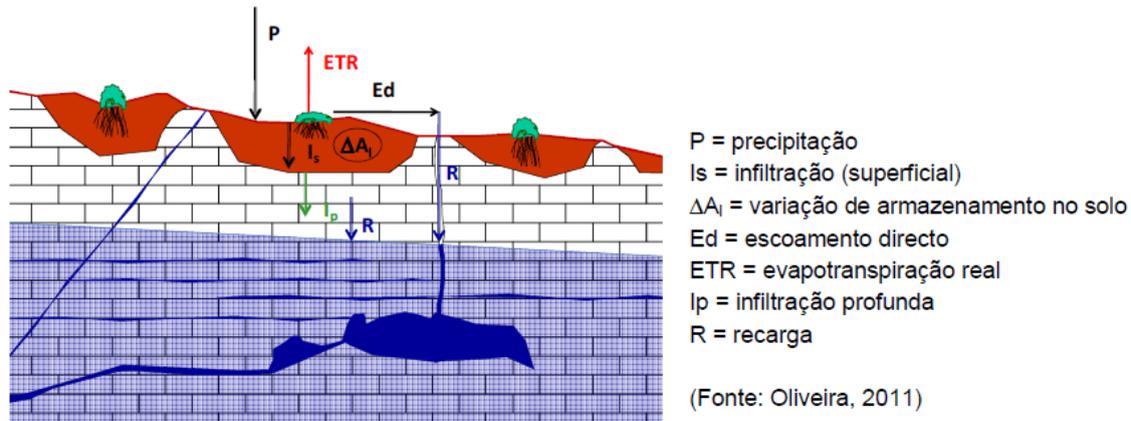


Figura 2.18 – Conceptualização do processo de recarga em meios cársicos.

Na aplicação realizada às massas de água subterrâneas cársicas, nas zonas onde este curso 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 massa de água subterrânea foi analisada individualmente. Para as massas de água 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 massa de água 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 massas de água subterrâneas mais extensas, onde a variabilidade da precipitação permitiu definir áreas com precipitações distintas, dividiu-se a massa de águas 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 massas de água subterrâneas de extensão pequena atribuiu-se apenas uma série de evapotranspiração de referência mensal. As massas de água 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 massa de águas subterrâneas resultante da intersecção do mapa de ocupação dos solos Corine Land Cover 2006 do IGP, com o mapa de solos definido de acordo com a metodologia referida, com a área de influência de cada série se 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 massa de águas subterrâneas para produzir séries diárias, mensais ou anuais de recarga, podendo-se assim caracterizar a distribuição espaço-temporal da recarga.

O Quadro seguinte sintetiza por massa de água subterrânea as séries temporais analisadas e os valores finais de recarga anual média e sua relação com a precipitação anual média.

Quadro 2.87 – Valores de recarga por MA.

Massa de água	Período analisado		Precipitação (mm/ano)	Recarga		
	Série	N.º de anos		(mm/ano)	(hm³/ano)	Precipitação (%)
Orla Ocidental Indiferenciado das Bacias das Ribeiras do Oeste	10/1979-09/2010	31	764	119	213,61	16
Maceira	10/1982-09/2008	26	896	411	2,08	46
Alpedriz	10/1982-09/2008	26	896	254	23,5	28
Maciço Calcário Estremenho	10/1980 - 9/2009	29	917	556	426,79	61
Paço	10/1979-09/2009	30	700	244 <sup>(1)</sup>	1,56 <sup>(1)</sup>	31
Cesareda	10/1979-09/2009	30	700	428	7,19	61
Torres Vedras	10/1979-09/2009	30	713	176	14,04	25
Caldas da Rainha-Nazaré	10/1978-09/2008	30	761	218	36,07	29

<sup>(1)</sup> O volume de recarga apresentado inclui 26 mm/ano ou 0,17 hm³/ano de recarga de água proveniente do escoamento directo das áreas de drenagem da massa de água subterrânea.

A figura seguinte sintetiza os valores de recarga anual média por massa de água subterrânea e a sua relação com a precipitação anual média. Como se verifica pela análise da figura, as MA cársicas são as que apresentam maiores taxas de recarga.

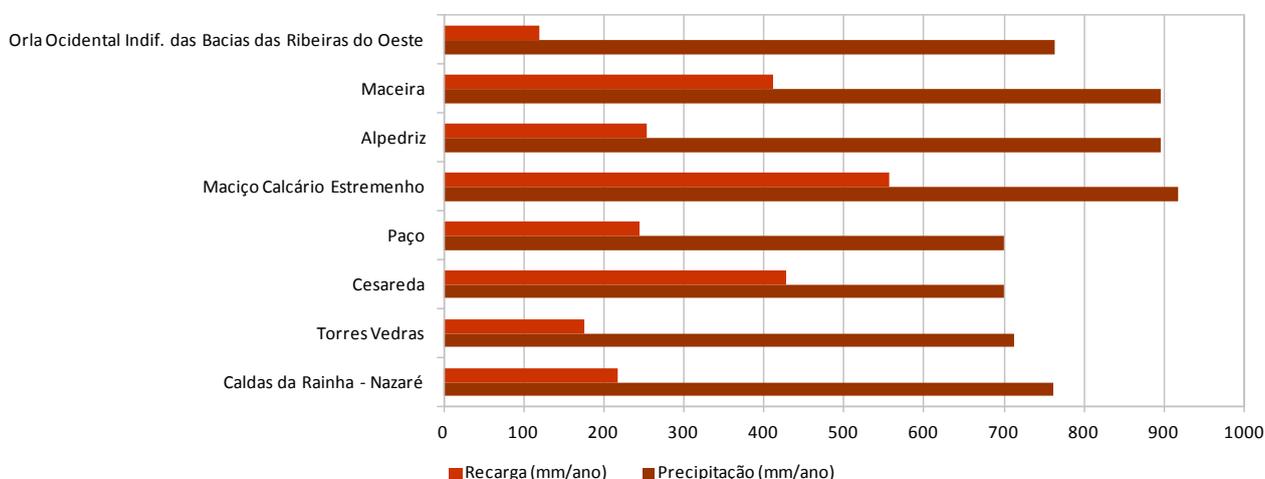


Figura 2.19 – Relação da recarga das MA subterrâneas com a precipitação.

#### **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 rípicolas 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 41 – Ecossistemas dependentes das águas subterrâneas.

Neste contexto, a identificação e caracterização dos ecossistemas aquáticos de superfície ou ecossistemas terrestres dependentes de massas de água 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 massas de água subterrâneas 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 massas de água subterrâneas da região do presente PBH 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 rípicolas 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 massas de água 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 massas de água subterrânea e as zonas protegidas, identificadas no Anexo 4 da 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 PBH 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 PBH, 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 interacções rio-aquífero.

Dada a existência de dados bastante esparsos de piezometria, quer nas massas de água indiferenciadas, quer nas massas de água 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 massas de água subterrânea, contribui igualmente para a muito provável ausência de identificação de alguns ecossistemas na área do actual PBH 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 massas de água subterrânea que não poderiam ser detectadas através da informação de base disponível para a realização do presente PBH. Ou seja, as situações deste tipo mostram que a resolução espacial da informação geográfica de suporte do presente PBH não é suficiente para a identificação de alguns dos ecossistemas que se sabe existirem nestas circunstâncias.

A identificação dos ecossistemas no presente PBH 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 massas de água subterrâneas em partes significativas da área do actual PBH, 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 PBH, 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 PBH.

O trabalho destes autores é de grande utilidade para a identificação das escalas de trabalho actualmente possíveis para a caracterização dos EDAS à escala da região hidrográfica, ao definir uma quadrícula georeferenciada, cuja concepção se baseia na ocorrência de espécies cuja presença está na dependência da rede hidrográfica. A metodologia proposta e implementada por Espírito Santo *et al.* (2001) assenta na representação das denominadas “Espécies RELAPE” (Raras, Endémicas, Localizadas, Ameaçadas ou em Perigo de extinção), relacionadas com a rede fluvial.

Para inventariação da distribuição das plantas com interesse para conservação na área das bacias hidrográficas das ribeiras do Oeste elaborou-se uma listagem de plantas aí ocorrentes, pertencentes aos Anexos II e IV da Directiva 92/43/CEE ou pelos autores consideradas raras, bem como outras ali localizadas e ecologicamente dependentes do sistema fluvial; por consulta em Herbários Nacionais (Estação Florestal Nacional - LISFA, Instituto Superior de Agronomia - LISI e Estação Agronómica Nacional - LISE), seleccionaram-se aquelas que de algum modo estão na dependência da rede hidrográfica, anotando-se os locais de colheita, após o que se efectuou a respectiva georeferenciação. Foram localizadas 78 espécies RELAPE nestas condições. A cada táxone foi atribuído um dos valores que se segue:

- 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. Orquídeas;
- 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 2.20).

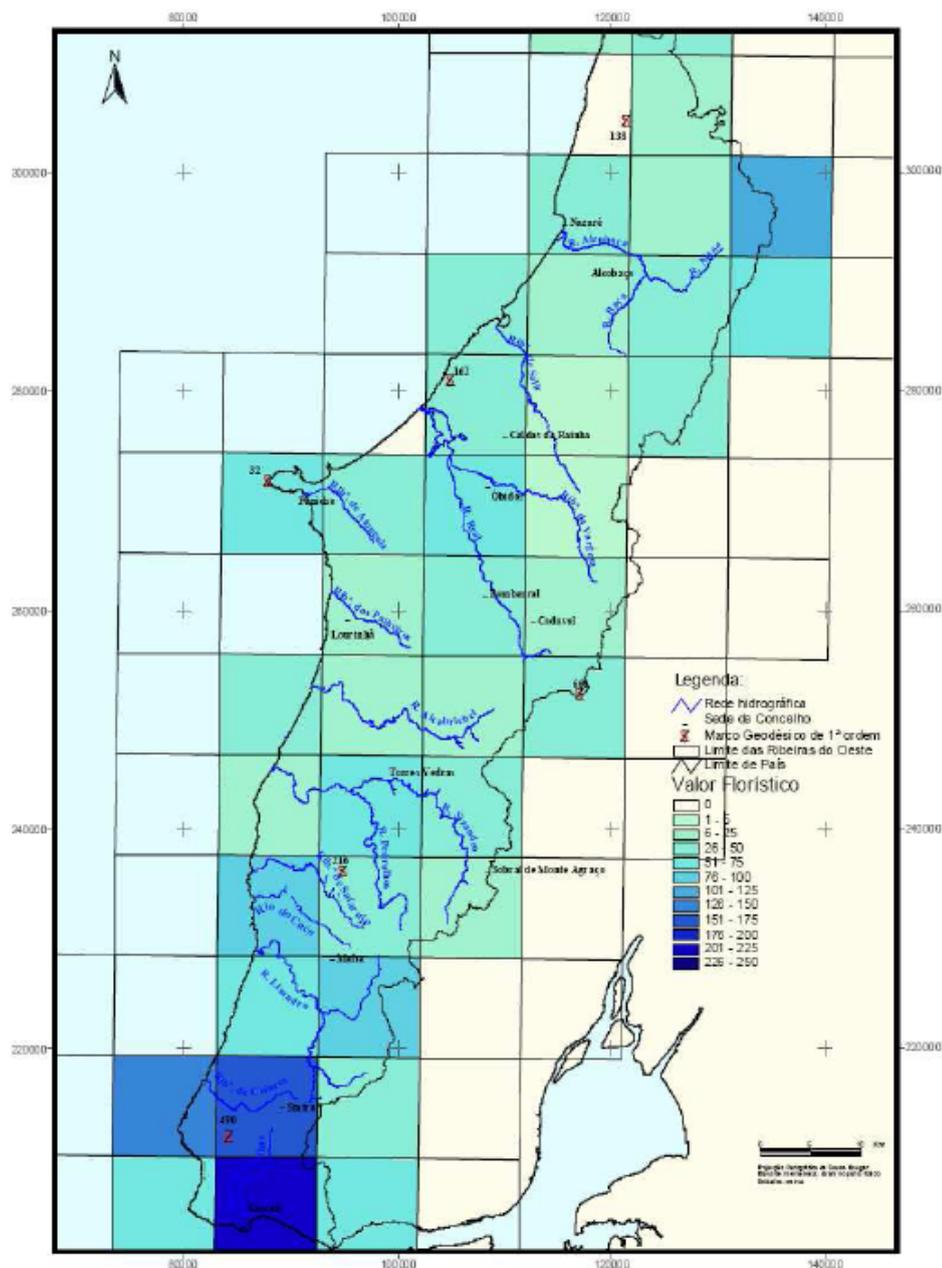


Figura 2.20 – Carta de valor florístico na região hidrográfica do Tejo.

Os autores deste quadro de referência ecológica, baseado na distribuição de plantas com dependência ecológica dos sistemas fluviais salientam a evidência do facto das zonas de maior valor deste índice de valor florístico serem as mais sensíveis. A observação da Figura anterior permite pois identificar o valor especialmente relevante da flora incluída no Parque Natural de Sintra-Cascais.

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 EDAS.

Desta forma, foram identificados EDAS em todas as MA subterrânea, com excepção das MA Maceira e Orla Ocidental Indiferenciado das Bacias das Ribeiras do Oeste. Relativamente a estas MA, não foi possível identificar EDAS devido a:

- Maceira; falta de dados piezométricos e escala da rede de drenagem;
- Orla Ocidental Indiferenciado das Bacias das Ribeiras do Oeste: estado actual do conhecimento e dados hidrogeológicos disponíveis.

Quadro 2.88 – EDAS identificados nas MA subterrânea.

Massa de água	Relação água superficial/água subterrânea	N.º de EDAS
Orla Ocidental Indiferenciado das Bacias das Ribeiras do Oeste	Não	- <sup>1</sup>
Maceira	Não	- <sup>1</sup>
Alpedriz	Sim	6
Maciço Calcário Estremenho	Sim	41
Paço	Sim	1
Cesareda	Sim	1
Torres Vedras	Sim	3
Caldas da Rainha-Nazaré	Sim	15

<sup>1</sup> Não foram identificadas massas de águas superficiais associadas.

No que respeita aos ETDS foram identificados apenas dois charcos temporários mediterrânicos associados às MA Orla Ocidental Indiferenciado das Bacias das Ribeiras do Oeste e Maciço Calcário Estremenho.

Quadro 2.89 – Identificação dos charcos temporários mediterrânicos.

Massa de água	Charcos temporários					
	Designação	M	P	Área aproximada (m <sup>2</sup> )	Altitude (m)	Profundidade (cm)
Orla Ocidental Indiferenciado das Bacias das Ribeiras do Oeste	Sintra-Granja	-105574,2	-92787,9	12	136	-
Maciço Calcário Estremenho	Polje de Minde	-48921,7	-15629,5	Sem dados	-	Sem dados

Quadro 2.90 – 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
Sintra-Granja	<25%	Sem dados	Sem dados	<3	CHDI - Chirocephalus diaphanus	Sem dados	-
Polje de Minde	Sem dados	Sem dados	Sem dados	Sem dados	Sem dados	Sem dados	Cegonhas brancas

### 2.2.2.5. Massas de água em risco

No início de cada ciclo de planeamento 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:

- Alpedriz;
- Paço;
- Torres Vedras;
- Caldas da Rainha–Nazaré.

Do conjunto de massas de água acima identificado todas encontram-se em estado medíocre, salientando-se ainda o facto da MA Caldas da Rainha–Nazaré apresentar tendência estatisticamente significativa de subida dos parâmetros cloretos e sulfatos, tendo-se verificado que os respectivos valores ultrapassaram os 75% do valor limite regulamentar (250 mg/l para ambos).

## 2.3. PRESSÕES NATURAIS E INCIDÊNCIAS ANTROPOGÉNICAS SIGNIFICATIVAS

A caracterização e quantificação das pressões naturais e antropogénicas sobre as massas de água foi efectuada recorrendo aos dados recolhidos na ARH Tejo – Títulos de Utilização de Recursos Hídricos (TURH), Licenças Ambientais (LA), base de dados do Regime Económico-financeiro do domínio hídrico (REF) e processos de pedido de parecer para espalhamento de efluentes pecuários proveniente de boviniculturas (nos termos do Decreto-Lei n.º 202/2005, de 24 de Novembro e do Decreto-Lei 214/2008 de 10 de Novembro) – 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 nas bacias hidrográficas 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 CBO<sub>5</sub> (Carência Bioquímica de Oxigénio), CQO (Carência Química de Oxigénio), SST (Sólidos Suspensos Totais), N<sub>Total</sub> (Azoto Total) e P<sub>Total</sub> (Fósforo Total). No que respeita à poluição difusa nas MA superficiais, foi estimada a carga poluente para os parâmetros N<sub>Total</sub> e P<sub>Total</sub>. No caso das MA subterrâneas, foi utilizado somente o parâmetro N<sub>Total</sub> 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.

### 2.3.1. Águas de superfície

#### 2.3.1.1. Poluição tóxica

No que se refere às fontes tóxicas 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 e aviculturas 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 42 – Fontes de poluição urbana.



Mapa 43 – Explorações pecuárias inventariadas com rejeição de efluentes nas águas superficiais.



Mapa 44 – Fontes de poluição industrial (águas superficiais).



Mapa 45 – 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 tóxicas.

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:

$$\text{Carga} = \text{Capitação} \times \text{Descritor de dimensão} \times (1 - \text{Eficiência de tratamento})$$

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 2.91.

Quadro 2.91 – 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 <sup>1</sup>
Suiculturas	animais-equivalente <sup>2</sup>
Aviários	efectivos animais
Matadouros	animais ou tonelada de carcaças processadas, segundo o tipo de matadouros e os dados disponíveis <sup>3</sup>
Adegas	tonelada de uva processada <sup>4</sup>
Lagares	tonelada de azeitona processada
Lacticínios	m <sup>3</sup> de leite processado <sup>5</sup>

Notas:

<sup>1</sup> Na indisponibilidade de dados de hab-equivalentes, utilizaram-se os dados de população servida, em habitantes.

<sup>2</sup> Para converter o número de efectivos em animais equivalente utilizaram-se os seguintes coeficientes: porcos para engorda – 1,5 (Fonte: ARH Tejo, I.P.); porcas reprodutoras em ciclo fechado – 10 (Fonte: ARH Tejo, I.P.); varrascos – 5 (determinado a partir da análise dos dados fornecidos pela ARH Tejo, I.P.); porcas reprodutoras para multiplicação – 4 (Fonte: ARH Tejo, I.P.); cabeças normais – 0,3 (Fonte: Decreto-Lei n.º 214/2008, de 10 de Novembro).

<sup>3</sup> 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 m<sup>3</sup> de efluente, com a excepção do processamento de aves, no qual, cada tonelada de carcaça limpa gera 9 m<sup>3</sup> de efluente (Cartaxo *et al.*, 1985).

<sup>4</sup> Considerou-se que para a produção de 1 hectolitro de vinho se processam 140 kg de uva (Silva, 2000).

<sup>5</sup> Admitiu-se a seguinte densidade para o leite: 1kg/l.

No Quadro 2.92 apresentam-se as respectivas capitações, para cada parâmetro.

Quadro 2.92 – Capitações utilizadas para estimativa de cargas poluentes.

Sector	Descritor	Capitação					
		CQO	CBO <sub>5</sub>	SST	N <sub>total</sub>	P <sub>total</sub>	Volume
<b>Urbana</b>							
Urbana	Habitante equivalente.	120 g <sup>(2)</sup>	60 g <sup>(1)</sup>	90 g <sup>(2)</sup>	10 g <sup>(2)</sup>	3 g <sup>(2)</sup>	150 l
<b>Pecuária</b>							
Suiculturas	Animal equivalente	0,3 kg <sup>(3)</sup>	0,12 kg <sup>(3)</sup>	0,2 kg <sup>(3)</sup>	0,018 kg <sup>(3)</sup>	0,006 kg <sup>(3)</sup>	8 l <sup>(4)</sup>
Avicultura	Animal	19 g <sup>(5)</sup>	5 g <sup>(6)</sup>	40 g <sup>(5)</sup>	1 g <sup>(6)</sup>	2 g <sup>(5)</sup>	-
<b>Matadouros</b>							
Abate de Gado Caprino e Ovíno	T de carcaça	27 kg <sup>(7)</sup>	18 kg <sup>(7)</sup>	9 kg <sup>(7)</sup>	3 kg <sup>(8)</sup>	n.d.	6 m <sup>3</sup> <sup>(7)</sup>
Abate de Suínos	T de carcaça	41,9 kg <sup>(7)</sup>	18,4 kg <sup>(7)</sup>	12,3 kg <sup>(7)</sup>	3 kg <sup>(8)</sup>	n.d.	6 m <sup>3</sup> <sup>(7)</sup>
Abate de Aves e Coelho	T de carcaça; animal	12,7 kg <sup>(7)</sup> · 0,019 kg <sup>(10)</sup>	5,5 kg <sup>(7)</sup> · 0,012 kg <sup>(10)</sup>	3,4 kg <sup>(7)</sup> · 0,009 kg <sup>(10)</sup>	0,9 kg <sup>(9)</sup>	n.d.	9 m <sup>3</sup> <sup>(7)</sup>
Transformação	T de carcaça	30 kg <sup>(7)</sup>	20 kg <sup>(7)</sup>	10 kg <sup>(7)</sup>	n.d.	n.d.	
<b>Adegas</b>							
Adegas	kg de uva prensada	7,5 g <sup>(7)</sup>	4,5 g <sup>(7)</sup>	0,6 g <sup>(7)</sup>	n.d.	n.d.	1,5 l <sup>(7)</sup>
<b>Lacticínios</b>							
Pasteurização e Engarrafamento	kg/m <sup>3</sup> de leite	1,8 <sup>(7)</sup>	0,9 <sup>(7)</sup>	1,3 <sup>(7)</sup>	0,12 <sup>(14)</sup>	0,059 <sup>(14)</sup>	1,3 m <sup>3</sup> <sup>(7)</sup>

Sector	Descritor	Capitação					
		CQO	CBO <sub>5</sub>	SST	N <sub>total</sub>	P <sub>total</sub>	Volume
Indústria de Queijo	m <sup>3</sup> de leite	20,1 kg <sup>(7)</sup>	13,3 kg <sup>(7)</sup>	1,4 kg <sup>(7)</sup>	0,87 kg <sup>(14)</sup>	1 kg <sup>(14)</sup>	7,5 m <sup>3(7)</sup>
Outras indústrias de lacticínios, nomeadamente iogurtes	kg/m <sup>3</sup> de leite	10,2 kg <sup>(7)</sup>	7,1 kg <sup>(7)</sup>	1,1 kg <sup>(7)</sup>	n.d.	n.d.	5 m <sup>3(7)</sup>

Fontes: <sup>(1)</sup> Decreto-Lei n.º 152/97 de 19 de Junho, citado em PBH Tejo (2001); <sup>(2)</sup> Arceivala, 1981, citado em PBH Tejo (2001); <sup>(3)</sup> LNEC, 1991, citado em PBH do Rio Sado (2002); <sup>(4)</sup> ARH Tejo, I.P.; <sup>(5)</sup> Gonçalves, 2005; <sup>(6)</sup> Luderitz *et al.*, 1989; <sup>(7)</sup> Cartaxo *et al.*, 1985; <sup>(8)</sup> Mata-Alvarez, 2000; <sup>(9)</sup> Aldora Pires; <sup>(10)</sup> CESL, 1984; <sup>(11)</sup> Di Giovacchini *et al.*, 2005; <sup>(12)</sup> Fiestas e Borjas, 1991; <sup>(13)</sup> Curinha, 2008; <sup>(14)</sup> 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, CBO<sub>5</sub> 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<sub>Total</sub> e P<sub>Total</sub> 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 2.93).

Quadro 2.93 – Eficiências de tratamento utilizadas no âmbito da estimativa de cargas poluentes.

Grau de Tratamento	Eficiência de Remoção (%)				
	CQO	CBO <sub>5</sub>	SST	N <sub>total</sub>	P <sub>total</sub>
Primário	25 <sup>(1)</sup>	25 <sup>(1)</sup>	50 <sup>(1)</sup>	9,1 <sup>(1)</sup>	11,1 <sup>(1)</sup>
Primário – Suiniculturas	50 <sup>(2)</sup>	50 <sup>(2)</sup>	50 <sup>(2)</sup>	15 <sup>(2)</sup>	15 <sup>(2)</sup>
Secundário – CDP	75	70	90	30	25
Secundário – SDP	75	70	90	18	12
Terciário	75	70	90	80	80

Fontes: <sup>(1)</sup> Norma ATV-DVWK-A 131 E <sup>(2)</sup> ARH Tejo, I.P., 2009 <sup>(3)</sup> 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 2.94 apresenta-se um resumo do levantamento efectuado no que se refere às ETAR urbanas. Refira-se que 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 2.94 – ETAR urbanas inventariadas nas bacias hidrográficas das ribeiras do Oeste.

Bacia	N.º de instalações inventariadas	População servida	N.º de instalações com dados de auto-controlo
Rio Alcobaça	5	43 365	5
Rio Tornada	6	12 241	6
Rio Arnóia	18	98 247	11
Ribeira de São Domingos	4	6 807	3
Rio Alcabrichel	3	9 151	3
Rio Sizandro	11	52 237	7
Rio Lisandro	14	40 495	13
Ribeiras Costeiras do Oeste	26	127 347	23
BHRO	87	391 80	71
<b>Percentagem do total</b>			83%

Fonte: ARH Tejo, 2010 (dados referentes a 2009).

No Quadro 2.95 apresentam-se as cargas poluentes estimadas associadas às ETAR urbanas da região, por bacia.

Quadro 2.95 – Cargas poluentes associadas às ETAR urbanas.

Bacia	N.º de ETAR com carga quantificada	CQO (t/ano)	CBO <sub>5</sub> (t/ano)	SST (t/ano)	N <sub>total</sub> (t/ano)	P <sub>total</sub> (t/ano)	Volume anual (dam <sup>3</sup> )
Rio Alcobaça	5	659,2	395,5	622,8	126,2	40,3	2 483,7
Rio Tornada	6	127,8	76,7	48,4	35,0	11,3	670,2
Rio Arnóia	17	1 187,9	710,7	360,4	315,8	101,7	5 379,0
Ribeira de São Domingos	4	430,6	258,4	129,2	117,8	38,0	372,7
Rio Alcabrichel	3	127,7	72,4	46,7	16,0	4,9	501,0
Rio Sizandro	9	1 726,7	1 036,0	518,0	458,4	147,7	2 860,0
Rio Lisandro	13	641,5	384,9	192,4	117,1	37,3	2 217,1
Ribeiras Costeiras do Oeste	26	5 532,7	3 091,0	2 117,0	933,0	292,8	6 972,2
BHRO	83	10 434,0	6 025,6	4 035,0	2 119,3	674,1	21 455,9

## b) Pequenas instalações de tratamento de águas residuais urbanas

No Quadro 2.96 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 2.96 – Pequenas instalações de tratamento de águas residuais urbanas inventariadas nas bacias hidrográficas das ribeiras do Oeste.

Bacia	N.º de instalações inventariadas	População servida	N.º de instalações com dados de auto-controlo
Rio Arnóia	15	2 100	3
Ribeira de São Domingos	5	441	1
Rio Alcabrichel	9	1 968	2
Rio Sizandro	45	4 835	1
Rio Lisandro	3	218	1
Ribeiras Costeiras do Oeste	9	1 860	2
BHRO	86	11 422	10
<b>Percentagem do total</b>			12%

Fonte: ARH Tejo, 2010 (dados referentes a 2009)

No Quadro 2.97 apresentam-se as cargas poluentes estimadas associadas às pequenas instalações de tratamento de águas residuais das bacias hidrográficas das ribeiras do Oeste.

Quadro 2.97 – Cargas poluentes associadas às pequenas instalações de tratamento de águas residuais urbanas.

Bacia	N.º de instalações com carga quantificada	CQO (t/ano)	CBO <sub>5</sub> (t/ano)	SST (t/ano)	N <sub>total</sub> (t/ano)	P <sub>total</sub> (t/ano)	Volume anual (dam <sup>3</sup> )
Rio Arnóia	15	63,5	32,2	30,8	7	2,1	115
Ribeira de São Domingos	5	14,5	7,2	7,2	1,5	0,4	24,1
Rio Alcabrichel	9	63,6	32,3	30,7	7,4	2,2	107,7
Rio Sizandro	45	151,5	76,3	74,6	16,3	4,8	264,7
Rio Lisandro	3	4,1	2,3	1,6	0,8	0,3	11,9
Ribeiras Costeiras do Oeste	9	60,6	30,3	30,2	6,2	1,8	101,8
BHRO	86	357,7	180,7	175,2	39,1	11,6	625,4

## 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 2.98.

Quadro 2.98 – Pontos de rejeição de águas residuais urbanas não tratadas inventariados nas bacias hidrográficas das ribeiras do Oeste.

Bacia	N.º de pontos de descarga inventariados	População associada
Rio Arnóia	13	4 912
Ribeira de São Domingos	8	3 991
Rio Alcabrichel	15	1 771
Rio Sizandro	77	9 318
Ribeiras Costeiras do Oeste	3	456
BHRO	116	20 448

Fonte: INSAAR, 2009

No Quadro 2.99 apresentam-se as cargas poluentes estimadas associadas à descarga de águas residuais não tratadas nas bacias hidrográficas das ribeiras do Oeste, por bacia.

Quadro 2.99 – Cargas poluentes associadas à rejeição de águas residuais urbanas não tratadas.

Bacia	N.º de pontos com carga quantificada	CQO (t/ano)	CBO <sub>5</sub> (t/ano)	SST (t/ano)	N <sub>total</sub> (t/ano)	P <sub>total</sub> (t/ano)	Volume anual (dam <sup>3</sup> )
Rio Arnóia	13	215,1	107,6	161,4	17,9	5,4	268,9
Ribeira de São Domingos	8	174,8	87,4	131,1	14,6	4,4	218,5
Rio Alcabrichel	15	77,6	38,8	58,2	6,5	1,9	97,0
Rio Sizandro	77	408,1	204,1	306,1	34,0	10,2	510,2
Ribeiras Costeiras do Oeste	3	20,0	10,0	15,0	1,7	0,5	25,0
BHRO	116	895,6	447,8	671,7	74,6	22,4	1 119,5

O Quadro 2.100 apresenta os valores das cargas poluentes agregadas na categoria urbana – ETAR urbanas, fossas sépticas colectivas, descarga de colectores de águas residuais urbanas.

Quadro 2.100 – Cargas poluentes com origem urbana estimadas para as bacias hidrográficas das ribeiras do Oeste.

Bacia	CQO (t/ano)	CBO <sub>5</sub> (t/ano)	SST (t/ano)	N <sub>total</sub> (t/ano)	P <sub>total</sub> (t/ano)
Rio Alcobaça	659	395	623	126	40
Rio Tornada	128	77	48	35	11
Rio Arnóia	1 467	851	553	341	109
Ribeira de São Domingos	620	353	268	134	43
Rio Alcabrichel	269	143	136	30	9
Rio Sizandro	2 286	1 316	899	509	163
Rio Lisandro	646	387	194	118	38
Ribeiras Costeiras do Oeste	5 613	3 131	2 162	941	295
BHRO	11 687	6 654	4 882	2 233	708

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.

#### 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 e instalações de armazenamento e distribuição de combustíveis. No Quadro 2.101 apresentam-se as cargas poluentes de origem industrial estimadas para as bacias hidrográficas das ribeiras do Oeste.

Quadro 2.101 – Cargas poluentes com origem na indústria estimadas para as bacias hidrográficas das ribeiras do Oeste.

Bacia	CQO (t/ano)	CBO <sub>5</sub> (t/ano)	SST (t/ano)	N <sub>total</sub> (t/ano)	P <sub>total</sub> (t/ano)
Rio Alcobaça	98	0	25	0	0
Rio Tornada	168	89	20	39	0
Rio Arnóia	287	195	14	7	0
Ribeira de São Domingos	0	0	0	0	0

Bacia	CQO (t/ano)	CBO <sub>5</sub> (t/ano)	SST (t/ano)	N <sub>total</sub> (t/ano)	P <sub>total</sub> (t/ano)
Rio Alcabrichel	35	25	7	15	0
Rio Sizandro	342	174	51	68	3
Rio Lisandro	96	55	15	25	2
Ribeiras Costeiras do Oeste	92	62	17	15	1
BHRO	1 119	598	149	169	7

### e) Pecuária

Incluem-se neste grupo todas as suiniculturas abrangidas e não abrangidas pela Directiva PCIP e aviculturas (Quadro 2.102).

Quadro 2.102 – Cargas poluentes com origem na pecuária estimadas para as bacias hidrográficas das ribeiras do Oeste.

Bacia	CQO (t/ano)	CBO <sub>5</sub> (t/ano)	SST (t/ano)	N <sub>total</sub> (t/ano)	P <sub>total</sub> (t/ano)
Rio Alcoaça	1 673	669	1 116	162	54
Rio Tornada	2 108	843	1 405	215	72
Rio Arnóia	1 645	608	1 201	210	256
Ribeira de São Domingos	476	191	318	49	16
Rio Alcabrichel	2 282	913	1 521	224	75
Rio Sizandro	1 173	469	782	120	40
Rio Lisandro	307	123	204	31	10
Ribeiras Costeiras do Oeste	2 300	920	1 533	235	78
BHRO	11 964	4 736	8 080	1 245	601

#### 2.3.1.2. Poluição difusa

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.

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 complexos.

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 área global das bacias hidrográficas, 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 2.21.



Figura 2.21 – Metodologia de avaliação de pressões de poluição difusa.

A carga poluente afluente 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:

$$CT_i = \sum (C_{ij} \cdot A_j)$$

em que:

$CT_i$  – carga total do poluente  $i$ , afluente à secção de referência [M];

$C_{ij}$  – carga do poluente  $i$ , por unidade de área e de tempo na categoria de solo  $j$  (taxa de exportação) [M L<sup>-2</sup>];

$A_j$  – área de solo da categoria  $j$  [L<sup>-2</sup>].

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 2.103.

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 2.103. Verifica-se que as áreas com ocupação agrícola e florestal são predominantes, representando, respectivamente, cerca de 57% e 28% das bacias hidrográficas das ribeiras do Oeste.

No Quadro 2.103 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  $N_{Total}$  ocorrem em áreas agrícolas com culturas anuais, seguem-se as áreas agrícolas heterogêneas 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 2.103 – 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 <sup>(1)</sup>	N (kg/ha/ano)	P (kg/ha/ano)	Fonte
Áreas agrícolas com culturas anuais	4,4%	241 <sup>(2)</sup> ; 211; 212	5	1	Novotny, 1994 <sup>(7)</sup>
Áreas agrícolas com culturas permanentes	17,0%	213; 221; 222; 223	2,7	0,3	Novotny, 1994 <sup>(7)</sup>
Áreas agrícolas heterogêneas	36,1%	242; 243	3,9	0,7	Novotny, 1994 <sup>(7)</sup>
Florestas	28,3%	334; 311, 312, 313, 324, 244 <sup>(3)</sup>	2	0,1	Dal & Kurtar, 1993 <sup>(7)</sup>
Meios aquáticos	0,6%	411; 421, 422; 423, 511, 512; 521; 522; 523	0	0	-
Pastagens	0,1%	231	1,5	0,9	Novotny, 1994 <sup>(7)</sup>
Territórios artificializados	9,6%	111; 112; 121; 122; 123; 124; 131; 132; 133; 141; 142	0,7	0,2	Waller e Hart, 1986 <sup>(7)</sup>
Zonas com vegetação arbustiva ou herbácea	3,0%	321; 322 <sup>(4)</sup> ; 323 <sup>(5)</sup> , 333	2,7	0,3	Novotny, 1994 <sup>(7)</sup>
Zonas descobertas sem ou com pouca vegetação	0,5%	331; 332	0	0	-
Áreas de espalhamento	0,4%	-	3,6 <sup>(6)</sup>	1,3 <sup>(6)</sup>	-

Fonte: <sup>(7)</sup> vide Rodrigues, 2003.

<sup>(1)</sup> A agregação das classes CLC de nível III foi realizada com base no estudo desenvolvido por Fernanda Néry em 2007 (Néry, 2007)

<sup>(2)</sup> 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;

<sup>(3)</sup> 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;

<sup>(4)</sup> 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;

<sup>(5)</sup> A classe 323 – Vegetação esclerófila foi agregada na classe zonas com vegetação arbustivas ou herbácea por incluir olivais abandonados, não sendo, portanto, produtivos;

<sup>(6)</sup> Taxas de exportação definidas no âmbito do PBH do Tejo;

As cargas poluentes afluentes às MA superficiais, com origem na agricultura e áreas de espalhamento são apresentadas no Quadro 2.104.

Quadro 2.104 – Síntese das cargas poluentes anuais de origem difusa estimadas para as bacias hidrográficas das ribeiras do Oeste.

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 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 Alcobaça	9,98	2	13,38	1,49	46,5	8,35	1,12	0,4	34,72	1,74	0	0	2,23	0,64	6,32	0,7	114,24	15,31
Rio Tornada	13,02	2,6	9,21	1,02	38,46	6,9	0,27	0,1	14,19	0,71	0	0	1,08	0,31	0,21	0,02	76,44	11,67
Rio Arnóia	7,55	1,51	41,66	4,63	50,42	9,05	0,35	0,12	20,7	1,03	0	0	2,19	0,63	1,8	0,2	124,67	17,18

Bacia	Áreas agrícolas com culturas anuais		Áreas agrícolas com culturas permanentes		Áreas agrícolas heterogéneas		Áreas de espalhamento		Florestas		Pastagens		Territórios artificializados		Zonas com vegetação arbustiva ou herbácea		Total por bacia	
	N <sub>total</sub> (t/ano)	P <sub>total</sub> (t/ano)	N <sub>total</sub> (t/ano)	P <sub>total</sub> (t/ano)	N <sub>total</sub> (t/ano)	P <sub>total</sub> (t/ano)	N <sub>total</sub> (t/ano)	P <sub>total</sub> (t/ano)	N <sub>total</sub> (t/ano)	P <sub>total</sub> (t/ano)	N <sub>total</sub> (t/ano)	P <sub>total</sub> (t/ano)	N <sub>total</sub> (t/ano)	P <sub>total</sub> (t/ano)	N <sub>total</sub> (t/ano)	P <sub>total</sub> (t/ano)	N <sub>total</sub> (t/ano)	P <sub>total</sub> (t/ano)
Ribeira de São Domingos	2,15	0,43	0,07	0,01	17,78	3,19	0	0	2,63	0,13	0	0	0,36	0,1	0,11	0,01	23,09	3,87
Rio Alcabrichel	0,22	0,04	6,62	0,74	23,04	4,14	1,03	0,37	10,58	0,53	0	0	0,73	0,21	0,13	0,01	42,34	6,04
Rio Sizandro	1,49	0,3	35,48	3,94	49,86	8,95	0,3	0,11	6,78	0,34	0,19	0,11	2,39	0,68	0,43	0,05	96,92	14,48
Rio Lisandro	9,66	1,93	0	0	32,01	5,74	0,31	0,11	4,38	0,22	0	0	2,55	0,73	1,89	0,21	50,81	8,95
Ribeiras Costeiras do Oeste	9,12	1,82	4,21	0,47	81,14	14,56	0,33	0,12	42,45	2,12	0	0	4,76	1,36	8,42	0,94	150,43	21,39
BHRO	53,20	10,64	110,62	12,29	339,20	60,88	3,71	1,34	136,42	6,82	0,19	0,11	16,28	4,65	19,31	2,15	678,93	98,88

### 2.3.1.3. Carga poluente não quantificável – Poluição tóxica e difusa

Foram identificadas como pressões nas MA superficiais, com carga poluente não quantificável, as seguintes categorias de pressões:

- Indústria transformadora;
- aterros sanitários e lixeiras encerradas;
- indústria extractiva;
- outros passivos ambientais.

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 MA que afectam, fundamentalmente, o estado químico das MA.

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.

Nenhuma das ETAR inventariadas nas bacias hidrográficas das ribeiras do Oeste reportou a descarga de SP+OP para a água, em 2008 ou 2007, ao abrigo do Diploma PRTR.

Quanto às instalações industriais, apesar de se terem identificado nas bacias hidrográficas das ribeiras do Oeste 31 instalações industriais pertencentes às CAE mencionadas anteriormente (incluindo 15 matadouros), verifica-se que nenhuma instalação reportou, ao abrigo do Diploma PRTR, a descarga de SP+OP para a água, em 2008 ou 2007.

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.

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.

Quanto à actividade extractiva existente nas bacias hidrográficas das ribeiras do Oeste, tendo em conta as substâncias exploradas, o risco da mesma exercer pressão significativa sobre as MA é muito reduzido.

Apesar de não terem sido reportadas descargas de SP+OP nas águas superficiais, foram identificadas as substâncias que potencialmente poderão atingir as MA, face ao tipo de pressões, tópicas e difusas, cuja presença foi inventariada na região, por bacia (Quadro 2.105).

Quadro 2.105 – Lista de SP+OP que potencialmente poderão estar presentes nas massas de água superficiais, provenientes de fontes pontuais (P) e difusas (D), por bacia.

Lista das substâncias prioritárias	Rio Alcobaça	Rio Tornada	Rio Arnóia	Ribeira de São Domingos	Rio Alcabrichel	Rio Sizandro	Rio Lisandro	Ribeiras Costeiras do Oeste
Alacloro	-	-	-	-	-	-	-	-
Antraceno	-	-	-	-	P	P	-	-
Atrazina	-	-	-	-	-	-	-	-
Benzeno	-	-	-	-	P	-	P	-

Lista das substâncias prioritárias	Rio Alcobaça	Rio Tornada	Rio Arnóia	Ribeira de São Domingos	Rio Alcábrichel	Rio Sizandro	Rio Lisandro	Ribeiras Costeiras do Oeste
Cádmio e compostos de cádmio	P	P	P	-	P	P	P	P
Cloroalcanos, C10 -13	-	-	-	-	P	-	-	-
Diurão	-	-	-	-	-	-	-	-
Chumbo e compostos de chumbo	P	P	P	P	P	P	P	P
Mercúrio e compostos de mercúrio	P	P	P	P	P	P	P	P
Níquel e compostos de níquel	P	P	P	P	P	P	P	P
Hidrocarbonetos aromáticos policíclicos (PAH)	-	P	P	P	P	P	P	P
1,2 - Dicloroetano	-	-	-	-			P	-
Diclorometano	-	-	-	-	P		P	-
Hexaclorobenzeno	-	-	-	-	P			-
Triclorometano (Clorofórmio)	-	-	-	-		P	P	P
Tricloroetileno	-	-	-	-	P	P	P	P
Tetracloroetileno	-	-	-	-	P	P	P	P
Tetracloroeto de carbono	-	-	-	-	P	P	P	P
Nonilfenol	-	-	-	-	P	P	P	P
Octilfenol	-	-	-	-	P	P	P	P
Pentaclorofenol	-	-	-	-	P			-
Tributilestanho	-	-	-	-	P	P	P	-
Triclorobenzeno	-	-	-	-	P		P	-

#### 2.3.1.4. Pressões morfológicas e hidromorfológicas

##### a) Rios

Realizou-se o levantamento e a caracterização das principais infra-estruturas e actividades que potencialmente afectam as características hidromorfológicas das MA, designadamente:

- Infra-estruturas transversais (barragens e açudes);
- projectos de regularização de linhas de água;
- extracção de inertes;
- transferências entre bacias.

Para tal, foram consultadas as seguintes fontes de informação: TURH emitidos pela ARH Tejo, dados da aplicação do REF, sítio do INAG, 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)**

Nas bacias hidrográficas das ribeiras do Oeste foram inventariadas seis barragens e açudes (Quadro 2.106). Destas e de acordo com a classificação ICOLD (*International Commission on Large Dams*) e com o Regulamento de



Mapa 46 – Aproveitamentos hidráulicos.

Segurança de Barragens (Decreto-Lei n.º 344/2007, de 15 de Outubro de 2007), quatro são consideradas grandes barragens, uma é considerada barragem e a outra é considerada pequena barragem. Identificou-se ainda um aproveitamento hidroeléctrico em estudo, com localização prevista para o Rio Alcôa (AHE de Fervença).

Quadro 2.106 – Aproveitamentos hidráulicos identificados nas bacias hidrográficas das ribeiras do Oeste.

Designação	Bacia	Classificação	MA (EU_CD)	Cap. útil (m <sup>3</sup> )	Finalidade
Alvorinha	Rio Tornada	Grande Barragem	PT04RDW1163	690 000	Rega
Óbidos	Rio Arnóia	Grande barragem	PT04RDW1169	5 800 000	Rega
Sobrena	Rio Arnóia	Grande Barragem	PT04RDW1169	380 000	Rega
São Domingos	Ribeira de São Domingos	Grande barragem	PT04RDW1172	7 550 000	Abastecimento público / Rega
Toxofal	Ribeiras Costeiras do Oeste	Barragem	PT04RDW1176	Não disponível	Sem informação
Quinta do Rol	Ribeiras Costeiras do Oeste	Pequena	PT04RDW1175	Não disponível	Sem informação

As alterações provocadas pelas infra-estruturas transversais (barragens e açudes) fazem sentir-se, principalmente, ao nível dos seguintes elementos hidromorfológicos: regime hidrológico (caudais e condições de escoamento) e continuidade do rio.

A avaliação do impacto potencial das alterações no regime hidrológico foi realizada através do índice de regularização, apenas para as grandes barragens (com capacidade útil superior a 1 hm<sup>3</sup>), sendo os critérios de avaliação descritos na Figura 2.22.

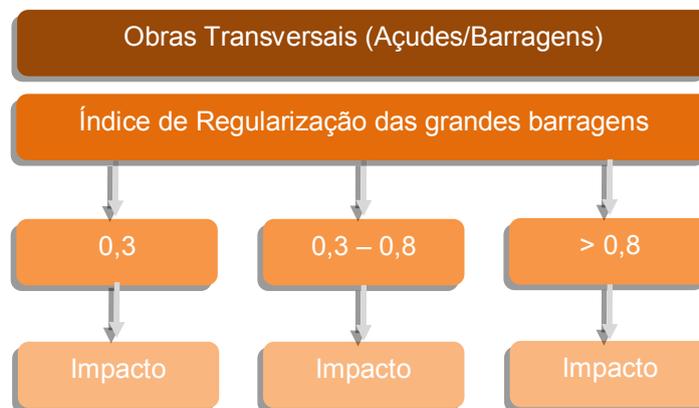


Figura 2.22 – Critérios para avaliar os impactos potenciais nas MA resultantes da alteração do seu regime hidrológico através do índice de regularização, para as grandes barragens (com capacidade útil superior a 1 hm<sup>3</sup>).

Considerando o índice de regularização, os impactos negativos potenciais são particularmente significativos a jusante das grandes barragens: Alvorinha, Óbidos, Sobreda, São Domingos, sendo que Alvorinha, Óbidos e Sobreda foram sujeitas ao Procedimento de Avaliação de Impacte Ambiental posteriormente a 1990, pelo que para estas barragens foram definidos caudais ecológicos.

No entanto, a monitorização realizada até à data 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, tornando-se fundamental que essa monitorização seja realizada e venham a ser redefinidos os regimes de caudais ecológicos.

No que se refere ao elemento hidromorfológico *continuidade*, foi considerada a distância entre 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 (Figura 2.23).



Figura 2.23 – Critérios para avaliar os impactes potenciais nas MA resultantes na presença de infra-estrutura transversais através da distância entre estas.

Atendendo a que todas as obras transversais inventariadas nas bacias hidrográficas das ribeiras do Oeste se encontram em MA diferentes e a mais de 2 km uma da outra, considera-se que os impactes potenciais dos aproveitamentos hidráulicos sobre a continuidade MA são reduzidos ou moderadamente significativos, com excepção da barragem de São Domingos que está localizada já no troço final da Ribeira de São Domingos. No Quadro 2.107 resume-se a classificação de impactes efectuada.

Quadro 2.107– Avaliação dos impactes das principais obras transversais nas bacias hidrográficas das ribeiras do Oeste.

Designação aproveitamento	Cap. útil (dam <sup>3</sup> )	Índice de regularização	Bacia	MA (EU_CD)	Impacte potencial
<b>Grandes aproveitamentos – cap. útil &gt; 1 hm<sup>3</sup></b>					
Alvorninha	690 000	n.d.	Rio Tornada	PT04RDW1163	Reduzidos
Óbidos	5 800 000	0,30	Rio Arnóia	PT04RDW1169	Moderados
Sobrena	Não disponível	-	Rio Arnóia	PT04RDW1169	Reduzidos
São Domingos	7 550 000	1,05	Ribeira de São Domingos	PT04RDW1172	Elevados
<b>Outros aproveitamentos</b>					
Quinta do Rol	Não disponível	-	Ribeiras Costeiras do Oeste	PT04RDW1176	Reduzidos
Toxofal	Não disponível	-	Ribeiras Costeiras do Oeste	PT04RDW1175	Reduzidos

A presença da barragem de São Domingos levou à classificação de massa de água a montante (albufeira) e a jusante da mesma como massa de água fortemente modificada (MAFM), estando em curso estudos relativos aos troços a montante e a jusante da barragem de Óbidos.

### **Regularização de linhas de água e infra-estruturas longitudinais**

No que se refere à regularização de cursos de água, foram lançados pelo INAG 2 projectos de regularização de linhas de água que incidem sobre MA das bacias hidrográficas das ribeiras do Oeste (designadamente Rio Alcabrichel e Rio Sizandro), cuja principal finalidade é o controlo de cheias e defesa dos centros urbanos. O INAG tem, ainda, em colaboração com outras entidades (Polis, câmaras municipais, entre outros), promovido a realização de acções de limpeza, desobstrução e reabilitação de linhas de água, em particular na área da Grande Lisboa, 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 MA prendem-se com o grau de alteração das características morfológicas do leito e margens da MA face às que caracterizam o tipo de rios em causa e do comprimento linear da intervenção face ao comprimento total da MA. No contexto da área das bacias hidrográficas das ribeiras do Oeste, os cursos de água que se apresentam como mais fortemente intervencionados localizam-se em meio urbano e em áreas agrícolas.

### **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, godó, 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 como medida necessária à criação ou manutenção de condições de navegação em segurança e da operacionalidade do porto.

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, godó 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 m<sup>3</sup>, a atribuição da Licença está sujeita a concurso.

De acordo com a informação disponível, nas bacias hidrográficas das ribeiras do Oeste não existe qualquer licenciamento para extracção de inertes.

### **Transferências entre bacias**

A transferência de água entre bacias 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 das bacias hidrográficas das ribeiras do Oeste verifica-se a transferência de volumes de água da RH5 para esta bacia a partir da Albufeira de Castelo de Bode, através do sistema de abastecimento da EPAL. Os eventuais impactes desta transferência nas ribeiras do Oeste não foram, até ao momento, monitorizados.

## b) Águas Costeiras

Realizou-se o levantamento das actividades/infra-estruturas que podem ter efeitos significativos sobre as águas costeiras, do ponto de vista hidromorfológico, indicadas no Quadro 2.108, no qual se indicam também os critérios utilizados para identificação das pressões significativas.

Quadro 2.108 – Pressões hidromorfológicas sobre as massas de água costeiras.

Pressão	Descrição	Impacte significativo
<b>Dragagens</b>	Consideradas devido ao seu efeito sobre a profundidade, as características do substrato e a perturbação dos fundos. Para a análise apenas se consideraram as dragagens efectuadas para manter os canais que permitam navegabilidade de embarcações e acesso a portos.	Quando a superfície dragada fora das bacias portuárias for superior a 5 ha.
<b>Retenções marginais</b>	Consideradas como elementos que modificaram por completo as margens naturais das massas de água (pode ser uma retenção de enrocamento, um cais ou um paredão).	Quando o comprimento total for superior a 1 000 m ou quando o comprimento total for superior a 15% do perímetro da massa de água.
<b>Aterros</b>	Consideradas áreas em que ocorreu uma perda total do funcionamento do ecossistema aquático, ou seja, zonas que desapareceram como massa de água (terraplanagem ou enchimento artificial).	Não incluídos. Considera-se que representam uma perda histórica de superfície, mas não implicam que o estado das massas de água possa ser afectado.
<b>Represas, diques, moinhos de marés</b>	Construções que permitem regular o fluxo de água, podendo reduzir significativamente o escoamento fluvial de forma permanente ou temporária.	Quando o comprimento da estrutura é superior a 300 m ou quando a superfície isolada ou com fluxo de água potencialmente restringido é superior a 15% da massa de água.
<b>Esporões e Quebra-mares</b>	Construções que impedem a corrente de água e provocam desvios na circulação modificando a velocidade e a direcção das correntes.	Quando o comprimento da estrutura é superior a 500 m ou quando os seus efeitos na hidrodinâmica costeira produzem modificações significativas na morfologia costeira.
<b>Emissários submarinos</b>	Estruturas submersas compostas por condutas destinadas à descarga de águas residuais. Podem interferir com o escoamento se colocadas transversalmente ao fundo ou perpendicularmente à costa.	Não incluídos. Considera-se que permitem a circulação de água e não são suficientemente significativas para impedir que se atinja o bom estado ecológico.
<b>Pontes e Pontões</b>	Construções semelhantes aos esporões, mas com a diferença que estão assentes em pilares, permitindo o a corrente de água passar através da estrutura e, conseqüentemente afectando menos a circulação da água.	Não incluídos. Considera-se que permitem a circulação de água e não são suficientemente significativas para impedir que se atinja o bom estado ecológico.

Fonte: Esquema Provisional de Temas Importantes. Parte Espanhola de La Demarcación Hidrográfica del Cantábrico. Confederación Hidrográfica del Cantábrico.

Esta análise foi complementada com uma análise pericial das pressões hidromorfológicas na última década, tendo cada pressão sido classificada como nula (1), média (2) e alta (3), em função dos resultados desta análise.

De acordo com os critérios descritos anteriormente não se identificaram pressões hidromorfológicas relevantes nas massas de água costeiras das bacias hidrográficas das ribeiras do Oeste.

### 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 a procura anual total, foi realizada com base no levantamento realizado na ARH Tejo, tendo sido compilados dados de várias fontes, nomeadamente dos TURH e da aplicação do REF, do INSAAR (dados de 2009) e das Licenças Ambientais.

O levantamento realizado permitiu identificar um total de 14 captações de água superficiais na área das bacias hidrográficas. No entanto, 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 10 captações de água superficiais.

A totalidade destas 10 captações de água são para usos consumptivos e encontram-se distribuídas em termos de número e de volume captado conforme representado na Figura 2.24. A distribuição dos vários volumes captados por finalidade apresenta-se no Quadro 2.109.

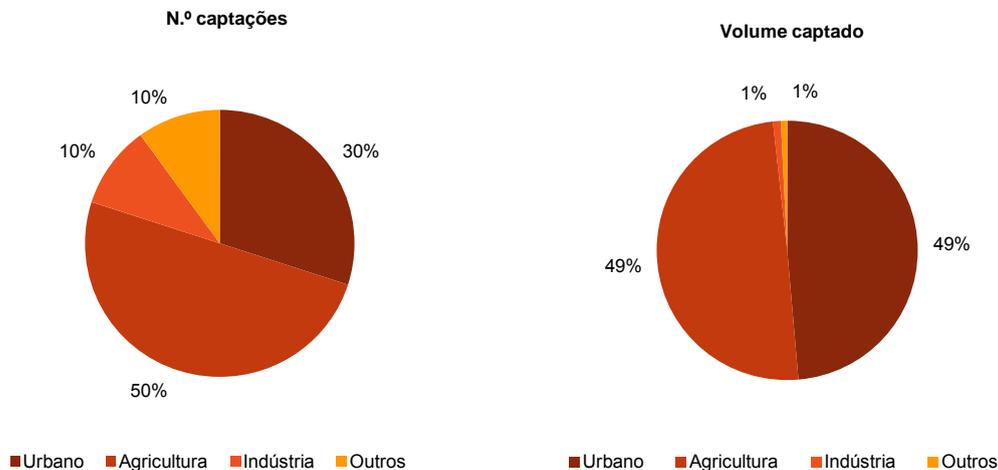


Figura 2.24 – Número de captações superficiais e volume captado, por finalidade.

Quadro 2.109 – Captações de água superficiais, por finalidade e por bacia.

Bacia	Agricultura		Urbano		Indústria		Outros		Totais	
	hm <sup>3</sup>	N.º								
Rio Alcobaça	1,82	1	-	-	-	-	-	-	1,82	1
Rio Arnóia	<0,01	4	-	-	0,04	1	-	-	0,04	5
Ribeira de São Domingos	-	-	1,38	1	-	-	-	-	1,38	1
Ribeiras Costeiras do Oeste	-	-	0,42	2	-	-	0,03	1	0,45	3

### 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), verifica-se que, apesar de se ter detectado a presença de exóticas em diversas MA das bacias hidrográficas das ribeiras do Oeste, a sua presença ainda não é generalizada. É um sinal aparentemente positivo, que no entanto deverá ser comprovado através de uma monitorização mais extensa e intensificado pelo controlo de exóticas nos locais onde as mesmas já foram detectadas.



Mapa 47 – Pressões mais relevantes por bacia.

## 2.3.2. Águas subterrâneas

### 2.3.2.1. Poluição tóxica

No que se refere às fontes tóxicas de poluição tóxica 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 48 – Fontes de poluição urbana (águas subterrâneas).



Mapa 49 – Lixeiras e indústria extractiva (águas subterrâneas).

### a) Urbana

O Quadro 2.110 apresenta as cargas de CBO<sub>5</sub>, CQO, N<sub>total</sub> e P<sub>total</sub> rejeitadas pelas pressões tóxicas urbanas no solo por MA subterrânea.

Quadro 2.110 – Cargas originadas pelas fossas sépticas e ETAR compactas com descarga no solo, por MA subterrânea.

MA Subterrâneas	CQO		CBO <sub>5</sub>		SST		N <sub>total</sub>		P <sub>total</sub>	
	(kg/ano)	%	(kg/ano)	%	(kg/ano)	%	(kg/ano)	%	(kg/ano)	%
Orla Ocidental Indiferenciado das Bacias das Ribeiras do Oeste	54 742	85,8	27 273	85,9	27 078	91,7	909	83,5	2 217	0,6
Maciço Calcário Estremenho	4 074	6,4	2 011	6,3	1 959	6,2	103	9,5	175	1
Cesareda	394	0,6	197	0,6	197	0,7	5	0,5	16	6,1
Torres Vedras	675	1,1	338	1,1	338	1,1	9	0,8	27	85,5
Caldas da Rainha-Nazaré	3 898	6,1	1 943	6,1	1 931	6,5	63	5,8	157	6,8
<b>Totais</b>	<b>63 783</b>		<b>31 761</b>		<b>31 503</b>		<b>1 089</b>		<b>2 592</b>	

### 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<sub>total</sub>, tendo as cargas sido agrupadas nos seguintes sectores:

- pecuária (aviculturas, boviniculturas e suiniculturas);
- agro-indústria (adegas, lacticínios, lagares e matadouros);
- agricultura.



Mapa 50 – Pecuária com espalhamento no solo (águas subterrâneas).



Mapa 51 – Agro-indústria: descarga no solo (águas subterrâneas).

A estimativa das cargas poluentes provenientes destas fontes poluidoras efectuou-se, tanto quanto possível, a partir dos dados de auto-controlo realizado pelas próprias entidades, complementados com estimativas efectuadas com base em coeficientes unitários de carga poluente e eficiências de remoção dos sistemas de tratamento.

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 de 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 2.111 apresenta os valores globais obtidos para as cargas de azoto geradas pelas diferentes origens difusas e respectivas percentagens, agrupadas por sectores: pecuária, agro-indústria e agricultura.

Quadro 2.111 – Poluição difusa: cargas de azoto originadas pelos sectores da pecuária, agro-indústria e agricultura por MA subterrânea.

MA Subterrâneas	Pecuária		Agro-Indústria		Agricultura		Totais
	N (t/ano)	%	N (t/ano)	%	N (t/ano)	%	N (t/ano)
Orla Ocidental Indiferenciado das Bacias das Ribeiras do Oeste	172,1	26,1	61,5	9,3	426,8	64,6	660,4
Maceira	0,0	0,0	0,0	0,0	0,6	100	0,6
Alpedriz	0,8	6,5	0,0	0,0	11,6	93,5	12,4
Maciço Calcário Estremenho	81,8	17,3	0,08	0,02	389,8	82,6	417,7
Paço	0,0	0,0	0,0	0,0	2,1	100	2,1
Cesareda	0,0	0,0	0,1	7,14	1,3	92,9	1,4
Torres Vedras	0,0	0,0	7,9	51,97	7,3	48,0	15,2
Caldas da Rainha-Nazaré	14,9	24,0	0,1	0,16	47,1	75,8	62,1
<b>Total</b>	<b>269,6</b>	<b>15,31</b>	<b>69,68</b>	<b>5,68</b>	<b>886,6</b>	<b>72,32</b>	<b>1 225,9</b>

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  $N_{Total}$  (72,32%), seguida pela pecuária com 15,31%.

A agricultura aparece como o sector mais representativo em termos da carga total de  $N_{Total}$  nas MA Maceira e Paço com 100% da carga proveniente deste sector, seguindo-se as MA Alpedriz e Cesareda, representando 93,5% e 92,9%, respectivamente. A pecuária é mais representativa na MA Caldas da Rainha – Nazaré. A agro-indústria representa apenas 5,68% do  $N_{Total}$  gerado nas bacias hidrográficas, sendo no entanto o sector mais representativo no que respeita a este tipo de carga na MA Torres Vedras.

### 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 Regime Económico e Financeiro (REF), disponibilidade pela ARH 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, ou seja, pela potência dos meios de extracção de cada captação;

- foram considerados todos os utilizadores com várias captações na mesma massa de água 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 em que o volume de extracção anual licenciado seja superior a 16666,7 m<sup>3</sup> (finalidade rega ou agricultura); 3333,3 m<sup>3</sup> (finalidade demais usos, por exemplo produção de água para consumo humano e actividade industrial), 2500000 m<sup>3</sup> (finalidade produção de energia hidroeléctrica), 18518,5 m<sup>3</sup> (finalidade produção de energia termoeléctrica) e 3703,7 m<sup>3</sup> (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 massa de água subterrânea. Desta forma, foram consideradas todas as captações com volume de extracção mensal superior a 5 m<sup>3</sup>, de modo a que o volume de água retirado anualmente de cada massa de água 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 do Tejo, I.P.;
- 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 seguinte.



Mapa 52 – Pressões quantitativas nas massas de água subterrâneas.

Como se pode observar, a finalidade com maior representatividade é a agricultura (rega) com cerca de 58% do número total de captações. Seguem-se as outras finalidades e a indústria, com 16% e 12%, respectivamente. As restantes finalidades representam apenas 14% das captações de água subterrânea.

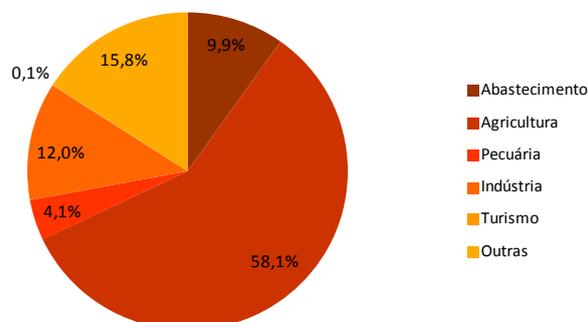


Figura 2.25 – Distribuição do número de captações por finalidade.

Na figura seguinte apresenta-se a distribuição dos volumes captados por finalidade.

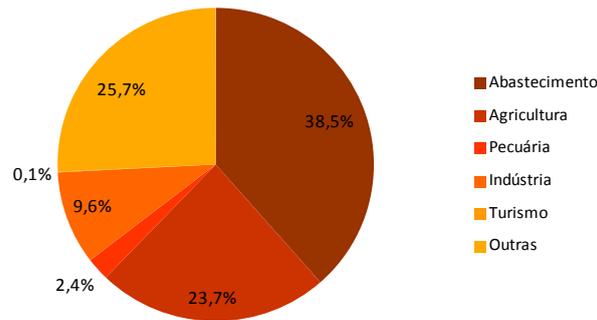


Figura 2.26 – Distribuição do volume das captações por finalidade.

O volume total de água captado é cerca de 50 hm<sup>3</sup>/ano e encontra-se repartido essencialmente pelo abastecimento urbano, outras finalidades e agricultura. Estas finalidades extraem cerca de 88% do volume total, correspondentes aproximadamente a 44 hm<sup>3</sup> por ano. Os volumes captados para a indústria, pecuária e golfe representam apenas 12% do total, correspondendo a cerca de 6 hm<sup>3</sup> por ano.

As captações de água subterrâneas consideradas na análise encontram-se localizadas nas 8 MA das bacias hidrográficas das ribeiras do Oeste, apresentando-se no quadro seguinte a sua distribuição por volumes e por finalidade. Salienta-se que as captações inventariadas localizam-se em toda a extensão das MA, incluindo na área que se encontra fora das bacias hidrográficas das ribeiras do Oeste.

Quadro 2.112 – Captações de água por finalidade e por MA subterrânea.

Massa de água	Abastecimento		Agricultura		Pecuária		Indústria		Golfe		Outras		Total	
	hm <sup>3</sup> /ano	N.º	hm <sup>3</sup> /ano	N.º	hm <sup>3</sup> /ano	N.º	hm <sup>3</sup> /ano	N.º	hm <sup>3</sup> /ano	N.º	hm <sup>3</sup> /ano	N.º	hm <sup>3</sup> /ano	N.º
Orla Ocidental Indiferenciado das Ribeiras do Oeste	4,58	184	10,058	1360	0,998	93	2,718	246	0,030	3	9,270	379	27,65	2265
Maceira	0,0	0	0,002	14	0,0	0	0,0001	1	0,0	0	0,0	0	0,003	15
Alpedriz	3,170	17	0,225	58	0,003	2	0,007	4	0,0	0	0,248	8	3,653	89
Maciço Calcário Estremenho	1,4	21	0,3	77	0,1	7	0,3	45	0,0	0	0,6	12	2,7	162
Paço	0,34	9	0,005	1	0,012	4	0,0	0	0,0	0	0,012	1	0,36	15
Cesareda	0,39	3	0,035	8	0,0	0	0,003	1	0,0	0	0,073	4	0,50	16
Torres Vedras	0,01	9	0,502	55	0,062	10	0,661	30	0,001	1	1,368	14	2,6	119
Caldas da Rainha–Nazaré	9,49	42	0,793	103	0,011	3	1,165	18	0,0	0	1,383	39	12,84	205
<b>Total</b>	<b>19,38</b>	<b>285<sup>1</sup></b>	<b>11,92</b>	<b>1676</b>	<b>1,186</b>	<b>119</b>	<b>4,854</b>	<b>345</b>	<b>0,031</b>	<b>4</b>	<b>12,954</b>	<b>457</b>	<b>50,306</b>	<b>2886</b>

Fonte: <sup>1</sup> Levantamento realizado na ARH do Tejo, I.P., 2010 (base de dados do REF e do licenciamento de captações de água subterrânea);

Para o volume total de água captado de cerca de 50 hm<sup>3</sup>/ano, as MA onde se verifica o maior volume extraído correspondem à Orla Ocidental Indiferenciado das Ribeiras do Oeste e Caldas da Rainha–Nazaré com volumes de extracção de 27,65 hm<sup>3</sup>/ano e 12,84 hm<sup>3</sup>/ano, respectivamente. A soma destes dois volumes representa cerca de 80% do volume total extraído na área das bacias hidrográficas, sendo que a maioria da água captada tem como finalidade o abastecimento urbano (34,7%), seguido pela agricultura (26,8%) e por outras finalidades (26,3%).

Foram também inventariadas as pressões quantitativas existentes na MA Vieira de Leiria–Marinha Grande. Contudo, esta inventariação foi efectuada unicamente para a área incluída nas bacias hidrográficas das ribeiras do Oeste, tendo sido contabilizadas 68 captações.

Quadro 2.113 – Captações de água por finalidade MA de Vieira de Leiria – Marinha Grande.

Massa de água	Abastecimento		Agricultura		Pecuária		Indústria		Turismo		Outras		Total	
	hm <sup>3</sup> /ano	N.º												
Vieira de Leiria-Marinha Grande	4,47	12	0,039	36	0,0	0	0,054	19	0,0	0	0,071	1	4,63	68

#### 2.3.2.4. Carga poluente não quantificável – Poluição tóxica e difusa

As fontes potencialmente emissoras de Substâncias Prioritárias e de Outros Poluentes (SP+OP) para as águas subterrâneas são as mesmas que no caso das águas superficiais, ou seja:

- Indústria transformadora;
- aterros sanitários e lixeiras encerradas;
- indústria extractiva;
- outros passivos ambientais.

No que se refere às SP+OP e poluentes específicos, resume-se no Quadro 2.114 as que foram identificadas para as diferentes atividades económicas e que poderão vir a contaminar as massas de águas subterrâneas.

Quadro 2.114 – SP+OP e poluentes específicos por actividade económica.

Massas de água subterrâneas	Indústria transformadora	Aterros Sanitários	Lixeiras encerradas	Golfe e Agricultura	Pecuária
Orla Ocidental Indiferenciado das Bacias das Ribeiras do Oeste	Cádmio, Chumbo e compostos, Mercúrio e compostos, Níquel e compostos; PAH, Antraceno, Benzeno, Éter difenílico cromado, Éter difenílico bromado, C1-C3 cloroalcano, Clorpirifios, 1-2 Dicoetano, Diclorometano, Hexaclorobenzeno, Hexacloro butadieno, Hexaclorociclohexano, Isoproturão, Compostos de tributilestanho, tricolometano, tricloro benzeno,	-	Benzeno, Cádmio, Chumbo, Mercúrio, antraceno, Fluoranteno, PAH, éter difenílico bromadoe DEHP, cianetos, fenóis e composto orgânicos halogenados	Clorpirifios, Diurão	Cobre e Zinco
Maceira	-	-	-	Diurão	-
Alperdiz	-	-	-	Diurão	Cobre e Zinco
Paço	-	-	Benzeno, cádmio, chumbo, antraceno, fluoraateno, PAH, éter difenílico bromado e DEHP, cianeto, fenóis e composto orgânicos halogenados	Diurão	Cobre e Zinco
Casareda	-	-	-	Diurão	-
Torres Vedras	Cádmio, Chumbo e compostos, Mercúrio e compostos, Níquel e compostos; PAH, mposto de Tributilestanho	Benzeno, Cádmio, Chumbo e compostos, Mercúrio e composto, Antraceno, fluorenteno	Benzeno, Cádmio, Chumbo e compostos, Mercúrio e composto, Antraceno, fluorenteno	Diurão	Cobre e Zinco
Caldas da Rainha Nazaré	Cádmio, Chumbo e compostos, Mércúrio e compostos, Níquel e compostos	-	-	Diurão	Cobre e Zinco
Maciço Calcário Estremenho	-	-	Benzeno, Cádmio, Chumbo, Mercúrio, antraceno, Fluoranteno, PAH, éter difenílico bromadoe DEHP, cianetos, fenóis e composto orgânicos	-	Cobre e Zinco

No Quadro 2.115 indicam-se as SP+OP que potencialmente poderão estar presentes nas MA subterrâneas das bacias hidrográficas das ribeiras do Oeste, tendo em conta a consideração o tipo de pressões tópicas e difusas que nelas foram identificadas e as substâncias que poderão estar associadas aos vários tipos de actividades e instalações.

Quadro 2.115 – Lista de SP+OP que potencialmente poderão estar presentes nas massas de água subterrâneas, provenientes de fontes pontuais (P) e difusas (D), por massa de água.

Lista das substâncias prioritárias	Orla Indiferenciado das bacias das ribeiras do Oeste	Maceira	Alpedriz	Mação Calcário Estremenho	Paço	Cesareda	Torres Vedras	Caldas da Rainha - Nazaré
Antraceno	P	-	-	P	P	-	P	-
Benzeno	P	-	-	P	P	-	P	-
Cádmio e compostos de cádmio	P	-	-	P	P	-	P	P
Cloroalcanos, C10 -13	P	-	-	-	-	-	-	-
Diurão	D	D	D	-	D	D	D	D
Hexaclorobenzeno	P	-	-	-	-	-	-	-
Hexaclorobutadieno	P	-	-	-	-	-	-	-
Hexaclorociclohexano	P	-	-	-	-	-	-	-
Isoproturão	P	-	-	-	-	-	-	-
Éter difenílico bromado	P	-	-	P	P	-	P	-
Ftalato di (2-etil-hexilo) (DEHP)	P	-	-	P	P	-	P	-
Chumbo e compostos de chumbo	P	-	-	P	P	-	P	P
Mercúrio e compostos de mercúrio	P	-	-	P	P	-	P	P
Níquel e compostos de níquel	P	-	-	-	P	-	P	P
Hidrocarbonetos aromáticos policíclicos (PAH)	P	-	-	P	P	-	P	-
Clorpirifos	D	-	-	-	-	-	-	-
1,2 - Dicloroetano	P	-	-	-	-	-	-	-
Diclorometano	P	-	-	-	-	-	-	-
Triclorometano (Clorofórmio)	P	-	-	-	-	-	-	-
Tricloroetileno	P	-	-	-	-	-	-	-
Tributilestanho	P	-	-	-	-	-	P	-
Triclorobenzeno	P	-	-	-	-	-	-	-

### 2.3.2.5. Síntese

O Mapa 53 mostra as cargas poluentes relativos às pressões mais relevantes por MA subterrânea.



Mapa 53 – 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:

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 ponto relativo ao estado das MA.



Mapa 54 – Zonas protegidas associadas às águas superficiais.



Mapa 55 – Zonas protegidas associadas às águas subterrâneas.

## 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 da 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 m<sup>3</sup> 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 recorrendo aos dados do REF de 2009. A avaliação da qualidade da água superficial nas categorias A1, A2 e A3 foi realizada tendo como base a informação do SNIRH. Neste contexto foram identificadas três captações de água superficial destinada ao consumo humano, localizadas em três MA das bacias hidrográficas das ribeiras do Oeste.

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, nas bacias hidrográficas das ribeiras do Oeste, 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)

De acordo com o 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 n.º 236/98, de 1 de Agosto, não existem zonas piscícolas designadas nas bacias hidrográficas das ribeiras do Oeste.

No que concerne às águas conquícolas, a sua classificação 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 na Portaria n.º 267/2010, de 16 de Abril, de acordo com o Decreto-Lei n.º 135/2009, de 3 de Junho. Em 2010 foram identificadas 56 águas balneares costeiras.

#### 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)

No que se refere às zonas vulneráveis, apesar de não existir qualquer designação nas bacias hidrográficas das ribeiras do Oeste, as zonas sensíveis a nível de eutrofização foram identificadas através do Decreto-Lei n.º 198/2008, de 8 de Outubro. O critério quantitativo utilizado para classificar o estado trófico em albufeiras e lagoas, adoptado pelo INAG, em 2002, é apresentado no Quadro 2.116.

Quadro 2.116 – Critério de eutrofização – albufeiras e lagoas.

Parâmetro	Oligotrófica	Mesotrófica	Eutrófica
Fósforo total (mg P/m <sup>3</sup> )	<10	10-35	>35
Clorofila-a (mg/m <sup>3</sup> )	<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, está designada uma zona sensível a nível de eutrofização: Lagoa de Óbidos.

#### 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 2.117 descrevem-se os critérios utilizados pelo INAG na selecção das MA afectas às ZPE.

Quadro 2.117 – 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 <sup>2</sup> ; 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 <sup>2</sup> .

Fonte: Informação disponibilizada pela ARH 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.

Deste modo identificou-se 1 ZPE “em que a manutenção ou o melhoramento do estado da água é um dos factores importantes para a sua conservação”, designadamente a ZPE Ilhas Berlengas.

#### 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 2.118 descrevem-se os critérios utilizados pelo INAG na selecção das MA afectas aos SIC.

Quadro 2.118 – 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 <sup>2</sup> ; 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 <sup>2</sup> .

Fonte: Informação disponibilizada pela ARH 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 cinco SIC “em que a manutenção ou o melhoramento do estado da água é um dos factores importantes para a sua conservação”, dos quais apenas quatro estão associados a MA: Sintra/Cascais, Serras de Aire e Candeeiros, Peniche/Santa Cruz e Arquipélago das Berlengas. O SIC que não se encontra afecto a qualquer MA superficial denomina-se Serra de Montejunto.

Apresenta-se em seguida as principais características das zonas protegidas das bacias hidrográficas das ribeiras do Oeste (Quadro 2.119).

Quadro 2.119 – Principais características das zonas protegidas das bacias hidrográficas das ribeiras do Oeste.

Bacia	Directiva 2000/60/CE		Directiva 2006/7/CE		Directivas 91/271/CEE e 98/15/CEE		Directiva 79/409/CEE		Directiva 92/43/CEE	
	Captação água superficial		Zona balnear		Zona sensível (nutrientes)		ZPE		SIC	
	N.º	N.º de MA	N.º	N.º de MA	N.º	N.º de MA	Área (km <sup>2</sup> )	N.º de MA	Área (km <sup>2</sup> )	N.º de MA
Rio Alcobaça	0	0	0	0	0	0	0	0	62,2	1
Rio Tornada	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Rio Arnóia	0	0	3	1	1	2	0	0	13,8	0
Ribeira de São Domingos	1	1	0	0	0	0	0	0	0	0
Rio Alcabrichel	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Rio Sizandro	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Rio Lisandro	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Ribeiras Costeiras do Oeste	2	2	53	3	0	0	92,7	1	227,1	5
<b>Total</b>	<b>3</b>	<b>3</b>	<b>56</b>	<b>4</b>	<b>1</b>	<b>2</b>	<b>92,7</b>	<b>1</b>	<b>303,1</b>	<b>6</b>

## 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 massas de água destinadas à captação de água para consumo humano que forneçam mais de 10 m<sup>3</sup>/dia, em média, ou que sirvam mais de 50 pessoas.

Neste contexto foram inventariadas as captações de água subterrânea para abastecimento público localizadas nas massas de água subterrânea (Quadro 2.120). Desta forma foram identificadas sete zonas designadas para a captação de água subterrânea destinada ao consumo humano, correspondentes a sete das oito MA subterrâneas existentes nas bacias hidrográficas das ribeiras do Oeste. Do conjunto de MA subterrâneas existentes nesta área apenas a MA de Maceira não constitui zona protegida, dado que não se enquadra no disposto referido anteriormente.

Quadro 2.120 – Captações de água subterrânea para abastecimento público.

Massa de água	N.º de captações
Orla Ocidental Indiferenciado das Bacias das Ribeiras do Oeste	184
Maceira	0
Alpedriz	17
Maciço Calcário Estremenho	21
Paço	9
Cesareda	3
Torres Vedras	9
Caldas da Rainha-Nazaré	42
<b>Total</b>	<b>285<sup>1</sup></b>

Fonte: <sup>1</sup> Levantamento realizado na ARH do Tejo, I.P., 2010 (base de dados do REF e do licenciamento de captações de água subterrânea)

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 72 captações de água, pertencentes a sete entidades gestoras do abastecimento público.

Quadro 2.121 – Captações de água subterrânea com perímetros de protecção publicados em Diário da República.

Entidade gestora	Diploma	N.º de captações
Câmara Municipal da Batalha	Portaria n.º 688/2008, de 22 de Julho	5
Câmara Municipal de Óbidos	Portaria n.º 983/2010, de 24 de Setembro	5
EPAL, S.A.	Portaria n.º 1187/2010, de 17 de Novembro*	1
Águas de Alenquer, S.A.	Portaria n.º 118/2011, de 28 de Março	1
Águas de Santarém – E.M, S.A.	Portaria n.º 130/2011, de 1 de Abril	3
SMAS de Caldas da Rainha	Portaria n.º 129/2011, de 1 de Abril	39
SMAS de Torres Vedras	Portaria n.º 93/2011, de 2 de Março	18

\* 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.

Na área das bacias hidrográficas das ribeiras do Oeste não se encontra delimitada, até à data, e aprovada qualquer zona vulnerável.

#### 2.4.2.3. Zonas 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 área das bacias hidrográficas das ribeiras do Oeste 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 da Nazaré (Quadro 2.122).

Quadro 2.122 – Municípios com as zonas de infiltração máxima delimitadas e respectiva legislação.

Município	Legislação	Alterações
Alcobaça	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	-
Arruda dos Vinhos	Resolução do Conselho de Ministros n.º 190/97, de 29 de Outubro	-
Batalha	Resolução do Conselho de Ministros n.º 116/95, de 2 de Novembro	-
Bombarral	RCM n.º 174/96, de 18 de Outubro	-
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	-

Município	Legislação	Alterações
Cascais	Resolução do Conselho de Ministros n.º 155/95, de 25 de Novembro	-
Lourinhã	RCM n.º 61/2000, de 29 de Junho	-
Leiria	Resolução do Conselho de Ministros n.º 85/96, de 11 de Junho	-
Mafra	Resolução do Conselho de Ministros n.º 42/2002, de 12 de Março	-
Marinha Grande	RCM n.º 38/96 de 13 de Abril	-
Porto de Mós	Resolução do Conselho de Ministros n.º 130/96, de 22 de Agosto	-
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
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	-
Torres Vedras	RCM n.º 98/2002, de 21 de Maio	-

Considerando que a delimitação da REN municipal é obrigatória, é objectivo deste PBH 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 CCDR-LVT (2009) e CCDR-LVT (2010).

#### a) 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 2.27):

- 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:

$$AGUT = r_p \cdot nu$$

em que  $r_p$  é a profundidade aproximada das raízes das plantas (Figura 2.27, Quadro 2.123).

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	Pagp	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
Arcx	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	Vet	C	0,08
Arp	D	0,01	Cpc	D	0,14	Pcs	D	0,25	Rgc	B	0,08	Vev	D	0,15
Arq	B	0,01	Cpv	D	0,20	Pct	D	0,13	S	Z	-9	Vex	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	Mnq	B	0,16	Pmn	C	0,11	Spb	D	0,17	Vtd	D	0,13
Assc	D	0,15	Mnqx	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 2.27 – 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 2.123 – 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 agroflorestais (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 esclerófitas - 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 ardidas 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 muitas fracturadas ou apresentando-se carsificadas, faz com que automaticamente se considerem esta área 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 2.124 e Figura 2.28) e é determinar 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 2.124 – 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	

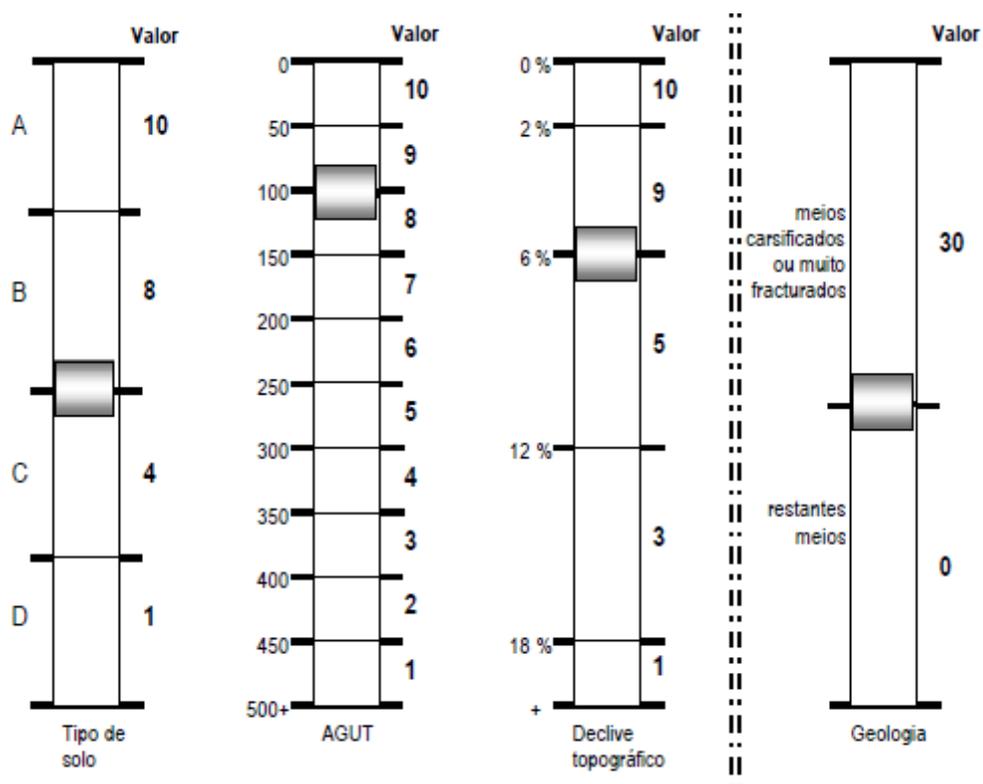


Figura 2.28 – Valores de cada parâmetro para o cálculo do Índice de Facilidade de Infiltração (retirado de Oliveira *et al.*, 2002).

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 valor TS se refere ao valor atribuído ao tipo de solo, o valor T ao valor atribuído ao declive e o valor AGUT ao valor atribuído à variável AGUT, de acordo com o Quadro 2.124. 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% (Plano de Bacia Hidrográfica das Ribeiras do Oeste) ou 2% (Plano de Bacia Hidrográfica do Rio 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.

## b) 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 2.125). A cartografia disponível considera os valores deste parâmetro utilizados no cálculo do valor DRASTIC;

Quadro 2.125 – Recarga potencial.

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 2.126);

Quadro 2.126 – 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 2.127 e 2.128). Os índices associados às diferentes litologias existentes na zona vadosa, nas áreas da Área Metropolitana de

Lisboa (AML) e do Oeste e Vale do 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 2.127 – 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 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 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)
Titoniano da Orla Ocidental (Sistema aquífero Atrozela)	6
Planos de água	0

Quadro 2.128 – 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

Litologia da zona vadosa	Índice
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
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 vadasas 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:

$$I_{Ref} = (1 \times I_p + 1 \times D + 3 \times ZV) / 5$$

em que  $I_p$  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 ( $I_{Ref}$ ), independentemente do declive;
- as classes 6 e 7 do  $I_{Ref}$ , 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, existe nas bacias hidrográficas das ribeiras do Oeste 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: 56 águas balneares, 1 zona sensível a nível de eutrofização, 1 ZPE e 4 SIC. Importa referir que neste âmbito só se identificam os SIC que possuem espécies directamente associadas aos meios hídricos.

No que respeita às águas subterrâneas, encontram-se unicamente classificadas sete zonas designadas para a captação de água subterrânea destinada ao consumo humano, correspondentes a sete das oito MA subterrâneas afectas às bacias hidrográficas das ribeiras do Oeste.

De seguida sistematiza-se a informação referente às captações de água para consumo humano (Quadro 2.129).

Quadro 2.129 – Captações para consumo humano superficiais e subterrâneas designadas como zonas protegidas.

Águas superficiais <sup>1</sup>		Águas subterrâneas <sup>2</sup>	
N.º de captações	N.º de MA	N.º de captações	N.º de MA
3	3	285	7

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).

<sup>1</sup> 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.

<sup>2</sup> De referir, que segundo informação obtida durante o processo de Participação Pública do PBH Ribeiras do Oeste, e de acordo com a informação reportada regularmente pelas entidades gestoras à ERSAR sobre os dados da verificação da qualidade da água para consumo humano, verificam-se situações de incumprimento dos valores paramétricos relacionados com as origens de água (pH, ferro e manganês).

### 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 56 – Distribuição das outras áreas classificadas associadas às águas superficiais.

Neste sentido, no Quadro 2.130 apresentam-se as outras áreas classificadas das bacias hidrográficas das ribeiras do Oeste.

As áreas protegidas foram identificadas e caracterizadas de acordo com a informação disponível no sítio do Instituto da Conservação da Natureza e da Biodiversidade (ICNB). A afectação das MA foi realizada de forma similar à efectuada para as ZPE e para os SIC.

Quadro 2.130 – Outras áreas classificadas das bacias hidrográficas das ribeiras do Oeste.

Outras áreas classificadas	Caracterização
<b>Áreas protegidas</b> (Decreto-Lei n.º 142/2008, de 24 de Julho)	Identificam-se três áreas protegidas afectas a MA: Parque Natural das Serras de Aire e Candeeiros, Parque Natural de Sintra-Cascais e Reserva Natural das Berlengas.
<b>Zonas sensíveis</b> (excluindo o critério nutrientes) (Directiva das Águas Residuais Urbanas – Directiva 98/15/CE, de 21 de Fevereiro)	Lagoa de Óbidos
<b>Sítios RAMSAR</b> (Convenção sobre Zonas Húmidas)	Sítio RAMSAR Paúl da Tornada

### 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 57 – Monitorização de vigilância das águas superficiais.

São monitorizados todos os elementos de qualidade do estado ecológico num ano de amostragem. Os elementos de qualidade biológica 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”, que não está representado nas bacias hidrográficas das ribeiras do Oeste.

Os métodos de amostragem para os elementos biológicos a utilizar são os definidos pelo INAG, I.P.<sup>10</sup>. 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 INAG<sup>11</sup>.

A rede de vigilância para MA da categoria Rios é constituída por sete estações.

<sup>10</sup> [http://dqa.inag.pt/dqa2002/port/docs\\_apoio/nacionais.html](http://dqa.inag.pt/dqa2002/port/docs_apoio/nacionais.html)

<sup>11</sup> [http://dqa.inag.pt/dqa2002/port/docs\\_apoio/RHS%20portugal2.html](http://dqa.inag.pt/dqa2002/port/docs_apoio/RHS%20portugal2.html)

## b) Águas costeiras

No que se refere às águas costeiras, a rede de vigilância inclui uma estação de amostragem na MA costeira do Tipo A6, PTCOST10, dado que de acordo com a análise de risco realizada no âmbito do Artigo 5.º da DQA, em 2005, esta massa de água está “Não em Risco”.

A MA Tipo A5, PTCOST89, não foi incluída na rede de vigilância, estando de acordo com a análise de risco realizada no âmbito do Artigo 5.º da DQA, em 2005, “Não em Risco”. A monitorização desta MA está atribuída à ARH Centro.

Na estação de amostragem PTCOST10 são realizadas, em cada ano, amostragens de elementos químicos e físico-químicos de suporte (3 vezes ao ano, na Primavera, Verão e Outono) e dos elementos de qualidade biológica: fitoplâncton (3 vezes ao ano, na Primavera, Verão e Outono), macroinvertebrados bentónicos (1 vez por ano, na Primavera), macroalgas (1 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 (1 vez por ano na Primavera).

Os métodos de amostragem para os elementos biológicos a utilizar são os definidos pelo INAG<sup>12</sup>.

## c) 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”, classificação obtida de acordo com a análise de risco efectuada em resposta ao Artigo 5.º da DQA, em 2005, revista posteriormente 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.

<sup>12</sup> [http://dqa.inag.pt/dqa2002/port/docs\\_apoio/nacionais.html](http://dqa.inag.pt/dqa2002/port/docs_apoio/nacionais.html)

O protocolo de amostragem para o fitoplâncton é o definido pelo INAG<sup>13</sup>. 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.

Atendendo que a única MAFM da categoria Rios a montante de barragens, designada por albufeiras, a albufeira de São Domingos, está “Em Risco”, classificação obtida de acordo com a análise de risco efectuada em resposta ao Artigo 5.º da DQA, em 2005, revista posteriormente de acordo com a avaliação do estado trófico e com a avaliação do risco químico efectuada em Dezembro de 2006, não foi identificada nenhuma estação da rede de vigilância.

#### **d) Massas de água Fortemente Modificadas da categoria Rios, troços de rio a jusante de barragens**

Não foi definida uma rede de vigilância para a MAFM a jusante de barragens (Ribeira de São Domingos – jusante da barragem de São Domingos) uma vez que no âmbito da análise de risco efectuada para o 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, esta MA não foi identificada como uma MAFM a jusante de barragens “Em risco”.

### **3.1.1.2. Rede Operacional**

#### **a) Rios**

Com a rede de monitorização operacional pretendeu-se determinar o estado das 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 as SP+OP ou outras em quantidades significativas. Foram definidos três tipos de estações:



Mapa 58 – 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 Sistema de Classificação (SC) – a frequência de amostragem é superior à que se verifica nas estações operacionais tipo I, 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 “Substâncias perigosas” estações em que são apenas amostradas as SP+OP 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 INAG já atrás mencionados. Os métodos a amostrar para os elementos químicos e físico-químicos de suporte são os que se encontram definidos no

<sup>13</sup> [http://dqa.inag.pt/dqa2002/port/docs\\_apoio/nacionais.html](http://dqa.inag.pt/dqa2002/port/docs_apoio/nacionais.html)

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 INAG<sup>14</sup>. 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 14 estações, das quais sete estações são do tipo I, cinco estações são do tipo “sistema de classificação” e cinco estações são do tipo “substâncias perigosas”. De referir que existem duas estações que são simultaneamente do tipo I e do tipo “substâncias perigosas” e uma que é do tipo “sistema de classificação” e “substâncias perigosas”.

### **b) Águas costeiras**

A rede operacional estabelecida para esta categoria inclui duas MA "Em risco", cada uma com uma estação de amostragem, ambas na Lagoa de Óbidos. 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 massas de água, em termos de elementos de qualidade do estado ecológico e respectivos parâmetros, periodicidade e frequência de amostragem. Nestes parâmetros foram incluídos as SP+OP.

Os métodos de amostragem são os mesmos que foram referidos para a rede de vigilância, para os elementos de qualidade do estado ecológico. 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.

### **c) 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 as SP+OP e outras substâncias 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.

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 biológica 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.

<sup>14</sup> [http://dqa.inag.pt/dqa2002/port/docs\\_apoi/RHS%20portugal2.html](http://dqa.inag.pt/dqa2002/port/docs_apoi/RHS%20portugal2.html)

O protocolo de recolha de amostras de água e o Protocolo de Amostragem para o fitoplâncton e para a caracterização do fitoplâncton é o definido pelo INAG<sup>15</sup>. Os métodos analíticos 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 substâncias do estado químico 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 existe uma estação localizada na Albufeira de São Domingos que é do tipo operacional e “substâncias perigosas”.

#### **d) 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.

No entanto, nas bacias hidrográficas das ribeiras do Oeste não foram definidas estações de amostragem na única MAFM a jusante de barragens, o troço a jusante da barragem de São Domingos, considerado “Em risco”, devido ao seu reduzido comprimento e ao facto de não estar definido para esta barragem um regime de caudais ecológicos.

#### **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 as bacias hidrográficas das ribeiras do Oeste.

#### **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 2.131):

- Zonas designadas para a captação de água para consumo humano;
- zonas designadas para a protecção de habitats ou de espécies;
- zonas balneares.



Mapa 59 – Monitorização das zonas protegidas associadas às águas superficiais.

<sup>15</sup> <http://dqa.inag.pt/dqa2002/port/docs/apoio/nacionais.html>

Quadro 2.131 – Número de estações para as zonas protegidas nas bacias hidrográficas das ribeiras do Oeste.

Rede	Número de Estações				TOTAL
	MA Naturais		MAFM Rios		
	Rios	Águas Costeiras	(jusante de barragens)	(montante de barragens - Albufeiras)	
Rede das Zonas Protegidas – Captação de água destinada ao consumo humano*	1	-	-	1	2
Rede das Zonas Protegidas – Directiva Habitats	2	-	-	-	2
Rede das Zonas Protegidas – Directiva Aves	-	-	-	-	-
Rede das Zonas Protegidas – Águas Balneares	-	56	-	-	56
Rede das Zonas Protegidas – Zonas Sensíveis	-	2	-	-	2

### 3.1.1.5. Síntese

No Quadro 2.132 está indicado o número de estações por cada rede.

Quadro 2.132 – Número de estações para cada tipo de rede de monitorização nas bacias hidrográficas das ribeiras do Oeste.

Rede	MA Naturais				MAFM Rios				MA Artificiais		TOTAL	
	Rios		Águas Costeiras		Jusante de barragens		Montante de barragens – Albufeiras		MA Artificiais		TOTAL	
	Estações	MA	Estações	MA	Estações	MA	Estações	MA	Estações	MA	Estações	MA
DQA – Vigilância	7	7	1	1	-	-	-	-	-	-	8	8
DQA – Operacional	14	9	2	2	-	-	1	1	-	-	17	12
DQA – Investigação	Não estabelecida											
<b>TOTAL DQA</b>	21	16	3	3	-	-	1	1	-	-	25	20
<b>Zonas Protegidas</b>												
Captação de água destinada ao consumo humano	1	1	-	-	-	-	1	1	-	-	2	2
Habitats	2	2	-	-	-	-	-	-	-	-	2	2
Aves	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Águas Balneares	-	-	56	3	-	-	-	-	-	-	56	3
Zonas Sensíveis	-	-	2	1	-	-	-	-	-	-	2	1

### 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.



Mapa 60 – Rede de monitorização do estado quantitativo das águas subterrâneas.

A rede utilizada para a avaliação do estado quantitativo é constituída por 45 estações, localizadas nas oito MA afectas às bacias hidrográficas das ribeiras do Oeste. 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.

Quadro 2.133 – Estações de monitorização utilizadas para a avaliação do estado quantitativo.

Massa de água	N.º de estações
Orla Ocidental Indiferenciado das Bacias das Ribeiras do Oeste	15
Maceira	1
Alpedriz	6
Maciço Calcário Estremenho	6
Paço	2
Cesareda	2
Torres Vedras	4
Caldas da Rainha-Nazaré	9
<b>Total</b>	<b>45</b>

### 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 61 – Rede de monitorização do estado químico (vigilância) das águas subterrâneas.

A rede utilizada para a avaliação do estado químico é constituída por 79 estações, distribuídas pelas oito MA das bacias hidrográficas das ribeiras do Oeste. 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 2.134 – Estações da rede de vigilância utilizadas para a avaliação do estado químico.

Massa de água	N.º de estações
Orla Ocidental Indiferenciado das Bacias das Ribeiras do Oeste	19
Maceira	1
Alpedriz	8
Maciço Calcário Estremenho	19

Paço	4
Cesareda	1
Torres Vedras	9
Caldas da Rainha-Nazaré	18
<b>Total</b>	<b>79</b>

### 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.

Na área das bacias hidrográficas das ribeiras do Oeste não existe rede operacional, dado que, no âmbito do Relatório Síntese sobre a Caracterização das Regiões Hidrográficas prevista na DQA (INAG, 2005), não foi identificada nenhuma MA subterrânea “Em Risco”.

### 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 m<sup>3</sup>/dia.

A rede utilizada para a monitorização das zonas designadas para a captação de água destinada ao consumo humano é constituída por sete captações de água subterrânea para abastecimento público.



Mapa 62 – Monitorização das zonas protegidas associadas às águas subterrâneas.

Quadro 2.135 – Estações utilizadas para a monitorização das zonas designadas para a captação de água destinada ao consumo humano.

Massa de água	N.º de estações
Orla Ocidental Indiferenciado das Bacias das Ribeiras do Oeste	0
Maceira	0
Alpedriz	1
Maciço Calcário Estremenho	1
Paço	1
Cesareda	1
Torres Vedras	0
Caldas da Rainha-Nazaré	3
<b>Total</b>	<b>7</b>

Do conjunto de sete zonas protegidas existentes nas bacias hidrográficas das ribeiras do Oeste, apenas duas, designadamente Torres Vedras e Orla Ocidental Indiferenciado das Bacias das Ribeiras do Oeste não são actualmente monitorizadas, existindo ainda quatro zonas protegidas que possuem apenas uma estação de monitorização, pelo que deverá ser efectuada a optimização desta rede.

#### b) Zonas vulneráveis

Tal como referido no capítulo 2.2.4.2 não existem zonas vulneráveis na área das bacias hidrográficas das ribeiras do Oeste.

### 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

A avaliação da representatividade das actuais redes de monitorização do estado quantitativo e químico para as MA subterrâneas foi efectuada utilizando o 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 massa de água, 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 massa de água.

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 2.136 apresenta-se o IR calculado para as redes de monitorização actuais, à data do início dos trabalhos deste PBH Ribeiras do Oeste, do estado quantitativo e estado químico.

Quadro 2.136 – Resultados da aplicação do IR para as actuais redes de monitorização da avaliação do estado.

Massa de água	Estado Quantitativo		Estado químico	
	N.º de estações	IR (%)	N.º de estações	IR (%)
Orla Ocidental Indiferenciado das Bacias das Ribeiras do Oeste	14	57,4	-	-
Maceira	1	50,9	-	-
Alpedriz	3	64,3	8	70,9
Maciço Calcário Estremenho	4	50,3	14	58,6
Paço	2	71	1	45
Cesareda	2	56,6	1	87,9
Torres Vedras	4	77,6	1	76,7
Caldas da Rainha-Nazaré	6	64,2	9	72,1

As redes do estado quantitativo e do estado químico apresentam valores de IR abaixo do valor recomendável (80%), com excepção da rede do estado químico da MA Cesareda com um IR de 87,9%. Refere-se ainda que as MA de Maceira e Orla Ocidental Indiferenciado das Ribeiras do Oeste não dispõem actualmente 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 (2004-2008), 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 2.137 é apresentado o número de estações para as actuais redes de monitorização do estado e zonas protegidas nas bacias hidrográficas das ribeiras do Oeste, e por categoria de MA, considerando a sua densidade por unidade linear (km) ou por área (km<sup>2</sup>), consoante são MA da categoria Rios e MAFM da categoria Rios, troços a jusante de barragens, águas costeiras e MAFM da categoria Rios, troços de rio a montante de barragens.

Quadro 2.137 – Número de estações por rede e por categoria de MA superficial nas bacias hidrográficas das ribeiras do Oeste.

Rede	Rios (MA Naturais e MAFM a jusante de barragens)		Rios (MAFM a montante de barragens - Albufeiras)		Costeiras (Naturais)	
	N.º de Estações	Extensão das MA (km)	N.º de Estações	Área das MA (km <sup>2</sup> )	N.º de Estações	Área das MA (km <sup>2</sup> )
DQA – Vigilância	7	44.56	-	-	1	794.6
DQA – Operacional	14	658.44	1	0.44	2	8,373
Densidade de Estações (por 1000 km <sup>2</sup> de área total de bacia)	3.02		0.26		0.52	
Densidade de Estações*	32.79		2.5		3.65	
<b>Zonas Protegidas</b>						
Captação de água destinada ao consumo humano	3,33% das Captações					
Habitats Densidade de Estações*	2	3.62	-	-	-	-
Aves Densidade de Estações*	-	-	-	-	-	-
Águas Balneares Densidade de Estações*	-	-	-	-	56	19.9
Zonas Sensíveis Densidade de Estações*	-	-	-	-	2	0.71

\* Por 1000 km ou 1000 km<sup>2</sup> de MA

### 3.1.4.2. Águas subterrâneas

Para as oito MA subterrâneas afectas às bacias hidrográficas das ribeiras do Oeste, as actuais redes de monitorização dos estados quantitativo e químico e zonas protegidas são constituídas pelas estações indicadas no quadro seguinte.

Quadro 2.138 – Estações das redes de monitorização actuais.

Estado		Zonas protegidas
Quantitativo	Químico	Zonas designadas para a captação de água destinada ao consumo humano
36	34	7

## 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. Nas bacias hidrográficas das ribeiras do Oeste existem actualmente 30 postos meteorológicos, dos quais 17 são estações udográficas e seis são estações climatológicas (para as restantes sete estações não é indicada a sua tipologia nos elementos consultados no SNIRH). São todos postos da responsabilidade do INAG. De assinalar que das 30 estações apenas 20 se encontram em funcionamento, incluindo 6 estações automáticas dotadas de sistema de teletransmissão. No Quadro 2.139 pode observar-se a distribuição do número de estações por bacia.



Mapa 63 – Redes de monitorização climatológica e hidrométrica.

Realizou-se uma primeira abordagem relativamente à representatividade das estações considerando a sua densidade por bacia. A análise realizada considerou todas as estações, excepto as que se encontram extintas, considerando que estas não serão reactivadas. Em termos médios a densidade é de 0,9 estações por cada 100 km<sup>2</sup>, o que se considera um valor adequado. Relativamente ao número de estações automáticas com telemetria (seis estações), o número de estações é baixo e a monitorização abrange apenas quatro bacias (Rio Alcobaça, Ribeira de São Domingos, Rio Alcabrichel e Rio Lisandro).

Quadro 2.139 – Rede para medição das variáveis Precipitação (estações climatológicas e udográficas), Temperatura, Ventos, Humidade do ar, Evaporação e Radiação (estações climatológicas).

Bacia	Número de estações com registo de Precipitação	Número de estações com registo de Temperatura, Ventos, Humidade do ar, Evaporação e Radiação
Rio Alcobaça	4	1
Rio Tornada	6	0
Rio Arnóia	6	2
Ribeira de São Domingos	1	0
Rio Alcabrichel	1	0
Rio Sizandro	4	1
Rio Lisandro	1	1
Ribeiras Costeiras do Oeste	7	1
Total de estações	30	6

## 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. Nas bacias hidrográficas das ribeiras do Oeste existem actualmente 12 postos hidrométricos, sendo que destes apenas oito se encontram em situação de funcionamento activo (os restantes três

estão extintos e um não instalado). Deste modo apenas se verificam dados significativos em nove postos hidrométricos (> a 10 anos). No Quadro 2.140 pode observar-se a distribuição do número de estações por bacia.

Realizou-se uma primeira abordagem relativamente à representatividade das estações, considerando a densidade de estações por bacia. A análise realizada considerou todas as estações, excepto as que se encontram extintas, considerando que estas não serão reactivadas. Em termos médios a densidade é de 0,6 estações por cada 100 km<sup>2</sup>. Todas as bacias dispõem de pelo menos uma estação, excepto a bacia Ribeiras Costeiras do Oeste. Refere-se ainda que não existem estações automáticas com telemetria.

### 3.4. REDE SEDIMENTOLÓGICA

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 a rede sedimentológica pode compreender estações em cursos de água e estações em albufeiras. Apesar da sua importância, não existe nenhuma estação implementada nas bacias hidrográficas das ribeiras do Oeste.

### 3.5. SÍNTESE

A distribuição do número de estações por bacia e por tipologia de rede pode observar-se no Quadro 2.140.

Quadro 2.140 – Número de estações nas redes de monitorização do estado (rede de vigilância e rede operacional), climatológica e hidrométrica, por bacia.

Bacia	Rede de monitorização do estado da água			Rede climatológica	Rede hidrométrica
	Total estações	Rede de vigilância	Rede operacional		
Rio Alcobaça	5	2	3	4	2
Rio Tornada	-	-	-	6	2
Rio Arnóia	6*	-	4 + 2*	6	4
Ribeira de São Domingos	2	1	1	1	1
Rio Alcabrichel	2	2	-	1	1
Rio Sizandro	2	-	2	4	1
Rio Lisandro	2	-	2	1	1
Ribeiras Costeiras do Oeste	6*	2 + 1*	3	7	0
<b>Total de estações</b>	<b>25*</b>	<b>8*</b>	<b>17*</b>	<b>30</b>	<b>12</b>

\*Inclui as estações de monitorização das MA Costeiras

Nota: Refere-se que nesta listagem se incluem todas as estações 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 Tejo, I.P., 2010; SNIRH, 2010

A caracterização destes três tipos de redes integrou a análise dos seguintes aspectos:

- Breve enquadramento histórico da reestruturação destas redes e das actuais redes que se encontram implementadas nas bacias hidrográficas das ribeiras do Oeste;
- identificação dos objectivos da monitorização realizada por cada rede;
- identificação do número de estações por MA e por bacia;
- identificação por estação da sua tipologia, situação de funcionamento, objectivo da monitorização, período de registo de dados e tipo de aquisição de dados;
- 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;

- primeira abordagem relativamente à representatividade das estações considerando a densidade de estações por bacia.

A análise preliminar da representatividade das redes climatológica e hidrométrica considerou a densidade de estações por bacia. A análise realizada teve em conta todas as estações, excepto as que se encontram extintas, considerando que estas não serão reactivadas. A densidade de estações por bacia foi determinada de duas formas: área abrangida por cada estação e número de estações por 100 km<sup>2</sup>.

## 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 2.29 e 2.30 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.

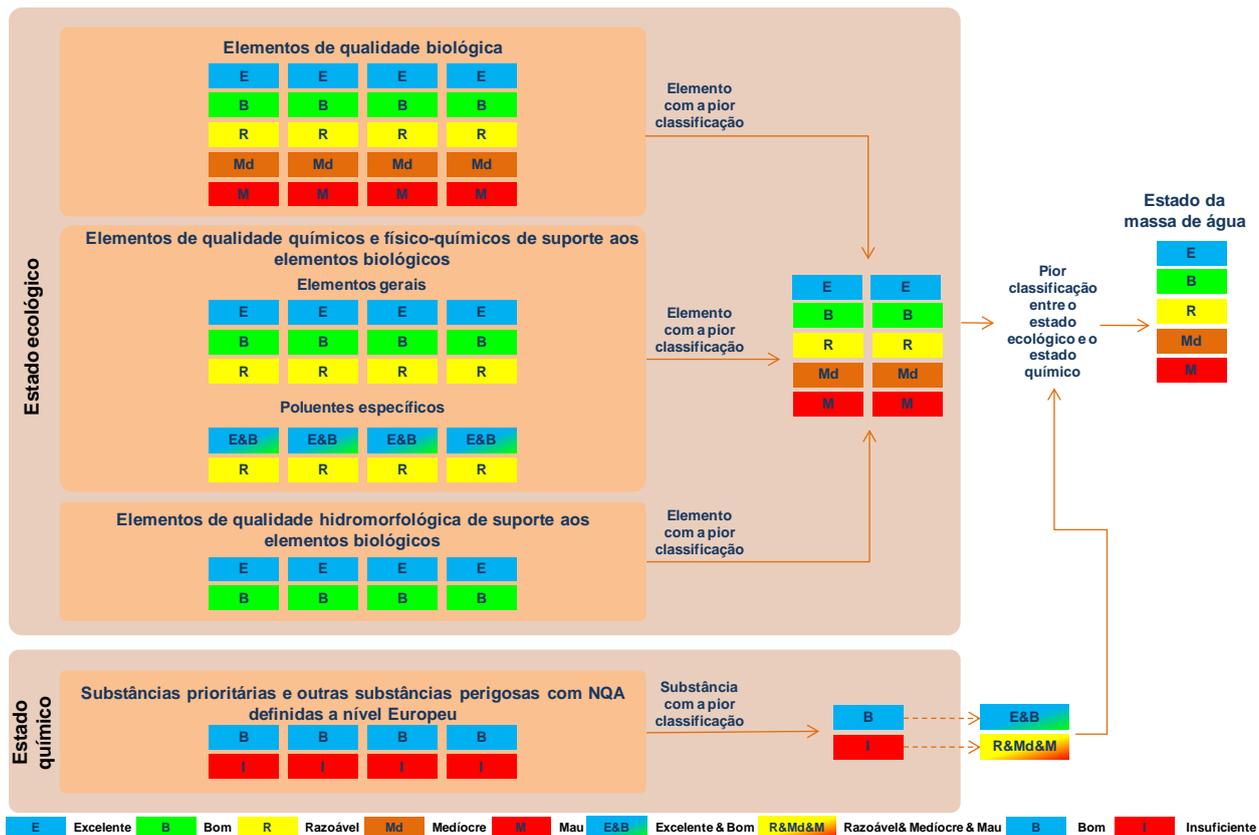


Figura 2.29 – Esquema para a classificação do estado das MA superficiais no âmbito da DQA/Lei da Água

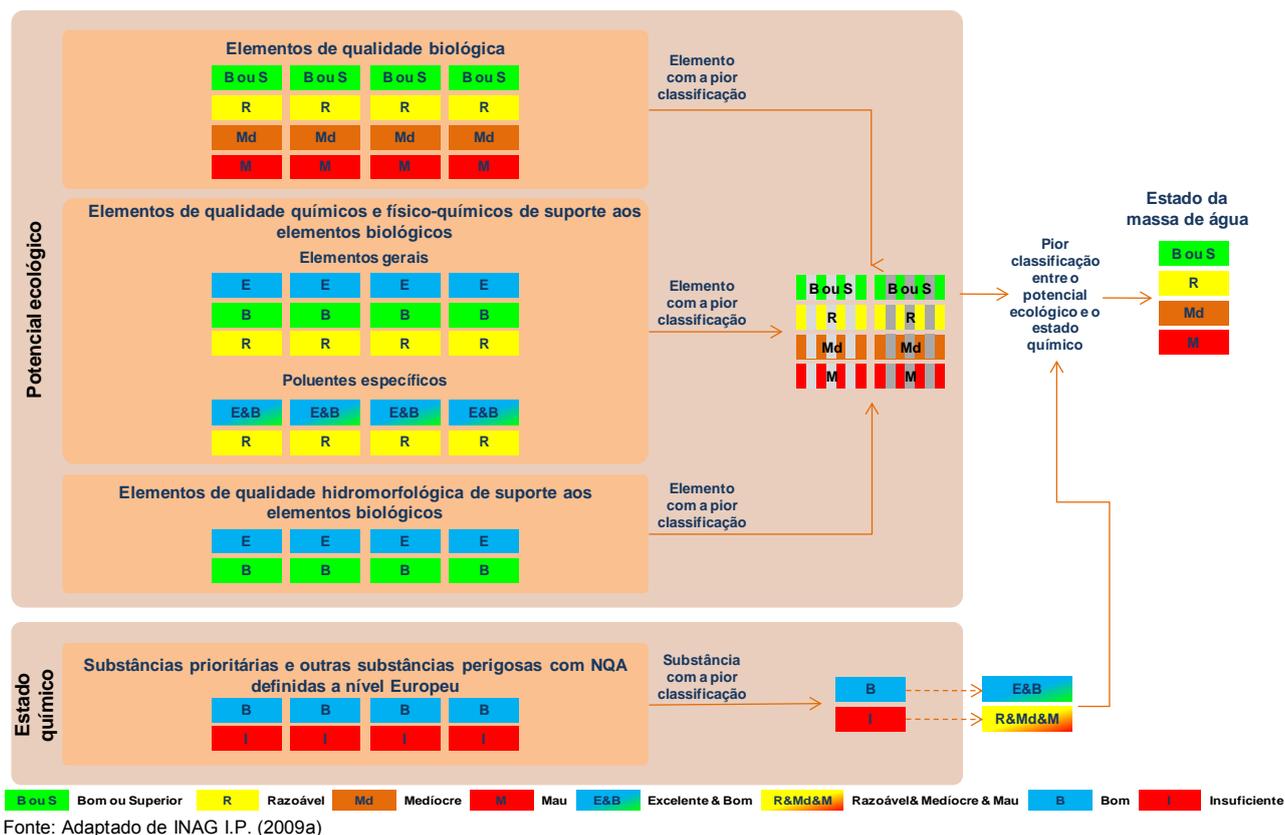


Figura 2.30 – Esquema para a classificação do potencial das MA superficiais no âmbito da DQA/Lei da Água

#### 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 associada 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, CBO<sub>5</sub>, 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 20 MA desta categoria não monitorizadas compreendeu as seguintes fases:

- Correlação entre parâmetros químicos e físico-químicos indicadores das pressões (CBO<sub>5</sub>, 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 CBO<sub>5</sub> 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 costeiras**

O tipo A3, Lagoa mesotidal semi-fechada, não é partilhada pelos restantes estados-membros do Grupo Geográfico de Intercalibração Atlântico Nordeste a que Portugal pertence, pelo que não possível proceder à intercalibração das suas fronteiras. Como já atrás foi referido não estão ainda definidas situações de referência. Os elementos biológicos para esta categoria de MA são o fitoplâncton e restante flora aquática e os invertebrados bentónicos. No entanto, apenas foi considerado fitoplâncton, caracterizado pelo parâmetro clorofila *a*, tendo-se seguido as orientações do INAG.

No que se refere aos tipos A5 e A6, foram considerados o fitoplâncton e restante flora aquática e os invertebrados bentónicos, correspondendo os valores para as fronteiras Excelente/Bom e Bom/Razoável aos que foram definidos no âmbito do Exercício de Intercalibração, publicados na Decisão da Comissão n.º 2008/915/CE, de 30 de Outubro de 2008

Para os restantes elementos de qualidade do estado ecológico seguiram-se as recomendações do INAG.

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 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.

### **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)

A única MAFM a montante de barragem existente nas bacias hidrográficas das ribeiras do Oeste, pertencente ao Tipo Sul é monitorizada, pelo que a classificação 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 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.

#### **b) Massas de água Fortemente Modificadas da categoria Rios, troços de rio a jusante de barragens**

Atendendo a que não se dispunha de dados de monitorização para o troço de rio a jusante da barragem de São Domingos, a única MAFM da categoria Rios existente nas bacias hidrográficas das ribeiras do Oeste, a avaliação do seu potencial ecológico 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.

No entanto, quando, na sequência de aplicação da metodologia adoptada para a classificação do potencial ecológico, houve indícios do não cumprimento dos objectivos ambientais e não foi possível identificar claramente as causas associadas, optou-se pela classificação do potencial ecológico como “não classificado”, apostando-se no desenvolvimento de medidas adicionais de monitorização e de estudos complementares para uma melhor caracterização do problema.

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 da MAA identificada nas bacias hidrográficas das ribeiras do Oeste (Aproveitamento Hidroagrícola da Cela), dado que esta não foi monitorizada, foi realizada uma avaliação pericial *in situ*, recorrendo a seis variáveis

relativas à estrutura do canal, pressão humana, impacte de aglomerados urbanos, percentagem 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 SP+OP 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).

Quando, na sequência da aplicação das metodologias adoptadas para a classificação do estado químico das massas de água costeiras, houve indícios do não cumprimento dos objectivos ambientais, e não foi possível identificar claramente as causas associadas, e 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 químico 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.

#### 4.1.2. Águas subterrâneas

A metodologia para a avaliação do estado das massas de água 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 massas de água 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 elaboração do PBH Ribeiras do Oeste. A avaliação do estado é feita no final do período de implementação do Plano 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 massas de água subterrâneas apenas deve ser efectuada para as massas de água subterrâneas em risco, e em relação ao meio receptor, e para cada poluente que contribui para a classificação da água subterrânea como estando em risco. As massas de água subterrâneas que não estão em risco são classificadas automaticamente em "bom estado". Não obstante, dado que a quase totalidade das massas de água 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 dos estados quantitativo e qualitativo. A Figura 2.31 esquematiza estes testes. São 5 para o estado qualitativo e 4 para o estado quantitativo. Alguns dos testes são comuns aos dois estados.



Figura 2.31 – Procedimento genérico dos testes de classificação utilizados na avaliação do estado das massas de água subterrânea (adaptado do Documento Guia n.º 18).

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 massas de água subterrâneas. Cada teste pode ter dois resultados “bom” ou “mediocre”.

O estado químico de uma massa de água 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 massa de água subterrânea é globalmente classificada com o “estado mediocre”. Todos os testes relevantes devem ser feitos para cada massa de água subterrânea e esta avaliação não deve parar assim que o primeiro teste dê resultado “mediocre”.

#### 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 massas de água 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 2.141 apresenta a definição do Bom estado quantitativo das massas de água subterrânea, segundo a DQA e o Decreto-Lei n.º 77/2006, de 30 de Março.

Quadro 2.141 – 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
<b>Nível freático</b>	<p>O nível da água na massa de águas 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"> <li>● 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;</li> <li>● Deteriorar significativamente o estado dessas águas;</li> <li>● Provocar danos significativos nos ecossistemas terrestres directamente dependentes do aquífero.</li> </ul> <p>Podem ocorrer temporariamente, ou continuamente em área 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>

De acordo com o Documento Guia n.º 18, a metodologia para avaliar o estado quantitativo das massas de água subterrâneas é composta por um conjunto de testes relevantes, designadamente (Figura 2.32):

- 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 massas de água 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 massas de água subterrâneas, e taxa média anula de captações a longo prazo na avaliação das pressões a que as massas de água 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 2.32. 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.

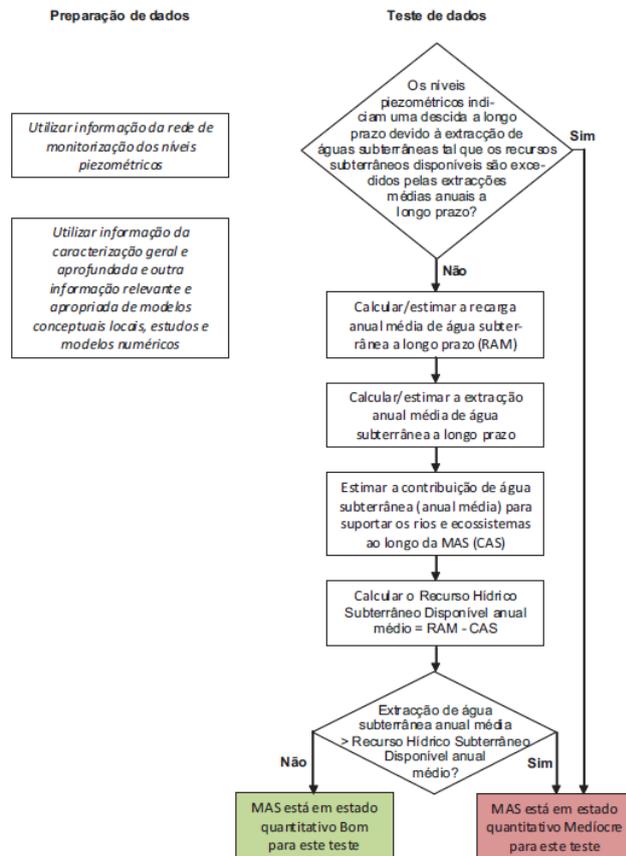


Figura 2.32 – Procedimento para a realização do teste do Balanço Hídrico Subterrâneo (adaptado do Documento Guia n.º 18).

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 massa de água subterrânea a novas solicitações. No estudo das séries piezométricas examinou-se o comportamento da massa de água 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 indiciam 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 massa de água 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 massas de água 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 massa de água 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 desfasamento entre a extracção de água e o seu impacto na massa de água 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 massa de água superficial for acima de um limiar então a massa de água 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 2.33. O teste é conduzido para cada troço de massa de águas superficiais identificado como associado à massa de águas subterrâneas. Um outro teste semelhante a este deverá ser incluído em futuros planos de bacia 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 2.141). Neste caso, para distinguir do teste que se estava a considerar, a massa de águas 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 massas de águas superficiais associadas? – Seleccionar "Sim" no caso de ser verdadeira a afirmação seguinte: A classificação dos elementos hidromorfológicos da massa de água 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 massa de água superficial, a massa de águas 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 massa de água superficial. Quando o resultado da avaliação deste critério é "Sim" este teste tem como resultado estado "Bom".

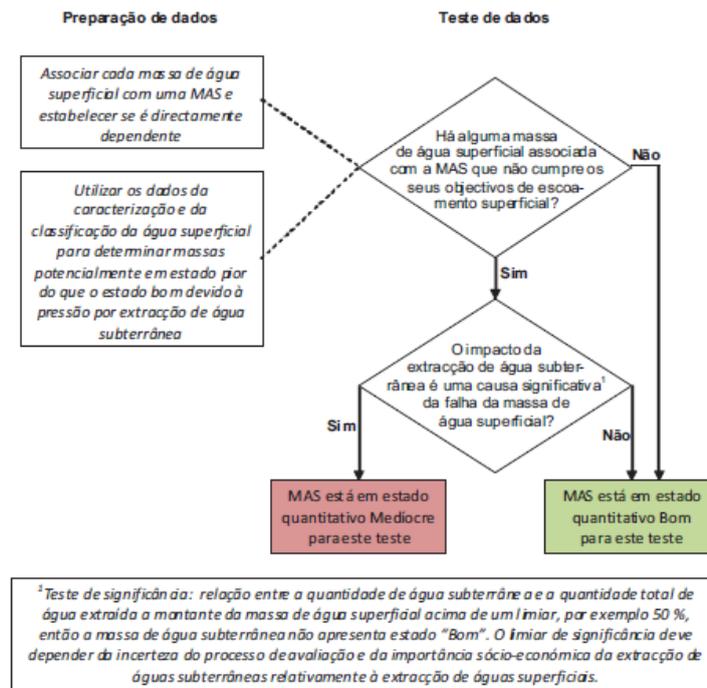


Figura 2.33 – Procedimento para a realização do teste do Escoamento Superficial  
(adaptado do Documento Guia n.º 18).

### 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 2.34, de acordo com o Documento-Guia n.º 18. O teste deve ser feito para cada ETDAS.

No caso de os ETDAS dentro da massa de água subterrânea não estarem danificados ou em risco de sofrerem danos, a massa de água 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 massa de água subterrânea é classificado 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”.

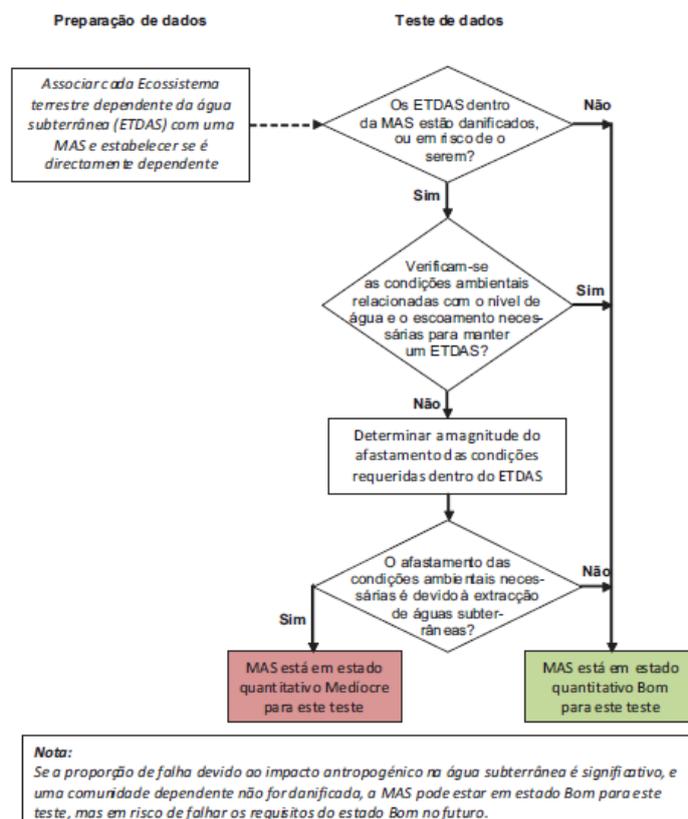


Figura 2.34 – Procedimento para a realização do teste dos ETDAS (adaptado do Documento Guia n.º 18).

#### 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 massa de água adjacente. Este teste coincide com o teste da intrusão salina para o estado químico. Este teste segue o fluxograma representado na Figura 2.35, 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 massa de águas 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<sup>-</sup>, o SO<sub>4</sub><sup>2-</sup>, 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".

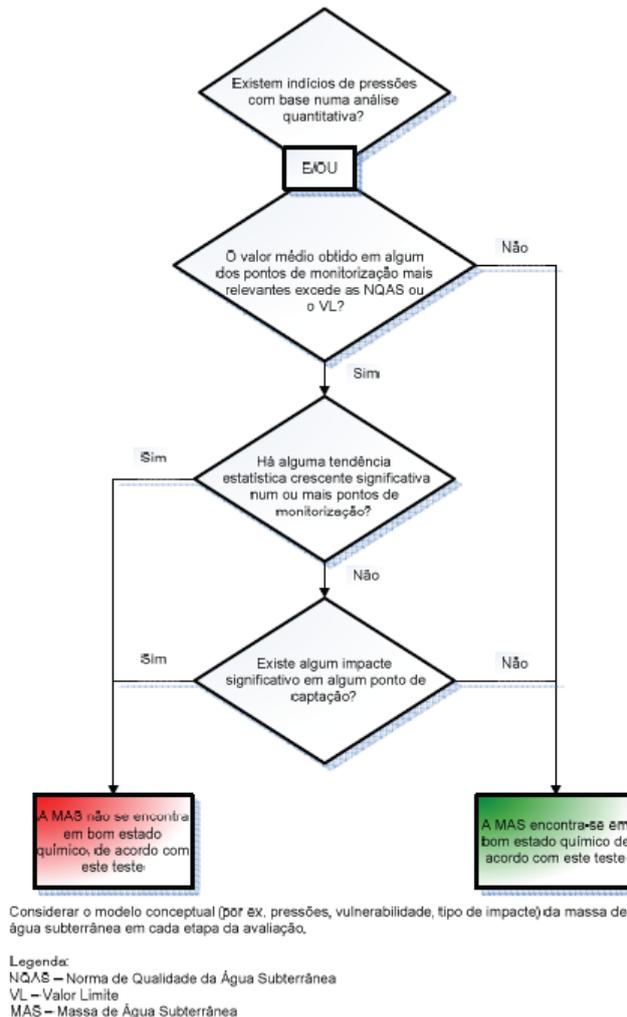


Figura 2.35 – Procedimento para a realização do teste da Intrusão Salina (adaptado do Documento Guia n.º 18).

#### 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 massas de água 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 2.142 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 2.142 – 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
<b>Geral</b>	<p>A composição química da massa de águas subterrâneas é tal que as concentrações de poluentes:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Conforme especificado adiante, não apresentam os efeitos de intrusões salinas ou outras;</li> <li>• Não ultrapassam as normas de qualidade aplicáveis nos termos de outros instrumentos jurídicos comunitários relevantes de acordo com o Artigo 17.º da DQA;</li> <li>• 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 massa de águas subterrâneas.</li> </ul> <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>
<b>Condutividade</b>	As modificações da condutividade não revelam a ocorrência de intrusões salinas ou outras na massa de águas subterrâneas.

De acordo com o Documento Guia n.º 18, a metodologia para avaliar o estado químico das massas de água subterrâneas é composta por um conjunto de testes relevantes, designadamente (ver Figura 2.36):

- **Teste da avaliação global do estado químico:** Não há um risco ambiental significativo dos poluentes na massa de águas subterrâneas nem há uma diminuição significativa na capacidade da massa de águas subterrâneas para suportar utilizações humanas;
- **teste de diminuição da qualidade química ou ecológica das massas de águas superficiais:** Não há diminuição significativa do quimismo das águas superficiais e/ou da ecologia devido à transferência de poluentes a partir das massas de água 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 massas de água subterrâneas;
- **teste das Áreas de Protecção das Águas de Consumo:** Os estados-membros garantirão a necessária protecção das massas de água 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 massa de água 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 2.36).

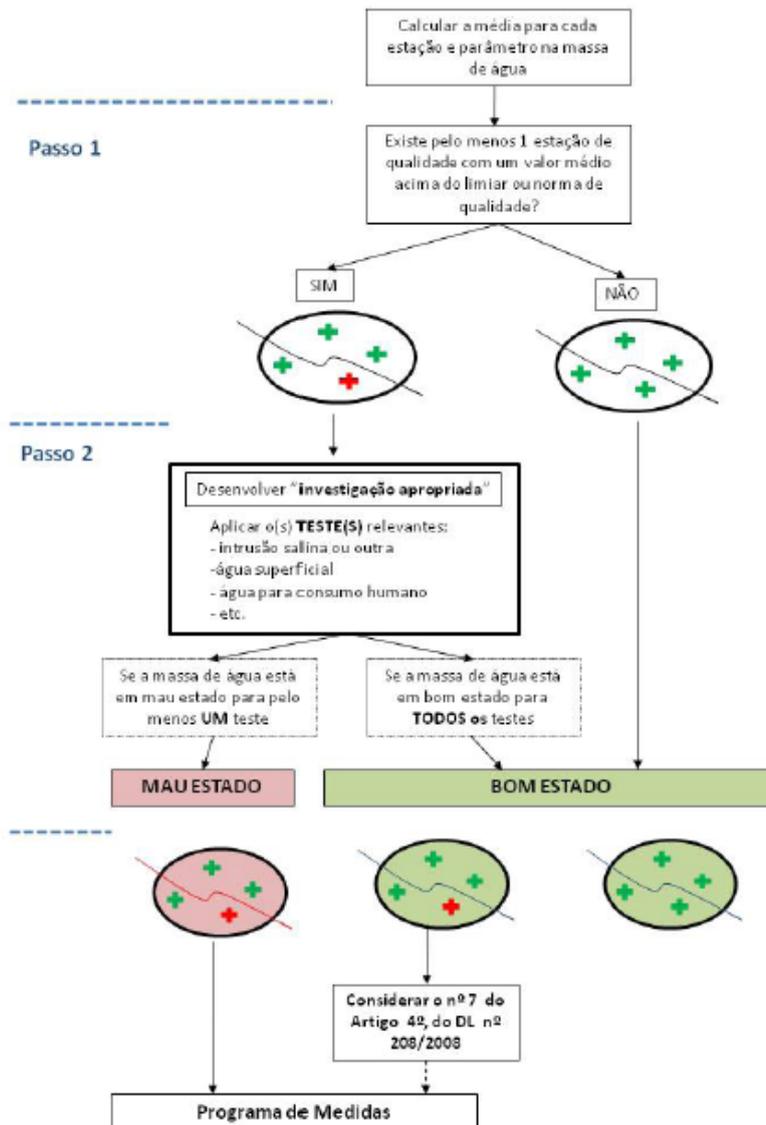


Figura 2.36 – Procedimento geral para a realização da avaliação do estado químico (retirado de INAG, 2009).

Desta forma, e tal como no caso da avaliação do estado quantitativo, para cada massa de água 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 massas de água subterrâneas.

Com base na aplicação dos testes são produzidos mapas e quadros representando o estado químico. Para as massas de água subterrâneas caracterizadas em estado químico “Medíocre” são identificados os poluentes e os indicadores de poluição que contribuem para essa classificação.

#### a) 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 2.37. Este teste é conduzido para cada parâmetro químico identificado como potencial influenciador do estado da massa de água subterrânea.

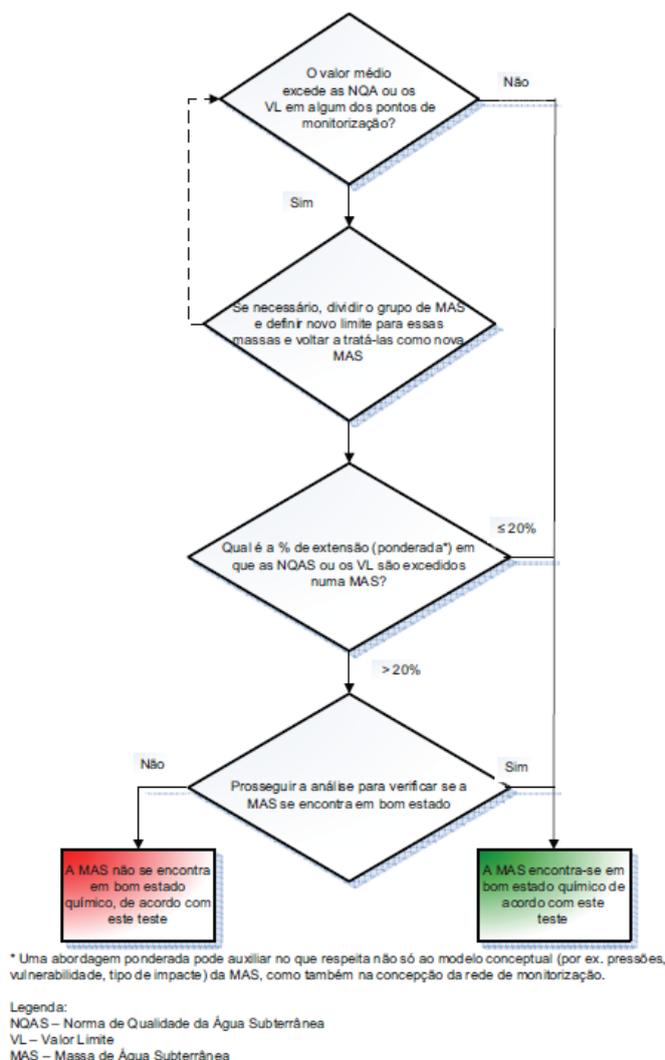


Figura 2.37 – Procedimento geral para a realização do teste da Avaliação Global do Estado Químico (adaptado do Documento Guia n.º 18).

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 massa de águas 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 massa de água 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 massa de águas 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 massa de água 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”.

#### **b) Teste de diminuição da qualidade química ou ecológica das MA superficiais**

Para fazer o teste da diminuição da qualidade química ou ecológica das massas de água superficiais é seguida uma adaptação do fluxograma proposto no Documento Guia n.º 18 e representado na Figura 2.38. Este teste é realizado para cada parâmetro relevante e para cada troço de massas de águas superficiais associadas à massa de águas subterrâneas.

Os critérios para a realização deste teste são os seguintes:

- Cumprido o critério do Bom Estado das massas de águas superficiais? – Responder “Sim” se for verdadeira a afirmação: O estado químico ou ecológico da massa de águas superficiais associada 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 massas de águas 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 massa de água superficial estar abaixo do estado bom é superior ao limiar definido para este parâmetro, nas estações de monitorização deste ecossistema aquático superficial localizadas na massa de águas 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 massas de águas superficiais? – Escolher “Sim” no caso de a afirmação ser verdadeira: A contribuição das águas subterrâneas para a massa de águas superficiais é inferior a 50% da carga poluente na massa de águas superficiais. Quando o resultado da avaliação deste critério é “Sim” este teste tem como resultado estado “Bom”.

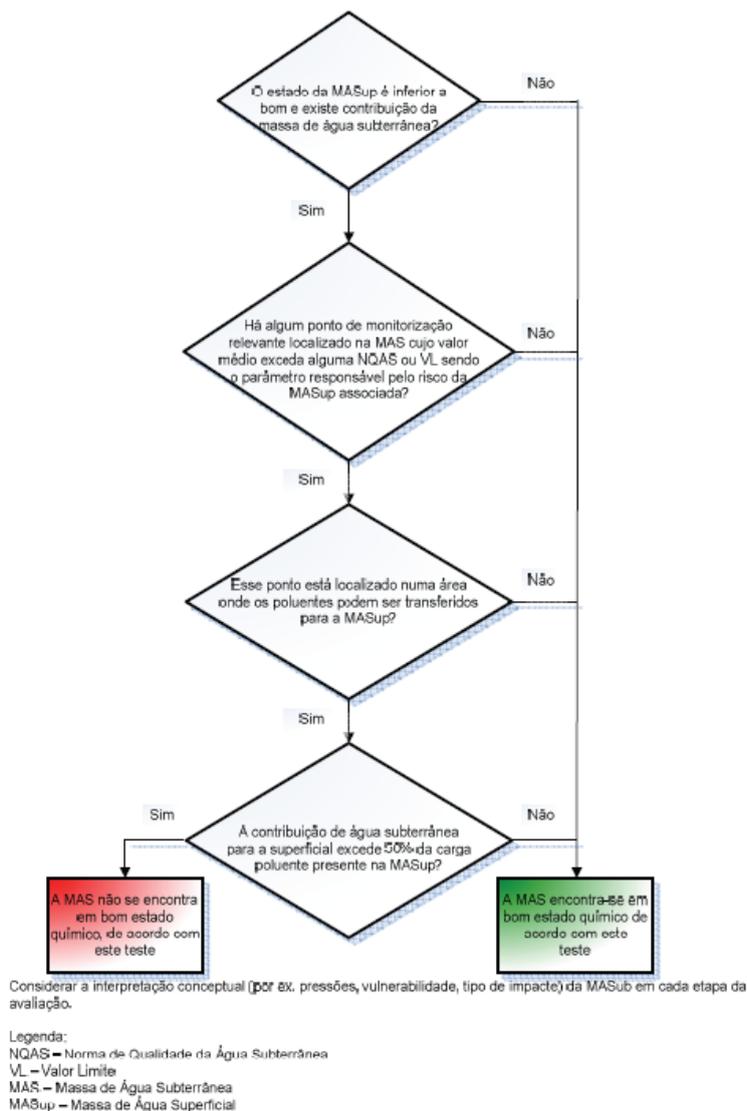


Figura 2.38 – Procedimento geral para a realização do teste da diminuição da qualidade química ou ecológica das massas de águas superficiais (adaptado do Documento Guia n.º 18).

### c) 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 2.39. O teste é realizado para cada parâmetro relevante para cada ETDAS identificado na massa de águas 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 massa de águas 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".

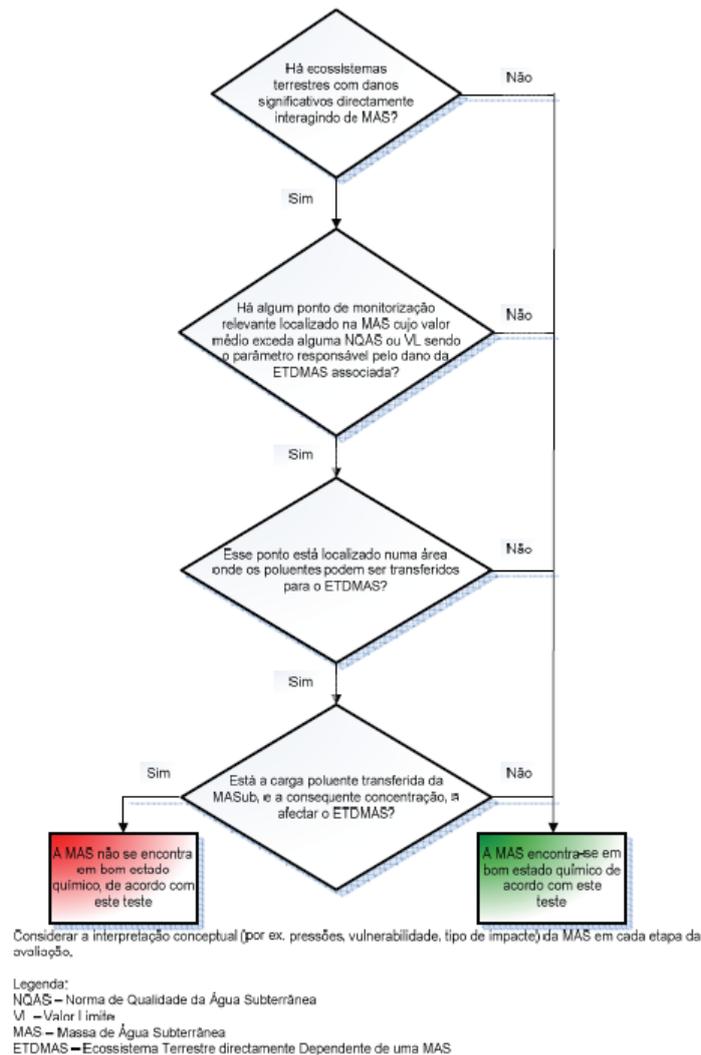


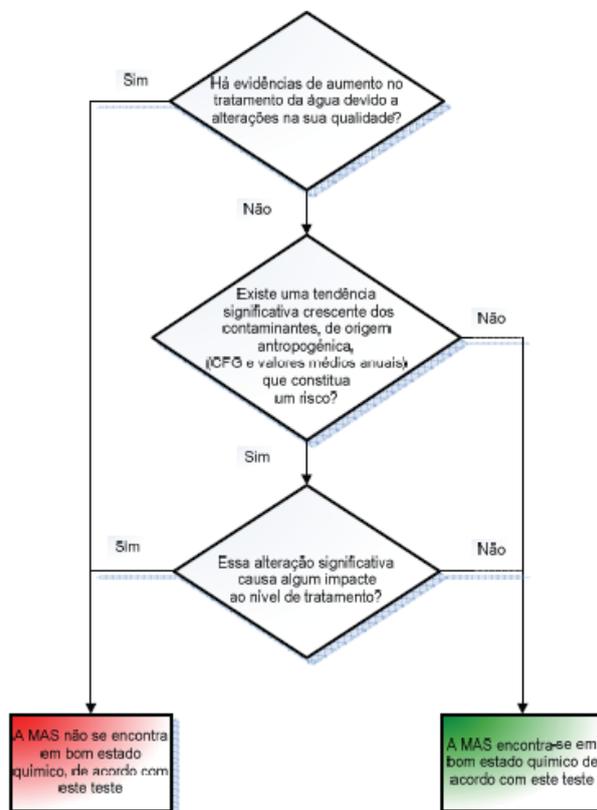
Figura 2.39 – Procedimento geral para a realização do teste dos ETDAS (adaptado do Documento Guia n.º 18).

#### d) 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 2.40. 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 2.40 – 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 massa de águas 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".

#### e) 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

Como já atrás foi referido, para as MA da categoria Rios (excepto Grandes Rios – inexistentes nas bacias hidrográficas das ribeiras do Oeste) e para as MAFM da categoria Rios, troços de rio a montante de barragens, designados por albufeiras, foram desenvolvidos pelo INAG critérios para classificação do estado potencial/ecológico, tendo sido estes utilizados no presente Plano para classificar as massas de água monitorizadas das categorias Rios e MAFM - albufeiras.

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, que constam dos critérios para a classificação pelo INAG, 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, 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 avaliada 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.

No caso das MAFM da categoria Rios, troços de rio a montante de barragens designadas por albufeiras do tipo Sul, correspondente ao tipo da albufeira de São Domingos, 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). Assim, nesta fase, para o tipo Albufeiras do Sul não é possível apresentar estimativas de precisão e fiabilidade para os critérios de classificação propostos pelo INAG.

Para as MA costeiras do Tipo A3 ainda não existe um sistema de classificação, estando o INAG, a desenvolver no âmbito do Projecto EEMA um sistema de classificação para este Tipo. 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. No que se refere aos tipos A5 e A6, dado que as

fronteiras Excelente/Bom e Bom/Razoável foram definidas no âmbito do Exercício de Intercalibração, publicados pela Decisão da Comissão n.º 2008/915/CE, de 30 de Outubro, os níveis de fiabilidade e precisão são aceitáveis e em consequência as classificações efectuadas.

#### 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 massa de água (Figura 2.41).

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: H0: a massa de água não está em bom estado, isto é tem uma média acima do valor regulamentar; H1: a massa de água está em bom estado, isto é tem uma média abaixo do valor regulamentar. A hipótese H1 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 massa de água como estando em bom estado foi neste trabalho de 5%.

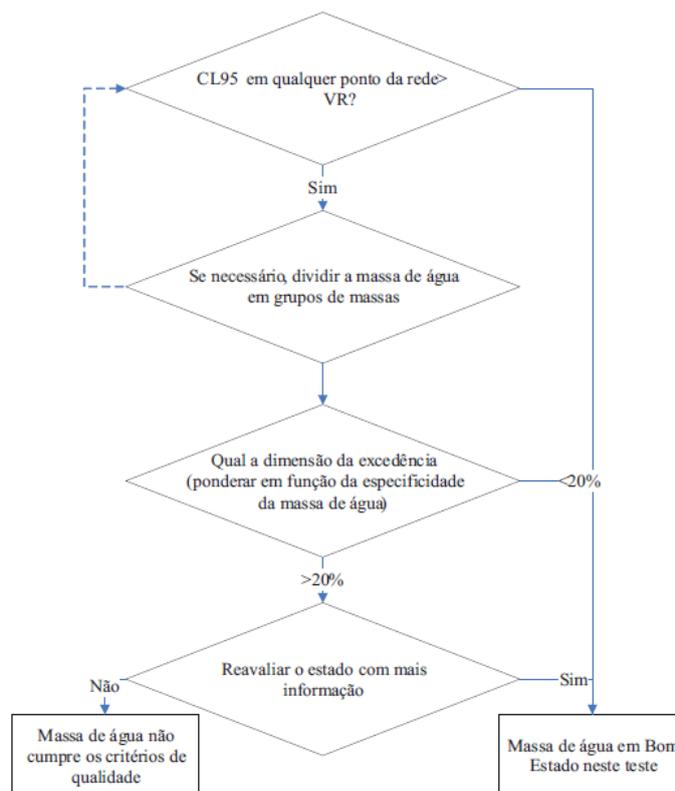


Figura 2.41 – Método para classificação das massas de água subterrânea quanto ao seu estado químico (adaptado do Documento Guia n.º 18).

#### 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 massa de água. 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 PBH Ribeiras do Oeste 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 (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 (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 massa de água, 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, 1º quartil, 3º quartil, percentil 10, percentil 90, desvio padrão, e o tamanho da amostra.

A análise dos dados foi realizada por massa de água 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 massas de água 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, 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 SP+OP, 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 massas de água subterrâneas foram estabelecidos pela DAS, transposta para o direito interno, pelo Decreto-Lei n.º 208/2008, de 28 de Outubro, e pelo INAG, I.P. (INAG, 2009).

Quadro 2.143 – Normas e limiares de qualidade para o estabelecimento do estado químico das massas de água subterrâneas (adaptado de INAG, 2009).

Parâmetro	Unidade	Tipo de imposição	Valor
Condutividade eléctrica	µS/cm	LQ1 e LQ2	2500
pH	-	LQ2	5,5 – 9,0
Oxigénio dissolvido	mgO <sub>2</sub> /L	LQ2	-
Nitratos	mgNO <sub>3</sub> /L	NQ e LQ2	50
Azoto amoniacal	mgNH <sub>4</sub> /L	LQ1 e LQ2	0,5
Sulfatos	mgSO <sub>4</sub> /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, 2009)			
LQ2 - Limiar de Qualidade, Anexo VII do Decreto-Lei n.º 77/2006, de 30 de Março (definido em INAG, 2009)			

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.

Refere-se ainda que em INAG (2009) foram estabelecidas excepções aos valores acima indicados, de forma a distinguir entre o que é natural e o que tem origem antropogénica, para a área das bacias hidrográficas das ribeiras do Oeste.

Quadro 2.144 – Excepções para limiares de qualidade acima indicados (adaptado de INAG, 2009).

Massa de água	Parâmetro	Unidade	Valor
Orla Ocidental Indiferenciado das Bacias das Ribeiras do Oeste	Cloretos	mgCl/L	293
Paço	Sulfatos	mgSO <sub>4</sub> /L	542
Torres Vedras	pH	-	4,9

## 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 e costeiras correspondendo a 37 MA. Desse universo 11% (4 MA) apresentam estado bom ou superior a bom, sendo que duas pertencem à categoria das MA costeiras e as restantes pertencem a categoria MA rios (Quadro 2.145).



Mapa 64 – Estado ecológico das massas de água naturais

Quadro 2.145 – Avaliação do estado ecológico para as MA naturais da categoria Rios e costeiras.

Estado ecológico	MA Rios		MA Costeiras	
	N.º MA	Comprimento (km)	N.º MA	Área (km <sup>2</sup> )
Excelente	-	-	-	-
Bom	2	16	2	797
Razoável	5	34	1	6
Medíocre	10	282	-	-
Mau	4	24	-	-
Não Classificadas	12	183	1	2003
Total	33	538	4	2806
Proporção Bom ou acima (%)	6	3%	50%	28%

#### 4.2.1.2. Potencial ecológico

A classificação do potencial ecológico para as MAFM da categoria Rios foi realizada tendo em conta os elementos de qualidade para a classificação do potencial ecológico, considerando a categoria de MA a que mais se assemelham.



Mapa 65 – Potencial ecológico das massas de água fortemente modificadas e artificiais.

No que diz respeito às MAFM, troços a jusante de barragens, existe apenas a MA a jusante da barragem de São Domingos, na Ribeira de São Domingos, cujo potencial ecológico não foi classificado, e uma MAFM, troços a montante de barragens, que corresponde à Albufeira de São Domingos, com potencial ecológico razoável (Quadro 2.146).

Quadro 2.146 – Avaliação do potencial ecológico para massas de água fortemente modificadas (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 <sup>2</sup> )
Bom	-	-	-	-
Razoável	-	-	1	0,44
Medíocre	-	-	-	-
Mau	-	-	-	-
Não classificadas	1	4	-	-
Total	1	4	1	0,44
Proporção Bom (%)	0%	0%	0%	0%

Relativamente à MAA presente nas bacias hidrográficas das ribeiras do Oeste, correspondente ao canal da rede primária do perímetro de rega público da Cela, verifica-se que possui potencial ecológico razoável (Quadro 2.147).

Quadro 2.147 – Avaliação do potencial ecológico para massas de água artificiais (MAA).

Potencial ecológico	MA Artificiais	
	N.º MA	Comprimento (km)
Bom	-	-
Razoável	1	11
Medíocre	-	-
Mau	-	-
Não classificadas	-	-

Potencial ecológico	MA Artificiais	
	N.º MA	Comprimento (km)
Total	1	11
Proporção Bom (%)	0%	0%

#### 4.2.1.3. Estado químico

A avaliação do estado químico permitiu verificar que não existem incumprimentos ao nível das NQA para as massas de água monitorizadas nas bacias hidrográficas das ribeiras do Oeste (Quadro 2.148).



Mapa 66 – Estado químico das massas de água superficiais.

Quadro 2.148 – Avaliação do estado químico para MA naturais, MAFM e MAA

Estado químico	MA Naturais				MAFM				MA Artificiais	
	Rios		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 <sup>2</sup> )	N.º MA	Comprimento (km)	N.º MA	Área (km <sup>2</sup> )		
Bom	3	75	3	803	-	-	1	0,44	-	-
Insuficiente	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Não classificadas	-	-	1	2003	-	-	-	-	-	-
Total	3	75	4	2806	-	-	1	0,44	-	-
Proporção Bom (%)	100	100	100	75	-	-	100	100	-	-

#### 4.2.1.4. Síntese

Em termos globais e observando as Figuras 2.42 e 2.43, verifica-se que as bacias localizadas na região Norte apresentam melhores resultados, no que diz respeito às massas de água superficiais interiores. É nesta região que se situam as únicas duas MA superficiais interiores classificadas com bom estado, respectivamente nas bacias Rio Alcobaça e Ribeiras Costeiras do Oeste. Existem ainda duas MA costeiras classificadas com bom estado, pertencentes às bacias Rio Arnóia e Ribeiras Costeiras do Oeste. Importa referir que a bacia Ribeiras Costeiras do Oeste apresenta quatro MA classificadas com mau estado, localizadas nas zonas média e inferior das bacias hidrográficas das ribeiras do Oeste.

Efectivamente, observa-se uma degradação progressiva das MA no sentido Sul, perfeitamente em concordância com as pressões identificadas por bacia, bastante superiores nas zonas média e inferior das bacias hidrográficas das ribeiras do Oeste.

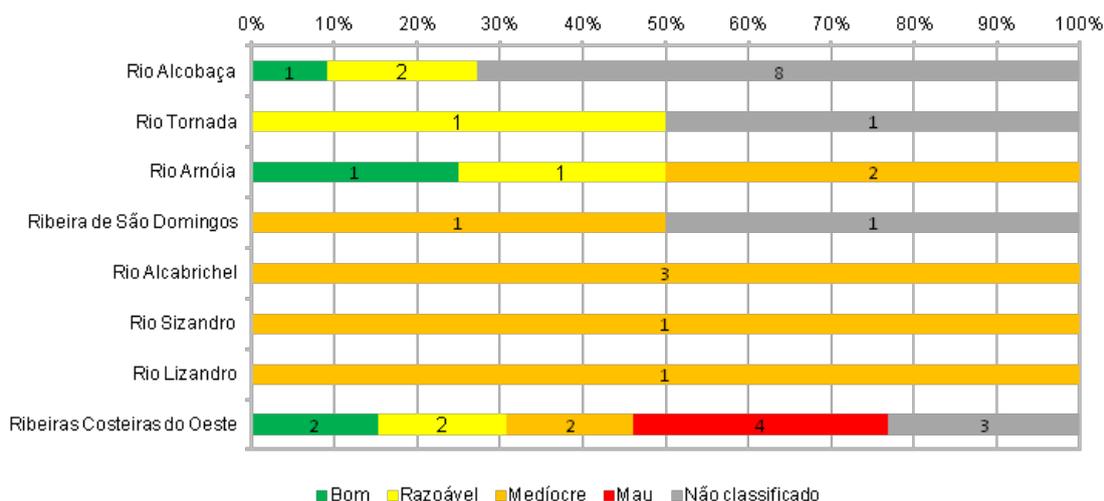


Figura 2.42 – Resultados percentuais do estado das MA por bacia das bacias hidrográficas das ribeiras do Oeste.

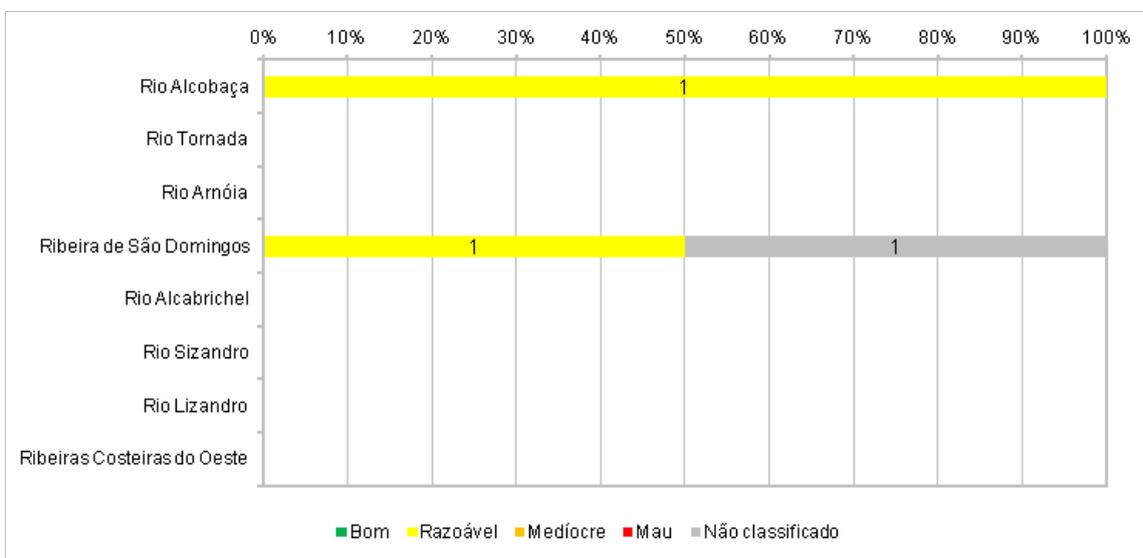


Figura 2.43 – Resultados percentuais do potencial das MA por bacia das bacias hidrográficas das ribeiras do Oeste.

Ao nível das bacias hidrográficas das ribeiras do Oeste, verifica-se o seguinte (Quadro 2.149):

- Das 33 MA da categoria Rios, 6% (16 km) possuem bom estado ou superior;
- a MAFM da categoria Rios, troço de rio a jusante da barragem de São Domingos (4 km), não possui classificação;
- a MAFM da categoria Rios, troço de rio a montante da barragem de São Domingos (0,44 km<sup>2</sup>), apresenta potencial razoável;
- a MAA, correspondente ao canal de rega do perímetro da Cela, possui potencial razoável;
- das quatro MA da categoria Águas Costeiras, duas estão classificadas com bom estado, uma possui estado razoável e a outra não se encontra classificada.



Mapa 67 – Estado/potencial ecológico das massas de água superficiais.

Quadro 2.149 – Avaliação do estado e potencial das MA naturais, MAFM e MAA

Estado	MA Naturais				MAFM				MAA	
	Rios		Costeiras		Rios (jusante de barragens)		Rios (montante de barragens - Albufeiras)			
	N.º MA	Comprimento (km)	N.º MA	Área (km <sup>2</sup> )	N.º MA	Comprimento (km)	N.º MA	Área (km <sup>2</sup> )	N.º MA	Comprimento (km)
Excelente	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Bom	2	16	2	797	-	-	-	-	-	-
Razoável	5	34	1	6	-	-	1	0,44	1	1
Medíocre	10	282	-	-	-	-	-	-	-	-
Mau	4	24	-	-	-	-	-	-	-	-
Não classificadas	12	183	1	2003	1	4	-	-	-	-
Total	33	538	4	2806	1	4	1	0,44	1	1
Proporção Bom ou acima (%)	6	3	50	28	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 massas de água subterrânea, efectuados no âmbito da avaliação do estado quantitativo.



Mapa 68 – Estado quantitativo das massas de água subterrâneas.

Quadro 2.150 – Resultados dos testes realizados para avaliação do estado quantitativo das massas de água subterrâneas.

Massa de água	Testes				Estado quantitativo
	Balanco hídrico subterrâneo	Escoamento superficial	Avaliação dos ecossistemas terrestres dependentes das águas subterrâneas (ETDAS)	Intrusão salina	
Orla Ocidental Indiferenciado das Bacias das Ribeiras do Oeste	● Bom	- <sup>(1)</sup>	Sem dados	● Bom	● Bom
Maceira	● Bom	- <sup>(1)</sup>	- <sup>(1)</sup>	● Bom	● Bom
Alpedriz	● Bom	Sem dados	- <sup>(1)</sup>	● Bom	● Bom
Maciço Calcário Estremenho	● Bom	Sem dados	Sem dados	● Bom	● Bom
Paço	● Bom	Sem dados	- <sup>(1)</sup>	● Bom	● Bom
Cesareda	● Bom	Sem dados	- <sup>(1)</sup>	● Bom	● Bom
Torres Vedras	● Bom	● Bom	- <sup>(1)</sup>	● Bom	● Bom
Caldas da Rainha-Nazaré	● Bom	● Bom	- <sup>(1)</sup>	● Bom	● Bom

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. Saliencia-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.

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

Quadro 2.151 – Avaliação do estado quantitativo das MA subterrâneas.

Estado Quantitativo	MA Subterrâneas	
	N.º	%
Bom	8	100
Medíocre	0	0

#### 4.2.2.2. Estado químico

O estado químico foi avaliado aplicando os testes referidos no Capítulo 4.1.2.2. O conjunto de testes conduzidos para as MA superficiais associadas e para os ecossistemas terrestres dependentes das águas subterrâneas permitiram a classificação de estado medíocre para quatro MA, pese embora em muitos casos a informação ser insuficiente. Apresenta-se de seguida a classificação do estado das MA obtida na avaliação do estado químico.



Mapa 69 – Estado químico das massas de água subterrâneas.

Quadro 2.152 – Resultados dos testes realizados para avaliação do estado químico das massas de água subterrâneas.

Massa de água	Testes					Estado quantitativo
	Avaliação global do estado químico	Diminuição da qualidade química ou ecológica das massas de águas superficiais	Avaliação dos ecossistemas terrestres dependentes das águas subterrâneas (ETDAS)	Áreas de Protecção das Águas de Consumo	Intrusão salina	
Orla Ocidental Indiferenciado das Bacias das Ribeiras do Oeste	● Bom	- (1)	Sem dados	● Bom	● Bom	● Bom
Maceira	● Bom	- (1)	- (1)	- (1)	● Bom	● Bom
Alpedriz	● Medíocre	Sem dados	- (1)	● Bom	● Bom	● Medíocre
Maciço Calcário Estremenho	● Bom	● Bom	Sem dados	● Bom	● Bom	● Bom
Paço	● Medíocre	Sem dados	- (1)	● Bom	● Bom	● Medíocre
Cesareda	● Bom	- (2)	- (1)	● Bom	● Bom	● Bom
Torres Vedras	● Medíocre	Sem dados	- (1)	● Bom	● Bom	● Medíocre
Caldas da Rainha-Nazaré	● Medíocre	● Bom	- (1)	● Bom	● Bom	● Medíocre

(1) – Não aplicável

(2) - Para esta massa de água 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 massas de águas superficiais associadas 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 massas de água superficiais interessadas, não permitindo desta forma a classificação de estado medíocre.

Apresenta-se de seguida a classificação do estado das massas de água obtida no estado químico.

Quadro 2.153 – Avaliação do estado químico das MA subterrâneas.

Estado Químico	MA Subterrâneas	
	N.º	%
Bom	4	50,0
Medíocre	4	50,0

#### 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 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 massa de água 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  $\alpha$ , 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  $\alpha$  de 0,05, a probabilidade de vir a considerar pelo menos uma massa de água 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 massas de água 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  $\alpha$ ;
- alteração do teste estatístico.

Destas hipóteses, antevê-se como possível apenas a alteração do valor de  $\alpha$ , 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 EAFP não ultrapasse 0,1 (USEPA, 2009), o que nos pressupostos anteriores obrigaria a que o valor de  $\alpha$  tivesse que ser muito baixo, limitando muito a potência do teste.



Mapa 70 – Tendências crescentes e significativas de poluentes nas águas subterrâneas.



Mapa 71 – Excedência de nitratos nas águas subterrâneas.



Mapa 72 – Excedência de pesticidas nas águas subterrâneas.



Mapa 73 – Excedência de outros poluentes nas águas subterrâneas.

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 massa de água;
- 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 massa de água. 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.

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 2.154. 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 massas de água.

Quadro 2.154 – Análise de tendências das massas de água subterrâneas.

Massa de água	As	NH4+	Cd	Pb	Cl-	Condutividade Eléctrica	Hg	NO3-	pH	SO42-	TCE	PCE	Pest. Total
Orla Ocidental Indiferenciado das Bacias das Ribeiras do Oeste	•	•	↑ (0,0013)	•	•	•	-	•	•	•	-	-	-
Maceira	-	-	-	-	•	•	-	•	•	•	-	-	-
Alpedriz	-	-	-	-	•	•	-	•	↓ (0,0466)	•	-	-	-
Maciço Calcário Estremenho	-	•	•	•	•	↓ (0,0002)	-	•	•	↓ (0,0014)	-	-	-
Paço	-	•	-	-	•	•	-	↑ (0,0003)	•	•	-	-	-
Cesareda	-	-	-	-	•	•	-	-	•	•	-	-	-
Torres Vedras	-	-	•	↓ (0,0067)	•	•	-	↑ (0,002)	•	•	-	-	-
Caldas da Rainha-Nazaré	-	•	-	-	↑ (3x10-4)	↑ (4x10-7)	-	↑ (0,023)	•	↑ (0,0048)	-	-	-

↓: tendência estatisticamente significativa de descida ( $\alpha=0,05$ ) – entre parênteses é indicado o valor de  $p$ ;

↑: tendência estatisticamente significativa de subida ( $\alpha=0,05$ );

•: sem tendência estatisticamente significativa de subida ou descida ( $\alpha=0,05$ );

-: dados insuficientes para realizar o teste.

Segundo a análise efectuada, existem 4 MA com tendência crescente significativa na concentração de poluentes, não tendo sido verificada qualquer tendência em três MA.

Do conjunto de MA onde se verificou existir tendência crescente na concentração de poluentes, apenas numa foram identificadas concentrações superior a 75% da NQA, mais concretamente na MA de Caldas da Rainha – Nazaré para os cloretos e sulfatos.

#### 4.2.2.4. Síntese

A avaliação do estado efectuada permitiu classificar 4 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 2.155 – Síntese da avaliação do estado das MA subterrâneas nas bacias hidrográficas das ribeiras do Oeste.

Massa de água	Estado Quantitativo	Estado Químico	Estado Global
Orla Ocidental Indiferenciado das Bacias das Ribeiras do Oeste	● Bom	● Bom	● Bom
Maceira	● Bom	● Bom	● Bom
Alpedriz	● Bom	● Medíocre	● Medíocre
Maciço Calcário Estremenho	● Bom	● Bom	● Bom
Paço	● Bom	● Medíocre	● Medíocre
Cesareda	● Bom	● Bom	● Bom
Torres Vedras	● Bom	● Medíocre	● Medíocre
Caldas da Rainha-Nazaré	● Bom	● Medíocre	● Medíocre

### 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 2.156.

Quadro 2.156 – Síntese da avaliação da conformidade das zonas protegidas das bacias hidrográficas das ribeiras do Oeste.

Zonas protegidas	Legislação aplicável	Avaliação da conformidade		
		Classificação	N.º de zonas protegidas	% do total
Zonas designadas para a captação de água superficial para consumo humano <sup>1</sup>	As normas de qualidade para as águas superficiais são fixadas pelo Decreto-Lei n.º 236/98, de 1 de Agosto.	A1 <sup>2</sup>	0	0%
		A2 <sup>2</sup>	1	≈ 33%
		A3 <sup>2</sup>	0	0%
		Superior a A3 <sup>2</sup>	1	≈ 33%
		Sem classificação	1	≈ 33%
Zonas balneares <sup>3</sup>	As normas de qualidade são fixadas pelo Decreto-Lei n.º 135/2009, de 3 de Junho. Zonas balneares costeiras	Excelente	56	100%
		20 Galardoadas com Bandeira Azul		
		Boa	0	0%
		Aceitável	0	0%

<sup>1</sup>A classificação apresentada é referente a 2010. <sup>2</sup>As 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 afinção e desinfecção. Salienta-se, que apesar de não estarem aprovados os perímetros de protecção das captações de água superficiais destinadas ao abastecimento público, apresenta-se a classificação da qualidade da água das 3 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%.



Mapa 74 – Estado das zonas protegidas associadas às águas superficiais.



Mapa 75 – Estado das zonas protegidas associadas às águas subterrâneas.

## 5. DIAGNÓSTICO

O diagnóstico apresentado consiste numa abordagem objectiva da situação actual, procurando identificar os problemas mais relevantes da área das bacias hidrográficas das ribeiras do Oeste, bem como de cada bacia e MA subterrânea.

O diagnóstico das bacias hidrográficas está orientado no sentido de promover a articulação com os pontos subsequentes, tendo sido organizado em sete áreas temáticas, designadamente:

- Quadro institucional e normativo;
- Quantidade de água;
- Gestão de riscos e valorização do domínio hídrico;
- Qualidade da água;
- Monitorização, investigação e conhecimento;
- Comunicação e governança;
- Quadro económico e financeiro.

Optou-se por uma análise de indicadores (organizados numa óptica DPSIR<sup>16</sup>), que proporcionou uma visão integrada e abrangente sobre a realidade das bacias hidrográficas<sup>17</sup>.

Complementarmente identificaram-se as questões consideradas relevantes nas bacias hidrográficas das ribeiras do Oeste, onde se incluem as QSiGA identificadas, em 2009, nos trabalhos preparatórios de elaboração do PBH Ribeiras do Oeste desenvolvidos pelo INAG, em articulação com a ARH Tejo, e sujeitas a participação pública (Quadro 2.158 a 2.164).

No diagnóstico por bacia e por MA subterrânea foi desenvolvida uma ficha de diagnóstico na qual se resumem as principais características de cada bacia hidrográfica e da MA subterrânea, bem como os seus principais problemas.



Fichas de diagnóstico por bacia e por massa de água subterrânea

Salienta-se que a informação utilizada na caracterização das bacias hidrográficas, 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 2.157. 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 PBH Ribeiras do Oeste, das quais se destacam: 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.

<sup>16</sup> Driving Forces, Pressure, State, Impact, Response (Forças motrizes, Pressões, Estado, Impactes e Respostas).

<sup>17</sup> 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 2.157 – Síntese do estado de cumprimento das disposições legais.

Assunto	Diplomas		Estado do Cumprimento			O que falta para cumprimento total	
	Comunitários	Transposição	Sim	Não	Parcial	<sup>1</sup> (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
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

Assunto	Diplomas		Estado do Cumprimento			O que falta para cumprimento total	
	Comunitários	Transposição	Sim	Não	Parcial	<sup>1</sup> (ver opções)	Ano da informação
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 Portaria n.º 702/2009 Portaria n.º 1014/2009			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	Decreto-Lei n.º 94/98 Decreto-Lei n.º 341/98 Decreto-Lei n.º 22/2005 Decreto-Lei n.º 173/2005			X	MNE	2010
	Directiva 2004/95 Directiva 2004/115 Directiva 2005/37 Directiva 2005/46	Decreto-Lei n.º 39/2009				MIM; IE	
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 selvagens	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				
Avaliação Ambiental Estratégica	Directiva 2001/42/CE	Decreto-Lei n.º 232/2007			X	TI	2011
Regime geral de Gestão de Resíduos	Directiva 91/156 Directiva 91/689 Directiva 2006/12	Decreto-Lei n.º 178/2006			X	IE; MNE	

<sup>1</sup> Nota: 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 2.158 – Diagnóstico para Área Temática 1 – Quadro institucional e normativo.

Área temática 1 – Quadro institucional e normativo	
Indicadores de forças motrizes	Questões relevantes
<b>Indicadores de pressão</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>● <b>Licenciamento.</b> 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.</li> <li>● <b>Medição e auto-controlo.</b> 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.</li> <li>● <b>Fiscalização.</b> 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.</li> <li>● <b>Diplomas legais.</b> 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.</li> <li>● <b>Gestão dos recursos hídricos por bacias.</b> A criação das ARH constituiu um marco relevante na adopção de uma gestão por bacia, incrementando a aproximação entre a administração e utilizadores.</li> <li>● <b>Entidades responsáveis pelos serviços de água.</b> 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.</li> </ul>
<b>Indicadores de estado</b>	
<b>Indicadores de impacto</b>	
<b>Indicadores de resposta</b>	
Directivas comunitárias sem transposição: <b>17%</b>	
Diplomas legais nacionais em incumprimento: <b>44%</b>	
Cumprimento do Decreto-Lei n.º 382/99, de 22 de Setembro: <b>25%</b>	
Eficiência da actividade de fiscalização: <b>82%</b>	
Títulos de Utilização dos Recursos Hídricos emitidos em 2009: <b>≈2 993</b>	
Fiscalização de TURH em 2009: <b>12,5%</b>	

Quadro 2.159 – Diagnóstico para Área Temática 2 – Quantidade de água.

Área temática 2 – Quantidade de água	
Indicadores de forças motrizes	Questões relevantes
Densidade populacional: <b>185 hab/km<sup>2</sup></b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>● <b>Escassez de água.</b> Na generalidade, os recursos hídricos subterrâneos são suficientes para satisfazer os consumos actuais com origem subterrânea, tendo-se verificado que apenas a MA Caldas da Rainha-Nazaré 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 bacia Ribeira de São Domingos. No entanto, a variabilidade sazonal conduz a algumas situações de défice hídrico no semestre seco, nomeadamente, nas bacias Ribeira de São Domingos, Rio Alcobaça e Rio Sizandro. Estas situações de carência poderão vir a ser minimizados através do reforço em infra-estruturas de armazenamento.</li> <li>● <b>Uso eficiente da água.</b> 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.</li> <li>● <b>Capacidade de armazenamento.</b> A capacidade de armazenamento existente nas bacias hidrográficas das ribeiras do Oeste condiciona a disponibilização de recursos em períodos de acentuada escassez para algumas bacias, nomeadamente naquelas que se verifica aumento das necessidades no período Primavera-Verão</li> <li>● <b>Evolução dos níveis piezométricos.</b> A avaliação das tendências de evolução dos níveis piezométricos ao longo do tempo evidenciou algumas situações de descida em quatro MA subterrâneas, designadamente Orla Ocidental Indiferenciado das Bacias das Ribeiras do Oeste, Alpedriz, Torres Vedras e Caldas da Rainha-Nazaré. 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.</li> <li>● <b>Consumo de água.</b> Na generalidade, os recursos hídricos subterrâneos são suficientes para satisfazer os consumos actuais, tendo-se verificado que apenas a MA Caldas da Rainha-Nazaré apresenta uma taxa de exploração que ultrapassa 50% do seu valor de recarga.</li> </ul>
Precipitação em ano médio: <b>823 mm</b>	
Temperatura: <b>15,4°C</b>	
Altura de escoamento média: <b>195 mm</b>	
Escoamento médio anual em regime natural: <b>471 hm<sup>3</sup>/ano</b>	
<b>Indicadores de pressão</b>	
Captações de água superficiais: <b>13</b>	
Captações de água subterrânea: <b>2 886</b>	
Volume anual de água superficial captado para abastecimento urbano: <b>1,80 hm<sup>3</sup>/ano</b>	
Volume anual de água superficial captado para agricultura: <b>1,82 hm<sup>3</sup>/ano</b>	
Volume anual de água superficial captado para indústria: <b>0,04 hm<sup>3</sup>/ano</b>	
Volume anual de água superficial captado para outros usos consumptivos: <b>0,03 hm<sup>3</sup>/ano</b>	
Volume anual de água subterrânea captado para abastecimento: <b>19,38 hm<sup>3</sup>/ano</b>	
Volume anual de água subterrânea captado para agricultura: <b>11,9 hm<sup>3</sup>/ano</b>	
Volume anual de água subterrânea captado para pecuária: <b>1,2 hm<sup>3</sup>/ano</b>	
Volume anual de água subterrânea captado para indústria: <b>4,9 hm<sup>3</sup>/ano</b>	
Volume anual de água subterrânea captado para outros usos: <b>13,0 hm<sup>3</sup>/ano</b>	
Necessidades de água anuais do sector urbano: <b>43 630 dam<sup>3</sup>/ano</b>	
Necessidades de água anuais do sector agrícola: <b>57 936 dam<sup>3</sup>/ano</b>	
Necessidades de água anuais do sector industrial: <b>9 712 dam<sup>3</sup>/ano</b>	
Necessidades de água anuais do sector pecuário: <b>1 618 dam<sup>3</sup>/ano</b>	
Necessidades de água anuais do sector do golfe: <b>1 066 dam<sup>3</sup>/ano</b>	
Perdas de água nos sistemas de abastecimento público: <b>40%</b>	
Superfície agrícola regada: <b>8%</b>	
Superfície agrícola irrigável: <b>9%</b>	
<b>Indicadores de estado</b>	
Capacidade de armazenamento útil em albufeiras: <b>14 hm<sup>3</sup></b>	
MA subterrânea com tendência de descida dos níveis piezométricos: <b>50%</b>	
MA subterrânea com extracções superiores a 90% da recarga: <b>0%</b>	

Área temática 2 – Quantidade de água	
<b>Indicadores de impacto</b>	
Taxa de utilização global dos recursos hídricos superficiais: <b>3,8%</b>	
MA subterrâneas com estado quantitativo medíocre: <b>0%</b>	
<b>Indicadores de resposta</b>	
Nível de atendimento do abastecimento público de água: <b>98%</b>	
Preço médio da água: <b>1,23 €/m<sup>3</sup></b>	
Captações de água para abastecimento público com perímetro de protecção publicado em Diário da República: <b>72 (todas subterrâneas)</b>	

Quadro 2.160 – 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: <b>185 hab/km<sup>2</sup></b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>● <b>Alterações climáticas.</b> 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 conseqüente descida dos níveis piezométricos, principalmente nos aquíferos livres, mais expostos à recarga directa.</li> </ul>
Área de regadio em 1999: <b>18 235 ha</b>	
Ecosistemas aquáticos dependentes das águas subterrâneas: <b>67</b>	
Ecosistemas terrestres dependentes das águas subterrâneas: <b>2</b>	
Indicadores de pressão	<ul style="list-style-type: none"> <li>● <b>Inundações.</b> As bacias hidrográficas das ribeiras do Oeste apresentam zonas com elevada susceptibilidade à ocorrência de cheias progressivas, cheias rápidas e inundações, com avultados danos materiais. De acordo com a informação disponível, as zonas que estão sujeitas a maiores riscos de cheia são os aglomerados populacionais de Torres Vedras, Lourinhã e Alcobaça.</li> <li>● <b>Secas.</b> 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 conseqüências 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.</li> <li>● <b>Zonas costeiras.</b> A faixa costeira das bacias hidrográficas das ribeiras do Oeste, apresenta ainda, locais de paisagem natural e manutenção dos valores biofísicos naturais. No entanto, nas situações em que está associada a erosão da costa e ocupação humana desregada, a evolução da faixa costeira tem conduzido a algumas situações de risco e perigosidade, o que tem justificado intervenções de protecção e defesa costeira. Um dos principais factores para a degradação da zona costeira é a crescente procura das zonas litorais assente em modelos de ocupação incompatíveis com a preservação dos valores e com a sensibilidade ambiental destas zonas. Os exemplos mais significativos destas situações são: a zona da Consolação (Peniche), Porto das Barcas (Lourinhã), Porto Novo (Torres Vedras) e Ericeira (Mafra).</li> <li>● <b>Risco de poluição accidental.</b> O risco de poluição ambiental é, na generalidade das MA, baixo. As bacias com MA que apresentam riscos mais elevados são: Rio Sizandro, Rio Arnóia e Rio Alcabrichel. <b>Regime de caudais ambientais.</b> Em conseqüência dos usos da água e da alteração dos usos do solo registam-se alterações ao regime de caudais naturais.</li> <li>● <b>Ecossistemas.</b> A qualidade dos ecossistemas <b>revela-se razoável, verificando-se</b> a existência de 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 conseqüente diminuição da biodiversidade, afecta a estrutura e o funcionamento dos mesmos, afastando-os das condições desejáveis referidas na DQA.</li> <li>● <b>Ecossistemas aquáticos e terrestres dependentes das águas subterrâneas (EDAS e ETDAS).</b> Foram identificados EDAS em todas as MA subterrâneas localizadas nas bacias hidrográficas das ribeiras do Oeste, com excepção das MA Orla Ocidental Indiferenciado das Bacias das Ribeiras do Oeste e Maceira. No que respeita aos ETDAS, foram identificados dois charcos temporários mediterrânicos nas bacias hidrográficas das ribeiras do Oeste. 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.</li> </ul>
Grandes barragens: <b>4</b>	
Aproveitamentos hidráulicos com mais de 1 hm <sup>3</sup> e IR superior a 0,8: <b>1</b>	
Aproveitamentos hidráulicos com menos de 2 km entre si: <b>0</b>	
Barragens na classe I do RSB: <b>1</b>	
Barragens na classe II do RSB: <b>0</b>	
Barragens na classe III do RSB: <b>0</b>	
Pontos críticos de cheia: <b>4</b>	
Indicadores de estado	
Indicadores de impacto	
Bacias com MA com risco de perda de solo moderado ou superior: <b>0</b>	
Duração média das secas (1949-1999): <b>20 meses</b>	
Indicadores de resposta	

Quadro 2.161 – Diagnóstico para Área Temática 4 – Qualidade da água.

Área temática 4 – Qualidade da água	
Indicadores de forças motrizes	Questões relevantes
Densidade populacional: <b>185 hab/km<sup>2</sup></b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• <b>Águas enriquecidas por nitratos e fósforo.</b> Em alguns locais, em especial nas bacias Ribeira de São Domingos, Ribeiras Costeiras do Oeste, Rio Alcabrichel, Rio Lisando, Rio Sizandro e Rio tornada, 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.</li> <li>• <b>Eutrofização (nitratos, fósforo, compostos de fósforo, clorofila a, ocorrência de blooms algais).</b> 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 está designada uma zona sensível em termos de eutrofização, a Lagoa de Óbidos, na bacia Rio Lisandro.</li> <li>• <b>Poluição com substâncias perigosas e com substâncias prioritárias nas águas superficiais.</b> De entre as fontes potencialmente emissoras de substâncias prioritárias e outras substâncias perigosas destacam-se alguns sectores industriais, estações de tratamento de águas residuais urbanas, aterros e minas abandonadas. No entanto, os dados disponíveis não indiciam problemas de poluição por substâncias prioritárias e outras substâncias perigosas.</li> <li>• <b>Poluição microbiológica.</b> Verificam-se alguns problemas de contaminação microbiológica dos recursos hídricos, essencialmente devido a contaminação de origem fecal e agrícola. Evidencia-se a zona sensível da Lagoa de Óbidos, a qual apresenta incumprimento ao nível da <i>Escherichia coli</i>.</li> <li>• <b>Poluição orgânica.</b> Verificam-se problemas de contaminação orgânica em todas as bacias hidrográficas das ribeiras do Oeste, associados, essencialmente, à inexistência ou ineficiência dos sistemas de tratamento de águas residuais urbanas, bem como à ausência de sistemas de tratamento apropriados de águas residuais provenientes da actividade agro-pecuária.</li> <li>• <b>Poluição com nitratos.</b> Existem três MA subterrâneas em que se verificam concentrações de nitratos superiores à NQA, designadamente Orla Ocidental Indiferenciado das Bacias das Ribeiras do Oeste, Paço e Caldas da Rainha-Nazaré. Este parâmetro é o responsável pelo estado medíocre das duas últimas MA referidas, encontrando-se esta poluição associada a fontes antropogénicas, nomeadamente com origem no sector agrícola, agro-pecuário e urbano.</li> <li>• <b>Poluição com pesticidas.</b> Verifica-se que em quatro MA subterrâneas foram registadas concentrações de pesticidas superiores à NQA, designadamente Orla Ocidental Indiferenciado das Bacias das Ribeiras do Oeste, Maciço Calcário Estremenho, Torres Vedras e Caldas da Rainha-Nazaré. Esta poluição está associada essencialmente a fontes antropogénicas com origem no sector agrícola.</li> <li>• <b>Poluição com substâncias perigosas nas águas subterrâneas.</b> Os dados disponíveis indiciam alguns problemas de poluição por substâncias perigosas, cuja origem está principalmente relacionada com a existência de lixeiras encerradas, nomeadamente na MA subterrânea Torres Vedras e Maciço Calcário Estremenho.</li> <li>• <b>Situações que podem afectar o estado das MA subterrâneas.</b> De acordo com a inventariação de pressões efectuada, foram identificadas situações que podem afectar o estado da MA Maciço Calcário Estremenho, designadamente a existência de pedreiras e lixeiras encerradas.</li> </ul>
Instalações PCIP: <b>≈ 72</b>	
Efectivos animais: <b>428 910 suínos e 32 529 bovinos</b>	
<b>Indicadores de pressão</b>	
Carga poluente orgânica em CBO <sub>5</sub> de origem tónica nas MA superficiais: <b>11 988 t/ano</b>	
Carga poluente orgânica em CQO de origem tónica nas MA superficiais: <b>24 770 t/ano</b>	
Carga poluente em N <sub>Total</sub> de origem tónica nas MA superficiais: <b>3 647 t/ano</b>	
Carga poluente em P <sub>Total</sub> de origem tónica nas MA superficiais: <b>1 316 t/ano</b>	
Carga poluente orgânica em N <sub>Total</sub> de origem difusa nas MA superficiais: <b>679 t/ano</b>	
Carga poluente orgânica em P <sub>Total</sub> de origem difusa nas MA superficiais: <b>99 t/ano</b>	
Carga poluente orgânica em CQO de origem tónica nas MA subterrâneas: <b>63 783 kg/ano</b>	
Carga poluente orgânica em CBO <sub>5</sub> de origem tónica nas MA subterrâneas: <b>31 762 kg/ano</b>	
Carga poluente total de N <sub>Total</sub> de origem tónica nas MA subterrâneas: <b>1 089 kg/ano</b>	
Carga poluente total de P <sub>Total</sub> de origem tónica nas MA subterrâneas: <b>2 417 kg/ano</b>	
Carga poluente total de N <sub>Total</sub> de origem difusa nas MA subterrâneas: <b>1 692 t/ano</b>	
Empresas que reportaram PRTR <sup>18</sup> para a água: <b>6</b>	
Pontos de descarga directa de águas residuais urbanas: <b>43%</b>	
<b>Indicadores de estado</b>	
Incumprimento ao nível dos parâmetros físico-químicos gerais nas MA superficiais com estado inferior a bom: <b>90%</b>	
Incumprimento ao nível dos parâmetros biológicos nas MA superficiais com estado inferior a bom: <b>95%</b>	
Incumprimento ao nível das SP+OP nas MA superficiais com estado inferior a bom: <b>0%</b>	

<sup>18</sup> European Pollutant Release and Transfer Register

#### Área temática 4 – Qualidade da água

MA subterrânea com incumprimento ao nível dos nitratos: <b>37,5%</b>
MA subterrânea com incumprimento ao nível dos pesticidas: <b>50%</b>
MA subterrânea com incumprimento ao nível de outros poluentes: <b>87,5%</b>
MA subterrânea com tendências crescentes significativas e persistentes na concentração de poluentes: <b>50%</b>
MA subterrânea em que a concentração de poluentes atinge 75% do LQ ou NQA: <b>1 (O33 – CL<sup>-</sup> e SO<sub>4</sub><sup>2-</sup>)</b>
Águas balneares com classificação de excelente em 2010: <b>100%</b>
Instalações com Licença Ambiental: <b>48</b>
<b>Indicadores de impacto</b>
MA superficiais com estado inferior a bom: <b>55%</b>
MA subterrânea com estado químico medíocre: <b>50%</b>
<b>Indicadores de resposta</b>
População servida por sistemas de tratamento de águas residuais: <b>79%</b>
Zonas vulneráveis: <b>0</b>
Zonas sensíveis: <b>1</b>
Zonas designadas para a captação de água subterrânea destinada ao consumo humano: <b>7</b>
Captações de água para abastecimento público com perímetro de protecção publicado em Diário da República: <b>72 (todas subterrâneas)</b>

Quadro 2.162 – Diagnóstico para Área Temática 5 – Monitorização, investigação e conhecimento.

Área temática 5 – Monitorização, investigação e conhecimento	
Indicadores de forças motrizes	Questões relevantes
<b>Indicadores de pressão</b>	
<b>Indicadores de estado</b>	
MA superficiais monitorizadas: <b>49%</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>● <b>Rede de monitorização.</b> A representatividade e a adequabilidade da rede de monitorização do estado das MA superficiais serão avaliadas no final do ciclo de monitorização, 2010-2012. Saliencia-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 bacias.</li> <li>● <b>Redes de monitorização do estado quantitativo e químico.</b> 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.</li> <li>● <b>Rede de monitorização das zonas protegidas.</b> No que respeita à rede de monitorização das zonas designadas para a protecção de água destinada ao consumo humano, Directiva Habitats e Directiva Aves, e atendendo que existem zonas protegidas que não se encontram actualmente a ser monitorizadas, a optimização desta rede constitui uma medida a implementar.</li> <li>● <b>Informação.</b> 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 ETDAS, 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.</li> <li>● <b>Consolidação de informação.</b> 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.</li> <li>● <b>Esforço em I&amp;D.</b> A I&amp;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 que permitam a inversão de tendências crescentes significativas e persistentes na concentração de poluentes e o cumprimento dos objectivos propostos.</li> </ul>
Estações de monitorização de vigilância das MA superficiais: <b>8</b>	
Estações de monitorização operacional das MA superficiais: <b>17</b>	
Estações de monitorização operacional de substâncias perigosas das MA superficiais: <b>5</b>	
Estações de monitorização de zonas protegidas associadas a MA superficiais: <b>62</b>	
Estações de monitorização de investigação das MA superficiais: <b>0 (não estabelecida)</b>	
Estações de monitorização do estado quantitativo das MA subterrâneas: <b>36</b>	
Estações de monitorização de vigilância do estado químico das MA subterrâneas: <b>34</b>	
Estações de monitorização das zonas designadas para a captação de água subterrânea destinada ao consumo humano: <b>7</b>	
Estações activas da rede hidrométrica (2010): <b>8</b>	
Estações activas da rede climatológica (2010): <b>20</b>	
Estações activas da rede sedimentológica (2010): <b>0</b>	
<b>Indicadores de impacto</b>	
<b>Indicadores de resposta</b>	
Técnicos da ARH Tejo: <b>47%</b>	
Esforço em I&D na área dos recursos hídricos: <b>≈ 2 M€</b>	

Quadro 2.163 – 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"> <li>● <b>Disponibilização de informação aos cidadãos.</b> 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.</li> <li>● <b>Esforço em I&amp;D.</b> A I&amp;D afigura-se como uma componente essencial, sendo que o investimento realizado pela ARH Tejo pode considerar-se relevante nesta matéria.</li> <li>● <b>Envolvimento de interessados.</b> 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.</li> </ul>
Indicadores de estado	
Indicadores de impacto	
Indicadores de resposta	
Eventos participativos promovidos pela ARH Tejo: <b>7</b>	
Sessões de participação pública na fase preparatória do PBH Ribeiras do Oeste: <b>1</b>	
Publicações da INFOTEJO: <b>10</b>	
Reuniões do Conselho da Região Hidrográfica em 2010: <b>3</b>	
Reuniões do Conselho Nacional da Água em 2010: <b>3</b>	
Protocolos e parcerias estabelecidas: <b>16</b>	

Quadro 2.164 – Diagnóstico para Área Temática 7 – Quadro económico e financeiro.

Área temática 7 – Quadro económico e financeiro	
Indicadores de forças motrizes	Questões relevantes
<b>Indicadores de pressão</b>	
<b>Indicadores de estado</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>● <b>Licenciamento.</b> 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.</li> <li>● <b>Medição e auto-controlo.</b> 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.</li> <li>● <b>Fiscalização.</b> 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.</li> <li>● <b>Nível de recuperação de custos.</b> 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.</li> <li>● <b>Acessibilidade.</b> 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 nas bacias hidrográficas a situação contrária com os encargos a representarem um peso inferior a 1% dos rendimentos médios das famílias.</li> <li>● <b>Encargos para os utilizadores.</b> 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 servirá também para promover os princípios da DQA, nomeadamente, a utilização eficiente do recurso.</li> <li>● <b>Repartição da TRH.</b> 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.</li> </ul>
VAB por m <sup>3</sup> de água consumido no sector agrícola: <b>1,5 €/m<sup>3</sup></b>	
VAB por m <sup>3</sup> de água consumido no sector de produção animal: <b>75 €/m<sup>3</sup></b>	
VAB por m <sup>3</sup> de água consumido no sector da indústria transformadora: <b>70 €/m<sup>3</sup></b>	
VAB por m <sup>3</sup> de água consumido no sector do alojamento turístico: <b>96 €/m<sup>3</sup></b>	
VAB por m <sup>3</sup> de água consumido no sector do golfe: <b>10 €/m<sup>3</sup></b>	
<b>Indicadores de impacto</b>	
Acessibilidade económica média aos serviços da água: <b>1,21%</b>	
Acessibilidade económica média aos serviços de abastecimento de água: <b>0,81%</b>	
Acessibilidade económica média aos serviços de saneamento de águas residuais: <b>0,41%</b>	
<b>Indicadores de resposta</b>	
Preço da água: <b>1,23 €/m<sup>3</sup></b>	
Investimento em recursos hídricos: <b>≈ 63 M€</b>	
Nível de recuperação de custos total dos serviços urbanos de abastecimento de água e de saneamento de águas residuais: <b>74%</b>	
Nível de recuperação de custos total dos serviços urbanos de abastecimento de água: <b>94%</b>	
Nível de recuperação de custos total dos serviços urbanos de saneamento de águas residuais: <b>45%</b>	
Proveitos anuais da TRH: <b>≈ 1 M€</b>	
TRH por liquidar: <b>7%</b>	
Entidades /utilizadores sujeitos a TRH: <b>≈ 1 400</b>	
Incumprimento no pagamento da TRH: <b>22%</b>	
Encargo dos utilizadores no sector doméstico com os serviços de abastecimento de água: <b>127 €/120 m<sup>3</sup></b>	
Encargo dos utilizadores no sector não-doméstico com os serviços de abastecimento de água: <b>215 €/120 m<sup>3</sup></b>	
Encargo dos utilizadores no sector doméstico com os serviços de drenagem e tratamento de águas residuais: <b>65 €/120 m<sup>3</sup></b>	
Encargo dos utilizadores no sector não-doméstico com os serviços de drenagem e tratamento de águas residuais: <b>112 €/120 m<sup>3</sup></b>	

## BIBLIOGRAFIA

### PARTE 2 – CARACTERIZAÇÃO E DIAGNÓSTICO

#### 1. CARACTERÍSTICAS GERAIS DAS BACIAS HIDROGRÁFICAS

##### 1.1. TERRITORIAL E INSTITUCIONAL

###### REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ARH Tejo, I.P. (2010). Informação georreferenciada respeitante aos limites geográficos e administrativos, provenientes do Instituto Geográfico Português.

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.

Despacho n.º 18313/2009, de 7 de Agosto de 2009. Diário da República, 2.ª série. Ministro do Ambiente, do Ordenamento do Território e do Desenvolvimento Regional. Lisboa.

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.

INAG, 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.

INE. (2001). Recenseamento Geral da População e Habitação, Base Geográfica de Referenciação da Informação (BGRI). Instituto Nacional de Estatística, I.P.

INE. (2008). *Anuários Estatísticos Regionais, 2008*. Instituto Nacional de Estatística, I.P.

Lei n.º 54/2005, de 15 de Novembro. *Diário da República* n.º 219. Série I.

Portaria n.º 1284/2009, de 19 de Outubro. Diário da República, 1.ª série — N.º 202. Ministro da Defesa Nacional.

###### BIBLIOGRAFIA CONSULTADA

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.

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.

##### 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.

Thorntwaite, C.W. (1948). *An approach towards a rational classification of climate*. Geographical Review, London, v.38, pp.55-94.

Thorntwaite, 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

INAG. I.P. (2003). *Caudais Ecológicos em Portugal*. Direcção de Serviços do Planeamento. Instituto da Água, I. P. Lisboa.

#### 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.

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.; Pólvora, D. (2010). *Plano estratégico de Cascais face às alterações climáticas*. Sector Zonas Costeiras. Câmara Municipal de Cascais.

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.

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. (1995). *Dinâmica Cársica e Implicações Ambientais nas Depressões de Alvados e Minde*. Ph.D. Thesis. Centro de Geologia da Universidade de Lisboa.
- 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.
- Crispim, J. A. (1986). *Traçagens com Uranina em Minde*. 2º Congresso Nacional de Geologia, Maleo, 2 (13), pp. 16-17. 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.
- 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. (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.
- 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 23<sup>rd</sup> International Conference of Coastal Engineering. ASCE. pp. 2745-2757.
- 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.

Pinto, C., Taborda, R. & Andrade, C. (2007) – *Evolução recente da linha de costa no troço Cova do Vapor – S. J. da Caparica*. 5<sup>as</sup> 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.

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.

Feio, M., Daveau, S., Ferreira, A.B., Ferreira, D.B., Martins, A., Pereira, A, Ribeiro, A. (2004) – O relevo de Portugal Continental, Grandes unidades regionais. Publicações da Associação Portuguesa de Geomorfólogos – Volume III. Coimbra, 2004. 153pp.

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

### BIBLIOGRAFIA CONSULTADA

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

DGEG. (2010). *Energia Eléctrica – Estatísticas. Produção/Consumos*. Direcção Geral da Energia e Geologia. Acedido em 25 de Novembro de 2010, em: [www.dgge.pt](http://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](http://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](http://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](http://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 Referência 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 Agrícolas 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](http://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%oGolfePortugal.pdf](http://www.turismodeportugal.pt/Portugu%C3%AAs/AreasActividade/ProdutoseDestinos/Documents/Doc2_Caracterizac%oGolfePortugal.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](http://www.apdr.pt/siteRPER/numeros/RPER07/art_5.pdf)

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>

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. 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.
- INE. (2010). *Estatísticas Agrícolas 2009*. Instituto Nacional de Estatística, I.P.
- INE. (2010). *Estatísticas dos Transportes 2009*. Instituto Nacional de Estatística, I.P.
- LNEC. (2005). Plano Específico de Gestão de Extração 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 en Turismo Hotelaría 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](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](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. Sítio 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

Decreto-Lei n.º 381/2007, de 14 de Novembro. *Diário da República n.º 219 – I Série*. Presidência do Conselho de Ministros. Lisboa.

Decreto-Lei n.º 209/2008, de 29 de Outubro. *Diário da República n.º 210 – I Série*. Presidência do Conselho de Ministros. Lisboa.

Decreto-Lei n.º 214/2008, de 10 de Novembro. *Diário da República n.º 218 – I Série*. Ministério da Agricultura, do Desenvolvimento Rural e das Pescas. Lisboa.

Despacho n.º 2434/2009, de 19 de Janeiro. *Diário da República n.º 12 – II Série*. Ministério do Ambiente, do Ordenamento do Território e do Desenvolvimento Regional. 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.

MTSS. (2009). Estatísticas do Ministério do Trabalho e Segurança Social. Gabinete de Estratégia e Planeamento, Ministério do Trabalho e Segurança Social.

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.

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>

INAG. (2001a). *Plano de Bacia Hidrográfica do Rio Tejo*. 1.<sup>a</sup> 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>

OCDE. (2004). Política Ambiental da OCDE: Avaliação da Progressão em 2004.

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

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.

Turismo de Portugal. (2010). Informação georeferenciada relativa às Termas de Portugal. Associação das Termas de Portugal. Informação disponibilizada por e-mail.

## **BIBLIOGRAFIA CONSULTADA**

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.

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>

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. (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.

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. (1999). *Plano de Bacia Hidrográfica do Rio Tejo*. 1.<sup>a</sup> 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.<sup>a</sup> 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.

INAG. (2001a). *Plano de Bacia Hidrográfica do Rio Tejo*. 1.<sup>a</sup> 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.

## 1.8. ABASTECIMENTO E TRATAMENTO

### REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ARH Tejo, I.P. (2010). Informação georeferenciada relativo ao abastecimento e tratamento de água.

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). *Relatório Anual do Sector de Águas e Resíduos em Portugal: RASARP 2009*. Entidade Reguladora de Águas e Resíduos. Lisboa. <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.

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 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 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.

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>

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.; Tabora, R.; Marques, F.; Freitas, M. C.; Rodrigues, R.; Antunes, C.; Pólvara, 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.

APA (2010). *Revisão da Directiva Seveso II*. Acedido em: <http://www.apambiente.pt>

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.

Cardoso, J.V.J.C. (1965). Os Solos de Portugal - sua classificação, caracterização e génese. 1. A Sul do Rio Tejo. DGSA, Lisboa.

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

Coutinho, M.A., Tomás, P.P. (1986). *Erosividade da precipitação*. II Simpósio Luso-Brasileiro de Hidráulica e Recursos Hídricos. Lisboa.

Decreto-Lei n.º 235/83, de 31 de Maio, *Diário da República n.º 189 – I Série*. Ministério da Habitação, Obras Públicas e Transportes. 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, do Ordenamento do Território e do Desenvolvimento Regional. 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 344/2007, de 10 de Outubro. Regulamento de Segurança de Barragens (RSB).
- Dias & Portela (s.d.), *Regionalização de Caudais de Cheia em Portugal*. Instituto Superior Técnico. Lisboa.
- INAG. (2001). *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.
- 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.
- Lencastre, A. e Franco, F.M. (2006). *Lições de hidrologia*. Faculdade de Ciências e Tecnologia. Universidade Nova de Lisboa. 3.ª Edição.
- 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.
- 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, em:  
[http://www.arhalgarve.pt/site/parameters/arhalgarve/files/File/upload/R\\_H\\_Litoral/Parecer\\_da\\_Faculdade\\_de\\_Ciencias\\_da\\_Universidade\\_de\\_Lisboa.pdf](http://www.arhalgarve.pt/site/parameters/arhalgarve/files/File/upload/R_H_Litoral/Parecer_da_Faculdade_de_Ciencias_da_Universidade_de_Lisboa.pdf)
- McKee, T.B.; Doesken, N. J. e Kliest, J. (1993). *The relationship of drought frequency and duration to time scales*. In Proceedings of the 8th Conference of Applied Climatology, 17-22 Janeiro, Anaheim, CA. American Meteorological Society, Boston, MA. p. 179-184.
- 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](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 (ENAAC-RH). *Cenários Climáticos para Portugal Continental de acordo com o Projecto ENSEMBLES* (versão de trabalho). Lisboa.

Pimenta, M. (1998). Erosão Hídrica dos Solos em pequenas bacias Hidrográficas – Aplicação da Equação Universal de Degradação dos Solos. Instituto Superior Técnico. Lisboa.

Santos, M.A.B.A. (1981). *On the stochastic characterization of regional droughts*. Tese de especialista, Laboratório Nacional de Engenharia Civil, Lisboa.

Santos, M. A.; Correia, F. N. E Cunha, L. V. (1983). *Drought characterization and drought impacts in Portugal*. Memória n.º 591, Laboratório Nacional de Engenharia Civil, Lisboa.

Santos, M.J.J. (1996). *Modelo de distribuição de secas regionais*. Tese de Mestrado, Universidade Técnica de Lisboa, Instituto Superior Técnico. Lisboa.

Santos, F. D., Forbes, K. Moita, R. (editores). (2001). *Mudança Climática em Portugal. Cenários, Impactes e Medidas de Adaptação – SIAM*. Sumário Executivo e Conclusões. Gravada. 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.

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

## **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.

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.
- 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.
- Cunha, L.V., Oliveira, R., Nunes, V.B. *Impactos das alterações climáticas sobre os recursos hídricos de Portugal*. Acedido em: [http://alojamientos.us.es/ciberico/archivos\\_acrobat/sevilla3veiga.pdf](http://alojamientos.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 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.

- 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.
- 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.
- 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.
- 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.
- Loureiro, J.M. (2009). *Rio Tejo, As grandes cheias: 1800-2007*. Colecção Tágides. Administração da Região Hidrográfica do Tejo, I.P. Lisboa.
- 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 Congreso Latinoamericano de Sedimentología / VIII Reunión Argentina de Sedimentología. Mar del Plata. Argentina. pp. 133-134.
- Oliveira, R.P., Simões, J., Lopes, J.P. (2010). *Estratégia Nacional de Adaptação aos Impactos das Alterações Climáticas relacionados com os Recursos Hídricos (ENAAAC-RH). Impactos das alterações climáticas relacionadas com os recursos hídricos – Região hidrográfica do Tejo (RH5) e bacia hidrográfica 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).
- Portaria n.º 246/98, de 21 de Abril. *Diário da República n.º 93/98 – I Série – B*. Ministérios 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*. Ministérios 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*. Ministérios 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). *Modelação 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 floods. Instituto Superior Técnico. Lisboa.
- Prossistemas. (2004). *Plano de Emergência, em Situação de Cheia, do Concelho de Loures*. Câmara Municipal de Loures. Vol. 1, Tomo 1, Parte B - Anexos. Serviço Municipal de Protecção 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.
- 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.
- Sá L. *Regulamento de Segurança de Barragens e a Protecção Civil*. Comunicação. Autoridade Nacional de Protecção Civil.
- SNIRH (2010). Sistema Nacional de Informação de Recursos Hídricos (SNIRH). Instituto da Água, I.P. Acedido em: <http://snirh.pt>
- 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

- 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.
- European Commision – DG Environment (2003). *Guidance Document No. 2 Identification of Water Bodies*. Technical Support in relation to the implementation of the Water Framework Directive (2000/60/EC).
- 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, em: [http://circa.europa.eu/Public/irc/env/wfd/library?l=/framework\\_directive/guidance\\_documents/guidancesnos4sheavilysmo/EN\\_1.0\\_&a=d](http://circa.europa.eu/Public/irc/env/wfd/library?l=/framework_directive/guidance_documents/guidancesnos4sheavilysmo/EN_1.0_&a=d)
- 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.
- 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.

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. (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. [http://dqa.inag.pt/dqa2002/port/docs\\_apoio/doc\\_nac/Impl%20DQA\\_22Outubro/Crit%C3%A9rios\\_%20Classifica%C3%A7%C3%A3o\\_Rios\\_Albufeiras.pdf](http://dqa.inag.pt/dqa2002/port/docs_apoio/doc_nac/Impl%20DQA_22Outubro/Crit%C3%A9rios_%20Classifica%C3%A7%C3%A3o_Rios_Albufeiras.pdf)

Projecto MONAE (Monitoring Plan for Coastal Waters, Water Quality and Ecology (<http://www.monae.org/>))

## BIBLIOGRAFIA CONSULTADA

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](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). (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.

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. (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://portaldaaqua.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.

## 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.

Crispim, J.A. (1986) – Traçagens com Uranina em Minde. Segundo Congresso Nacional de Geologia, Maleo n.º 2 (13). Lisboa, 1986. pp 16-17.

Crispim, J.A. (1995) – Dinâmica cársica e implicações ambientais nas depressões de Alvados e Minde. Dissertação apresentada à Universidade de Lisboa para a obtenção do Grau de Doutor em Geologia, especialidade Geologia do Ambiente. Departamento de Geologia da Faculdade de Ciências da Universidade de Lisboa. Lisboa, 1995. 394 pp.

Crispim, J.A. & Lopes, L.M. (2007) – Ligação hidráulica entre o Algar da Lomba e a nascente do Regatinho (Minde, Portugal). Actas do Simpósio Ibero-americano sobre o Património Geológico, Arqueológico e Mineiro em regiões Cársicas. Batalha, 2007. P 19-22, SEDPGYM.

Crispim, J.A. (2010) – O Sistema Aquífero do Maciço Calcário Estremenho. Características e importância das traçagens para o conhecimento da circulação subterrânea. 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. 147-167.

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 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.

Espírito Santo, M.D.; Lousã, M.F.; Costa, J.C.; Diogo, M.C.; Arsénio, P.; La-Grange, P.M. (2001) - *Plano de Bacia Hidrográfica das Ribeiras do Oeste. 1ª Fase – Análise e Diagnóstico da Situação de Referência. Anexo Temático 1 – Análise Biofísica (Cap. VII, Vegetação Natural, Fauna)* - Ministério do Ambiente e do Ordenamento do Território. pp 67-130.

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.

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.

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](http://www.lwrrdc.gov.au)) - 77 pp.

INAG. (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., (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.

Paz, M.C.C., (2009) – Modelação matemática do escoamento e da poluição do Sistema Aquífero Caldas da Rainha – Nazaré, sector correspondente ao vale tifónico das Caldas da Rainha. Dissertação apresentada à Universidade Técnica de Lisboa para a obtenção do grau de Mestre em Engenharia do Ambiente. Instituto Superior Técnico. Lisboa 2009. 97 pp.

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.

Vieira da Silva, A.M., (2010) – Hidrogeologia geral do Sistema Aquífero de Torres Vedras. 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. 175-182.

#### **BIBLIOGRAFIA CONSULTADA**

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 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.

IGP. (2000). CORINE *Land Cover* 2000. Instituto Geográfico Português. Lisboa

IGP. (2006). CORINE *Land Cover* 2006. Instituto Geográfico Português. Lisboa

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.

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.

### **2.3. PRESSÕES NATURAIS E INCIDÊNCIAS ANTROPOGÉNICAS SIGNIFICATIVAS**

#### **REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS**

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.

ARH Tejo, I.P. (2010). Informação de base disponibilizada no âmbito do projecto.

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.

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 10 de Outubro. Regulamento de Segurança de Barragens (RSB).

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.

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.

INAG. (2001). *Plano de Bacia Hidrográfica do Rio Tejo*. 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&Itemid=88](http://www.inag.pt/index.php?option=com_content&view=article&id=45&Itemid=88)

INSAAR. (2009). Inventário Nacional dos Sistemas de Abastecimento de Água e de Águas Residuais. Instituto da Água, I.P. Acedido em 2010, em: <http://insaar.inag.pt>

Lei n.º 58/2005, de 29 de Dezembro. *Diário da República n.º 249/05 – I Série – A*. Assembleia da República. Lisboa

Metcal e Eddy. (1991). *Wastewater Engineering – Treatment, Disposal, Reuse*. McGraw-Hill International Editions. Em: Plano de Bacia Hidrográfica do Rio Tejo (2001).

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.

## 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.

Bochechas, J.; Santo, M. (2008). *As passagens para peixes em Portugal*. Direcção Geral dos Recursos Florestais. Ministério da Agricultura, Desenvolvimento Rural e Pescas. 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.

- 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 103/2010, de 24 de Setembro. *Diário da República n.º 187 Série I*. Ministério do Ambiente e do Ordenamento do Território. 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>
- 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.
- IGP. (2000). *CORINE Land Cover 2000*. Instituto Geográfico Português. Lisboa
- IGP. (2006). *CORINE Land Cover 2006*. Instituto Geográfico Português. Lisboa
- 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. (2002). *Plano das Bacias Hidrográficas 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.
- INETI. (2003). *PNAPRI – Guia Técnico do Sector da Produção, Transporte e Distribuição de Energia*. Instituto Nacional de Engenharia e Tecnologia Industrial. Lisboa. 73 pp.

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 afluente 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

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

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).

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.

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

ARH Tejo, I. P. (2011). Informação de base disponibilizada no âmbito do projecto.

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.

CIS WFD. (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.

David. (1976). *Carta de solos de Portugal classificado pelas suas características hidrológicas*.

Decreto-Lei n.º 235/97, de 3 de Setembro. Diário da República n.º 203/97 – I Série – A. Ministério do Ambiente, do Ordenamento do Território e do Desenvolvimento Regional. Lisboa.

Decreto-Lei n.º 236/98, de 1 de Agosto. Diário da República n.º 176/98 – I Série – A. Ministério do Ambiente, do Ordenamento do Território e do Desenvolvimento Regional. Lisboa.

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 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 166/2008, de 19 de Março. Diário da República n.º 162 Série I. Ministério do Ambiente, do Ordenamento do Território e do Desenvolvimento Regional. Lisboa.

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-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 166/2008, de 22 de Agosto. *Diário da República n.º 162 – Série I.* Ministério do Ambiente, do Ordenamento do Território e do Desenvolvimento Regional. Lisboa.

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, 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](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>

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](http://www.inag.pt/index.php?option=com_content&view=article&id=60&Itemid=72)

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

## BIBLIOGRAFIA CONSULTADA

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](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

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 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.

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 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 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-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 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.

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 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 79/923/CEE, de 30 de Outubro. *Jornal Oficial das Comunidades Europeias n.º L 281*, de 10 de Novembro de 1979.

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 98/15/CE, de 27 de Fevereiro. *Jornal Oficial das Comunidades Europeias* n.º L 135, de 07 de Março de 1998.

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. (2008a). *Poluição 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.

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 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 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.

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

### 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

Decreto-Lei n.º 103/2010, de 24 de Setembro. *Diário da República n.º 187 Série I*. Ministério do Ambiente e do Ordenamento do Território. Lisboa.

Decreto-Lei n.º 236/98, de 1 de Agosto. *Diário da República n.º 176 Série I-A*. Ministério do Ambiente. Lisboa.

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. (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.

Lei n.º 58/2005, de 29 de Dezembro. *Diário da República n.º 249/05 – I Série – A*. Assembleia da República. Lisboa

Organização Internacional de Standardização. ISO 5667 – *Water Quality*.

SNIRH (2010). Sistema Nacional de Informação de Recursos Hídricos (SNIRH). Instituto da Água, I.P. Acedido em: <http://snirh.pt>

#### 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.

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.

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, I.P. (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, I.P. (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, I.P. (2002). Documento de base para a implementação da Directiva-Quadro da Água – Versão de trabalho. Instituto da Água, I.P.
- INAG, I.P. (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, I.P. (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, I.P. (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, I.P. (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, 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.
- INAG, I.P. (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, I.P. (2010). Programas de monitorização. Instituto da Água, I.P. Acedido em:  
<http://portaldaaqua.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). Reestruturação 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.

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.

## 4. ESTADO DAS MASSAS DE ÁGUA

### 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](http://www.abae.pt/programa/BA/conf_imprensa/docs/PraiasGalardoadas_2010.pdf)

Borja, A.; Franco, J. e 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.

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.

CIS WFD. (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;

CIS WFD. (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;

Decisão da Comissão 2455/2001/CE, de 20 de Outubro do Parlamento Europeu e do Conselho *Jornal Oficial das Comunidades Europeias n.º L 331*, de 15 de Dezembro de 2001.

Decisão da Comissão 2008/915/CE, de 30 de Outubro. *Jornal Oficial das Comunidades Europeias n.º L 332/20*, de 10 de Dezembro de 2008.

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, de 30 de Março. *Diário da República n.º 64 Série I-A*. 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.

Decreto-Lei n.º 135/2009, de 3 de Junho. *Diário da República n.º 107 Série I*. Ministério do Ambiente, do Ordenamento do Território e do Desenvolvimento Regional. Lisboa.

Decreto-Lei n.º 103/2010, de 24 de Setembro. *Diário da República n.º 187 Série I*. Ministério do Ambiente e do Ordenamento do Território. Lisboa.

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 98/83/CE do Conselho, de 3 de Novembro. *Jornal Oficial das Comunidades Europeias, L330/32*. Comissão Europeia. Luxemburgo.

Directiva 2000/60/CE do Parlamento Europeu e do Conselho, de 23 de Outubro. *Jornal Oficial das Comunidades Europeias*, L327. Comissão Europeia. Luxemburgo.

Directiva 2006/118/CE do Parlamento Europeu e do Conselho, de 12 de Dezembro. *Jornal Oficial da União Europeia* n.º L 372/19, de 12 de Dezembro de 2006.

Directiva 2008/105/CE do Parlamento Europeu e do Conselho, de 26 de Dezembro. *Jornal Oficial das Comunidades Europeias* n.º L 348/84, de 24 de Dezembro de 2008.

ERSAR (2010). Acessibilidade económica aos serviços públicos de abastecimento de água para consumo humano e de saneamento de águas residuais urbanas em Portugal. Entidade Reguladora dos Serviços de Águas e Resíduos. Acedido em 29 de Dezembro de 2010, em: <http://www.ersar.pt>

European Commission – DG Environment (2009). “A User Guide to the WFD reporting schemas”. Technical Support in relation to the implementation of the Water Framework Directive (2000/60/EC).

EU-Project WISER. Water bodies in Europe: Integrative Systems to assess Ecological Status and Recovery. <http://www.wiser.eu/>.

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. (2009) – *Estabelecimento de limiares nas águas subterrâneas*. Instituto da Água, I.P. Lisboa, 2009. 261pp;

INAG, I.P. (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, I.P. (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.

INAG, I.P. (2010). Programas de monitorização. Instituto da Água, I.P. Acedido em: <http://portaldagua.inag.pt/PT/InfoTecnica/Directiva/Accoes/AguasInteriores/Pages/ProgramasMonitorizacao.aspx>

Lei n.º 236/98, de 1 de Agosto, Diário da República, n.º 176/98, Série I-A de 01 de Agosto de 1998. Assembleia da República.

Lei n.º 58/2005, de 29 de Dezembro, Diário da República, n.º 249, Série I-A de 29 de Dezembro de 2005. Assembleia da República.

Legendre, L. & Legendre, P. (1979). *Ecologie numérique*. 1. Le traitement multiple des données écologiques. Ed. Masson, 197 pp.

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.

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.

Portaria n.º 1115/2009, de 29 de Setembro, *Diário da República* n.º 189 Série I.

Quo Data. (2001) – Aplicação informática GStat (R), versão 1.0. Munique, Alemanha, 2001.

Shannon, C.E. & Weaver, W., (1949). *The Mathematical Theory of Communication*. The University of Illinois Press, Urbana, Illinois, USA, 115 p.

SNIRH. (2010). Sistema Nacional de Informação de Recursos Hídricos (SNIRH). Instituto da Água, I.P. Acedido em: <http://snirh.pt>

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. 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.

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.

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). (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). (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 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 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.

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.

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.

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. I.P. (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.

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, I.P. (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. (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, I.P. (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, I.P. (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, 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*.
- Lecoite, C.; Coste, M. e Prygiel, J. (1993). *Omnidia: Software for taxonomy, calculation of diatom indices and inventories management*. Hydrobiologia 269/270: 509–513.
- Legendre, L. & Legendre, P. (1979). *Ecologie numérique. 1. Le traitement multiple des données écologiques*. Ed. Masson, 197 pp.

- Lei n.º 58/2005, de 29 de Dezembro. *Diário da República* n.º 249/05 – I Série – A. Assembleia da República. Lisboa
- 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.
- 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. e 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.
- 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.
- 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.
- 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.
- 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.
- 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. (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.
- 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.
- 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.
- 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.
- 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
Adelaide Carinhas	Mestre em Engenharia e Gestão da Água	Objectivos

Elemento	Formação	Área Temática
	Licenciada em Eng. do Ambiente	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 Monitorização dos elementos biológicos
Luís Rosa	Mestre em Biologia da Conservação	Monitorização dos elementos físico-químicos

Elemento	Formação	Área Temática
	Licenciado em Biologia Ambiental Terrestre	
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 Hídricos 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



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 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

Elemento	Formação	Área Temática
		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
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

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
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
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	Apoio Sistemas de Informação Geográfica

Elemento	Formação	Área Temática
	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
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
<b>Avaliação Ambiental Estratégica</b>		
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
<b>Participação Pública</b>		
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](mailto: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](http://www.apambiente.pt)