

# PLANO DAS BACIAS HIDROGRÁFICAS DAS RIBEIRAS DO OESTE

**LOTE 2**

1.<sup>a</sup> FASE

**SEGUNDA VERSÃO DOS CONTEÚDOS DO PBH**

VERSÃO 1

31 . JANEIRO. 2011



# PLANO DAS BACIAS HIDROGRÁFICAS DAS RIBEIRAS DO OESTE

## Lote 2: Recursos Hídricos Subterrâneos

1.<sup>a</sup> Fase

Segunda Versão dos Conteúdos do PBH

VERSÃO 1

31 . JANEIRO . 2011



# PLANO DE BACIA HIDROGRÁFICA DO OESTE

## Lote 2: Recursos Hídricos Subterrâneos

1.ª Fase

## Segunda Versão dos Conteúdos do PBH

VERSÃO 1

### Ficha Técnica

Nome	Formação	Área Temática
João Paulo Lobo Ferreira	Eng.º Civil; Doutorado em Engenharia Civil	Coordenação geral e LNEC; águas subterrâneas
Isabel Vaz Pinto	Eng.ª Agrónoma	Coordenação Hidroprojecto; Necessidades de água; Pressões difusas
José Paulo Monteiro	Geólogo; Doutorado em Hidrogeologia	Coordenação ICCE; águas subterrâneas e ecossistemas
Manuel M. Oliveira	Geólogo; Doutorado em Hidrogeologia	Caracterização quantitativa de águas subterrâneas; caracterização global e avaliação do estado; modelo de dados geográficos
Teresa E. Leitão	Geóloga; Doutorada em Hidrogeologia	Caracterização qualitativa de águas subterrâneas; caracterização global e avaliação do estado; optimização da rede
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
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
José Fernandes Nunes	Hidrogeólogo e Geólogo de Engenharia	Enquadramento e aspectos gerais; monitorização; pressões antropogénicas qualitativas
Maria José Henriques	Geóloga	Levantamento e tratamento de colunas litológicas de captações

Nome	Formação	Área Temática
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
Ricardo Martins	Eng.º do Ambiente	Tratamento de informação Geográfica
Margarida Monte	Eng.ª Ambiente e Sanitarista	Necessidades de água
João Martins	Eng.º Ambiente	Pressões antropogénicas
André Braceiro	Eng.º Ambiente	Pressões antropogénicas
Rodrigo S. Henriques	Eng.º Ambiente	Pressões antropogénicas
Manuel Quaresma	Técnico de SIG	SIG

# PLANO DE BACIA HIDROGRÁFICA DO OESTE

## Lote 2: Recursos Hídricos Subterrâneos

1.ª Fase

## Segunda Versão dos Conteúdos do PBH

VERSÃO 1

### ÍNDICE GERAL

---

#### PARTE 1 - ENQUADRAMENTO E ASPECTOS GERAIS..... 1

<b>1. ENQUADRAMENTO LEGAL E INSTITUCIONAL DO PROCESSO DE PLANEAMENTO.....</b>	<b>1</b>
1.1 Introdução.....	1
1.2 Enquadramento legal e institucional do processo de planeamento .....	1
<b>2. OBJECTIVOS DOS PLANOS .....</b>	<b>3</b>
<b>3. PRINCÍPIOS DE PLANEAMENTO E GESTÃO DE RECURSOS HÍDRICOS .....</b>	<b>4</b>
<b>4. METODOLOGIA DE ELABORAÇÃO DO PGRH .....</b>	<b>5</b>
<b>5. ESTRUTURA ORGANIZATIVA .....</b>	<b>5</b>

#### PARTE 2 - CARACTERIZAÇÃO DA REGIÃO HIDROGRÁFICA ..... 9

<b>1. CARACTERÍSTICAS GERAIS DA REGIÃO HIDROGRÁFICA (1).....</b>	<b>9</b>
1.1 Geologia e geomorfologia (1.4).....	9
1.1.1 Geologia (1.4.1).....	9
1.1.2 Geomorfologia (1.4.2).....	13
1.1.3 Hidrogeologia (1.4.3).....	15
1.2 Usos e necessidades de água (1.7) .....	24
1.2.1 Necessidades de água por tipologia de uso (usos consumptivos e não consumptivos) (1.7.1).....	24
1.2.2 Avaliação do balanço entre necessidades, disponibilidades e potencialidades (1.7.2).....	75
1.3 Abastecimento e tratamento de águas residuais (1.8).....	83

1.3.1	Caracterização dos principais sistemas (1.8.1).....	83
1.3.2	Avaliação dos níveis de atendimentos dos serviços hídricos (1.8.3).....	104
<b>2.</b>	<b>CARACTERIZAÇÃO DAS MASSAS DE ÁGUA (2) .....</b>	<b>110</b>
2.1	Massas de água subterrâneas (2.2).....	110
2.1.1	Delimitação das massas de água (2.2.1).....	110
2.1.2	Caracterização das massas de água (2.2.2).....	110
2.2	Pressões naturais e incidências antropogénicas significativas (2.3).....	198
2.2.1	Águas subterrâneas (2.3.2) .....	198
2.3	Zonas protegidas e áreas classificadas (2.4) .....	281
2.3.1	Águas subterrâneas (2.4.2) .....	281
<b>3.</b>	<b>REDE DE MONITORIZAÇÃO (3) .....</b>	<b>283</b>
3.1	Estado das águas (3.1) .....	283
3.1.1	Águas subterrâneas (3.1.2) .....	283
3.1.2	Zonas protegidas (3.1.3).....	302
<b>4.</b>	<b>AVALIAÇÃO DO ESTADO DAS MASSAS DE ÁGUAS (4).....</b>	<b>303</b>
4.1	Sistema de classificação e avaliação do estado das massas de água (4.1).....	303
4.1.1	Metodologia geral (4.1.1).....	303
4.1.2	Estimativas dos níveis de fiabilidade e precisão (4.1.2) .....	305
4.1.3	Normas de qualidade ambiental (4.1.4) .....	308
4.1.4	Massas de água cujo estado é inferior a bom (4.1.5).....	310
4.1.5	Identificação e representação matricial e geográfica (4.1.5.2) .....	311
4.2	Águas subterrâneas (4.3).....	312
4.2.1	Estado quantitativo (4.3.1) (mapa).....	312
4.2.2	Estado químico (4.3.2) (mapa) .....	312
4.2.3	Tendências crescentes significativas e persistentes na concentração de poluentes (4.3.3) .....	338
4.2.4	Síntese (4.3.4) .....	342
4.3	Campanhas efectuadas no âmbito do desenvolvimento do PBH Oeste ..	344
<b>5.</b>	<b>DIAGNÓSTICO DA REGIÃO HIDROGRÁFICA (5).....</b>	<b>346</b>
5.1	Área temática 1 – qualidade da água (5.1).....	346
5.1.1	Síntese da caracterização (5.1.1) .....	346
5.1.2	Síntese do cumprimento das disposições legais em vigor relativas à água, solos e actividades com efeitos directos e indirectos mensuráveis nos recursos hídricos (5.1.2).....	346
5.1.3	Diagnóstico (5.1.3) .....	347
5.2	Área temática 2 – quantidade de água (5.2).....	348
5.2.1	Síntese da caracterização (5.2.1) .....	348
5.2.2	Síntese do cumprimento das disposições legais em vigor relativas à água, solos e actividades com efeitos directos e indirectos mensuráveis nos recursos hídricos (5.2.2).....	348
5.2.3	Diagnóstico (5.2.3) .....	348



## **LISTA DE ANEXOS**

---

Anexo 1 – Estruturas tectónicas, caracterização da fracturação e definição das principais direcções de falha

Anexo 2 – Caracterização geológica dos estratos que constituem as massas de águas subterrâneas

Anexo 3 – Caracterização hidrogeológica por massa de águas subterrâneas

## ÍNDICE DE QUADROS

---

Quadro 1.1 – Identificação das massas de águas subterrâneas e litologias dominantes .....	16
Quadro 1.2 – Formações aquíferas dominantes e classificação das massas de águas subterrâneas quanto ao tipo de aquífero e ao meio de escoamento .....	17
Quadro 1.3 – Distribuição por massa de água, de pontos de água com informação dos logs das sondagens recolhidas .....	18
Quadro 1.4 – Síntese da caracterização hidroquímica das massas de águas subterrâneas.....	23
Quadro 1.5 – Necessidades para Abastecimento Urbano (milhões de m <sup>3</sup> /ano) .....	25
Quadro 1.6 – Abastecimento público. Volumes de água provenientes de captações subterrâneas (m <sup>3</sup> /ano) por massa de água .....	27
Quadro 1.7 – Áreas (ha) de regadio por tipo de regadios por bacia hidrográfica.....	30
Quadro 1.8 – Principais culturas regadas na região (área em ha e %) .....	31
Quadro 1.9 – Necessidades hídricas teóricas médias anuais (mm) por cultura .....	31
Quadro 1.10 – Consumos de água por tipos de regadio em ano médio (hm <sup>3</sup> ) .....	32
Quadro 1.11 – Consumos de água por tipos de regadio em ano médio (hm <sup>3</sup> ) .....	34
Quadro 1.12 – Evapotranspiração de referência (ET <sub>0</sub> , mm/ano) .....	36
Quadro 1.13 – Culturas regadas na bacia hidrográfica (ha e %).....	38
Quadro 1.14 – Necessidades hídricas úteis anuais (mm) .....	41
Quadro 1.15 – Necessidades hídricas úteis anuais (mm) .....	41
Quadro 1.16 – Necessidades hídricas úteis anuais (mm) .....	42
Quadro 1.17 – Distribuição dos métodos de rega (%).....	42
Quadro 1.18 – Eficiências de aplicação e distribuição dos métodos de rega (%).....	43
Quadro 1.19 – Necessidades hídricas totais anuais distribuídas por sub-bacias (hm <sup>3</sup> ).....	43
Quadro 1.20 – Consumos totais anuais de água para rega (hm <sup>3</sup> ) satisfeitos por origens subterrâneas, por massa de água subterrânea.....	45
Quadro 1.21 – Consumos anuais no sector pecuário por concelho (hm <sup>3</sup> ).....	47
Quadro 1.22 – Efectivos animais por concelho, espécie animal e sistema de produção .....	50
Quadro 1.23 – Ovinos. Efectivos totais na região hidrográfica das Ribeiras do Oeste	51
Quadro 1.24 – Equivalências em Cabeças Normais (CN) para ovinos e caprinos .....	51
Quadro 1.25 – Distribuição das classes de números de animais consideradas no RGA'99 para ovinos e caprinos, por sistema de exploração .....	52
Quadro 1.26 – Necessidades de água para a pecuária por concelho, espécie e sistema de produção.....	53
Quadro 1.27 – Necessidades de água para o sector da Pecuária satisfeitas por origens subterrâneas. Volumes por massa de água subterrânea (hm <sup>3</sup> /ano).....	55
Quadro 1.28 – Indústria transformadora: necessidades de água estimadas por CAE.	59

Quadro 1.29 – Necessidades e consumos de água totais por divisão CAE (m <sup>3</sup> /ano)..	61
Quadro 1.30 – Necessidades e consumos de água por origem e por divisão CAE (m <sup>3</sup> /ano).....	61
Quadro 1.31 – Necessidades e consumos de água totais por Concelho (m <sup>3</sup> /ano) .....	62
Quadro 1.32 – Coeficientes adoptados por sector de actividade .....	65
Quadro 1.33 – Distribuição das necessidades anuais de água dos estabelecimentos industriais pelos concelhos da área de estudo.....	69
Quadro 1.34 – Distribuição das necessidades anuais de água dos estabelecimentos industriais pelos concelhos da área de estudo.....	71
Quadro 1.35 – Necessidades de água para a indústria, por massa de água subterrânea .....	73
Quadro 1.36 – Extracções subterrâneas e superficiais anuais através da rede por sub-bacia (hm <sup>3</sup> ) .....	75
Quadro 1.37 – Extracções subterrâneas e superficiais anuais próprias na indústria (hm <sup>3</sup> ).....	76
Quadro 1.38 – Necessidades hídricas anuais superficiais e subterrâneas na agricultura para ano seco, médio e húmido (hm <sup>3</sup> ) .....	77
Quadro 1.39 – Volume anual extraível dos recursos subterrâneos (hm <sup>3</sup> ).....	78
Quadro 1.40 – Escoamentos anuais por sub-bacia (hm <sup>3</sup> ) .....	79
Quadro 1.41 – Balanço das necessidades - disponibilidades subterrâneas e superficiais (hm <sup>3</sup> ) por sub-bacia, para ano médio, seco e húmido .....	80
Quadro 1.42 – Balanço hídrico dos recursos subterrâneos e superficiais para o semestre seco (hm <sup>3</sup> ).....	80
Quadro 1.43 – Balanço hídrico dos recursos subterrâneos para o ano médio, por massa de águas subterrâneas.....	82
Quadro 1.44 – Panorama dos serviços de abastecimento público de água por modelo de gestão.....	89
Quadro 1.45 – Infra-estruturas de abastecimento público de água .....	95
Quadro 1.46 – Número de captações presentes nas massas de água subterrânea ...	98
Quadro 1.47 – Captações consideradas para o cálculo das necessidades de água de abastecimento público na região hidrográfica .....	102
Quadro 1.48 – Necessidades actuais de água para usos urbanos na região hidrográfica por sub-bacia .....	103
Quadro 1.49 – Percentagem de atendimento da população (1998) .....	105
Quadro 1.50 – Níveis de atendimento de abastecimento de água por sub-bacia.....	109
Quadro 2.1 – Estratigrafia e litologia das massas de águas subterrâneas .....	111
Quadro 2.2 – Caracterização da transmissividade das massas de águas subterrâneas .....	112
Quadro 2.3 – Caracterização da produtividade das massas de águas subterrâneas	113
Quadro 2.4 – Parâmetros característicos do solo (Maceira).....	125
Quadro 2.5 – Ocupação do solo segundo o CORINE Land Cover 2006 e parâmetros caracterizadores da ocupação (Maceira) .....	126
Quadro 2.6 – Associação solo/ocupação de solo, áreas de ocorrência e resultados anuais médios do balanço hídrico sequencial diário (Maceira) .....	127

Quadro 2.7 – Resultados anuais médios do balanço hídrico sequencial diário (Maceira)	127
Quadro 2.8 – Parâmetros característicos do solo (Alpedriz)	131
Quadro 2.9 – Ocupação do solo segundo o CORINE Land Cover 2006 e parâmetros caracterizadores da ocupação (Alpedriz)	132
Quadro 2.10 – Associação solo/ocupação de solo, áreas de ocorrência e resultados anuais médios do balanço hídrico sequencial diário (Alpedriz)	134
Quadro 2.11 – Resultados anuais médios do balanço hídrico sequencial diário (Alpedriz)	135
Quadro 2.12 – Parâmetros característicos do solo (Paço)	137
Quadro 2.13 – Ocupação do solo segundo o CORINE Land Cover 2006 e parâmetros caracterizadores da ocupação (Paço)	138
Quadro 2.14 – Associação solo/ocupação de solo, áreas de ocorrência e resultados anuais médios do balanço hídrico sequencial diário (Paço)	139
Quadro 2.15 – Resultados anuais médios do balanço hídrico sequencial diário (Paço)	139
Quadro 2.16 – Parâmetros característicos do solo (Cesareda)	140
Quadro 2.17 – Ocupação de solo de acordo com CORINE Land Cover 2006 e parâmetros caracterizadores da ocupação do solo (Cesareda)	141
Quadro 2.18 – Associação solo/ocupação de solo, áreas de ocorrência e resultados anuais médios do balanço hídrico sequencial diário (Cesareda)	142
Quadro 2.19 – Resultados anuais médios do balanço hídrico sequencial diário (Cesareda)	142
Quadro 2.20 – Parâmetros característicos do solo (Torres Vedras)	147
Quadro 2.21 – Ocupação do solo segundo o CORINE Land Cover 2006 e parâmetros caracterizadores da ocupação (Torres Vedras)	148
Quadro 2.22 – Resultados anuais médios do balanço hídrico sequencial diário (Torres Vedras)	149
Quadro 2.23 – Parâmetros característicos do solo (Caldas da Rainha-Nazaré)	153
Quadro 2.24 – Ocupação do solo segundo o CORINE Land Cover 2006 e parâmetros caracterizadores da ocupação (Caldas da Rainha-Nazaré)	154
Quadro 2.25 – Resultados anuais médios do balanço hídrico sequencial diário (Caldas da Rainha-Nazaré)	156
Quadro 2.26 – Parâmetros característicos do solo (Orla ocidental indiferenciado das bacias das ribeiras do Oeste)	161
Quadro 2.27 – Ocupação do solo segundo o CORINE Land Cover 2006 e parâmetros caracterizadores da ocupação (Orla ocidental indiferenciado das bacias das ribeiras do Oeste)	162
Quadro 2.28 – Resultados anuais médios do balanço hídrico sequencial diário (Orla ocidental indiferenciado das bacias das ribeiras do Oeste)	165
Quadro 2.29 – Síntese dos dados existentes na ARH Tejo desde o ano 2000	165
Quadro 2.30 – Piezómetros do sistema aquífero de Alpedriz e registo de valores máximos, mínimos e amplitude das séries	175
Quadro 2.31 – Cursos de água na área do sistema aquífero de Alpedriz	176

Quadro 2.32 – Piezómetros no sistema aquífero de Paço e registo de valores máximos, mínimos e amplitude das séries.....	177
Quadro 2.33 – Piezómetro no sistema aquífero de Cesareda e registo de valores máximos, mínimos e amplitude da série .....	179
Quadro 2.34 – Piezómetros no sistema aquífero de Torres Vedras e registo de valores máximos, mínimos e amplitude das séries.....	180
Quadro 2.35 – Cursos de água na área do sistema aquífero de Torres Vedras.....	182
Quadro 2.36 – Piezómetros no sector Norte do sistema aquífero Caldas da Rainha-Nazaré e registo de valores máximos, mínimos e amplitude das séries .....	183
Quadro 2.37 – Piezómetros no sector Sul do sistema aquífero Caldas da Rainha-Nazaré e registo de valores máximos, mínimos e amplitude das séries .....	184
Quadro 2.38 – Informação relativa aos piezómetros e características das séries utilizados por Paz (2009), situados sobre o sistema aquífero Caldas da Rainha-Nazaré .....	185
Quadro 2.39 – Cursos de água na área do sistema aquífero de Caldas da Rainha – Nazaré no sector norte .....	187
Quadro 2.40 – Cursos de água na área do sistema aquífero de Caldas da Rainha – Nazaré no sector sul.....	188
Quadro 2.41 – Charcos temporários na Região Hidrográfica do Tejo e das Ribeiras do Oeste.....	192
Quadro 2.42 – Carga poluente tóxica estimada por sub-bacia principal em 1998.....	199
Quadro 2.43 – Cargas produzidas por uma tonelada de matéria-prima na indústria vitivinícola.....	209
Quadro 2.44 – Poluição Tóxica originada pelas adegas da BHRO .....	210
Quadro 2.45 – Volumes produzidos por m <sup>3</sup> de leite recebido, em função do produto fabricado.....	214
Quadro 2.46 – Concentrações de efluentes de indústrias de lacticínios .....	214
Quadro 2.47 – Coeficientes adoptados para as indústrias de lacticínios.....	215
Quadro 2.48 – Eficiências de remoção por sistema de tratamento para indústrias de lacticínios (%) .....	216
Quadro 2.49 – Eficiências de remoção adoptadas por sistema de tratamento para indústrias de lacticínios (%) .....	216
Quadro 2.50 – Poluição Tóxica originada pelas indústrias de lacticínios da BHRO ..	216
Quadro 2.51 – Poluição difusa: balanço final das cargas de azoto e fósforo nos concelhos .....	218
Quadro 2.52 – Distribuição das Indústrias extractivas abandonadas por Concelho ..	220
Quadro 2.53 – Distribuição das Indústrias extractivas abandonadas por sub-bacias	220
Quadro 2.54 – Distribuição das Indústrias extractivas abandonadas por massas de água subterrâneas.....	220
Quadro 2.55 – Volume de efluente gerado por tonelada de azeitona utilizada, de acordo com o sistema de extracção de azeite .....	225
Quadro 2.56 – Cargas do efluente por tonelada de azeitona processada para os diferentes métodos de extracção de azeite.....	226

Quadro 2.57 – Concentrações de efluentes adoptados para os diferentes sistemas de extracção de azeite.....	226
Quadro 2.58 – Lagares. Cargas poluentes calculadas por concelho, sub-bacia e massa de água subterrânea.....	227
Quadro 2.59 – Volume de efluentes produzido por tonelada de animal para abate ..	231
Quadro 2.60 – Concentrações de efluentes de matadouros de aves e reses .....	231
Quadro 2.61 – Coeficientes adoptados para o cálculo das cargas geradas pelos matadouros.....	232
Quadro 2.62 – Poluição difusa originada pelos matadouros da BHRO .....	232
Quadro 2.63 – Eficiências de remoção nas fossas sépticas.....	235
Quadro 2.64 – Eficiências de remoção nas ETAR compactas .....	236
Quadro 2.65 – Capitações admitidas e concentrações correspondentes .....	236
Quadro 2.66 – Poluição difusa originada pelas fossas sépticas e ETAR compactas na BHRO .....	237
Quadro 2.67 – Classes de ocupação do solo na BHRO com base no CLC, 2006 (em %) e culturas representativas.....	241
Quadro 2.68 – Taxas de exportação para a carta Corine Land Cover (kg/ha.ano)....	242
Quadro 2.69 – Taxas de exportação adoptadas para a RHBO (kg/ha.ano) .....	242
Quadro 2.70 – Poluição difusa: cargas originada pelas culturas agrícolas na BHRO, por massa de água subterrânea .....	243
Quadro 2.71 – Número de explorações bovinas e distribuição populacional de bovinos, por género .....	248
Quadro 2.72 – Quantidade e composição média de estrumes e de chorumes não diluídos produzidos anualmente por bovinos .....	249
Quadro 2.73 – Quantidade e composição média de estrumes e de chorumes não diluídos produzidos anualmente por bovinos, convertidas em cabeças normais.....	250
Quadro 2.74 – Correspondência adoptada entre dados da DGV e tabelas para elaboração do PGEP .....	251
Quadro 2.75 – Quantidade e composição média de estrumes e chorumes não diluídos produzidos anualmente por diferentes tipos de bovinos e sua conversão em cabeça normal (CN).....	252
Quadro 2.76 – Correspondência entre dados das licenças de exploração bovina da ARH e as tabelas de conversão do PGEP .....	253
Quadro 2.77 – Equivalências de efectivos e CN (DL n.º 241/2008) .....	254
Quadro 2.78 – Quantidade e composição média de estrumes e de chorumes não diluídos produzidos anualmente por bovinos, por concelho (estimativa com o número de efectivos bovinos e com cabeças normais).....	255
Quadro 2.79 – Quantidade e composição média de estrumes e de chorumes não diluídos produzidos anualmente por bovinos, por massa de água subterrânea (estimativa com o número de efectivos bovinos e com cabeças normais) .....	257
Quadro 2.80 – Quantidade e composição média de estrumes e de chorumes não diluídos produzidos anualmente por diferentes tipos de suínos .....	260

Quadro 2.81 – Quantidade e composição média de estrumes e de chorumes não diluídos produzidos anualmente por diferentes espécies pecuárias convertidas em cabeças normais.....	261
Quadro 2.82 – Quantidade e composição média de estrumes e de chorumes não diluídos produzidos anualmente por suínos, por massa de água subterrânea (estimativa com o número de efectivos bovinos e com cabeças normais) .....	264
Quadro 2.83 – Exemplo do tratamento dos dados de aviculturas fornecidos pela ARH Tejo .....	267
Quadro 2.84 – Coeficientes considerados para o cálculo das quantidades de estrume produzidos pelas aviculturas.....	268
Quadro 2.85 – Quantidade e composição média de estrume produzido anualmente por aves, por massa de água subterrânea (estimativa com o número de efectivos bovinos e com cabeças normais).....	270
Quadro 2.86 – Poluição difusa: cargas poluentes geradas pelos campos de golfe na BHRO .....	273
Quadro 3.1 – Localização dos pontos de monitorização mensal de nível de água....	284
Quadro 3.2 – Localização dos pontos de monitorização diária de nível de água .....	284
Quadro 3.3 – Rede Vigilância: Massa de Água O18 - Maceira .....	286
Quadro 3.4 – Rede Vigilância: Massa de Água O19 - Alpedriz .....	286
Quadro 3.5 – Rede Vigilância: Massa de Água O23 - Paço.....	286
Quadro 3.6 – Rede Vigilância: Massa de Água O24 – Cesareda.....	286
Quadro 3.7 – Rede Vigilância: Massa de Água O25 - Torres Vedras.....	287
Quadro 3.8 – Rede Vigilância: Massa de Água O33 - Caldas da Rainha – Nazaré...	287
Quadro 3.9 – Rede Vigilância: O04RH4 - Orla Ocidental indiferenciado das Bacias das Ribeiras do Oeste .....	288
Quadro 3.10 – Rede Operacional: Massa de Água O33 - Caldas da Rainha - Nazaré .....	289
Quadro 3.11 – O02RH5-Orla Ocidental Indiferenciado das Bacias das Ribeiras do Oeste.....	292
Quadro 3.12 – O23-Paço e Indiferenciado da Orla Ocidental .....	292
Quadro 3.13 – O25-Torres Vedras.....	292
Quadro 3.14 – Rede Operacional: Massa de Água O33 - Caldas da Rainha - Nazaré .....	293
Quadro 3.15 – Índice de Representatividade para a rede piezométrica .....	296
Quadro 3.16 – Índice de Representatividade para as redes de qualidade .....	296
Quadro 3.17 – Características gerais dos pontos da rede de vigilância da qualidade das águas subterrâneas optimizada .....	301
Quadro 4.1 – Normas e limiares de qualidade para o estabelecimento do estado químico das massas de águas subterrâneas .....	310
Quadro 4.2 – Excepções para os limiares no âmbito do PBH Oeste (adaptado de INAG, 2009b).....	311
Quadro 4.3 – Síntese da informação utilizada para a avaliação do estado químico da massa de águas subterrâneas de Maceira .....	316

Quadro 4.4 – Resultado da avaliação dos critérios do teste de avaliação global do estado químico da massa de águas subterrâneas de Maceira.....	317
Quadro 4.5 – Síntese da informação utilizada para a avaliação do estado químico da massa de águas subterrâneas de Alpedriz .....	319
Quadro 4.6 – Resultado da avaliação dos critérios do teste de avaliação global do estado químico da massa de águas subterrâneas de Alpedriz .....	320
Quadro 4.7 – Síntese da informação utilizada para a avaliação do estado químico da massa de águas subterrâneas de Paço.....	323
Quadro 4.8 – Resultado da avaliação dos critérios do teste de avaliação global do estado químico da massa de águas subterrâneas de Paço .....	324
Quadro 4.9 – Síntese da informação utilizada para a avaliação do estado químico da massa de águas subterrâneas de Cesareda.....	326
Quadro 4.10 – Síntese da informação utilizada para a avaliação do estado químico da massa de águas subterrâneas de Torres Vedras.....	328
Quadro 4.11 – Resultado da avaliação dos critérios do teste de avaliação global do estado químico da massa de águas subterrâneas de Torres Vedras.....	329
Quadro 4.12 – Síntese da informação utilizada para a avaliação do estado químico da massa de águas subterrâneas de Caldas da Rainha – Nazaré.....	333
Quadro 4.13 – Resultado da avaliação dos critérios do teste de avaliação global do estado químico da massa de águas subterrâneas de Caldas da Rainha – Nazaré...	334
Quadro 4.14 – Síntese da informação utilizada para a avaliação do estado químico da massa de águas subterrâneas da Orla Ocidental Indiferenciado das Bacias das ribeiras do Oeste .....	337
Quadro 4.15 – Resultado da avaliação dos critérios do teste de avaliação global do estado químico da massa de águas subterrâneas da Orla Ocidental Indiferenciado das Bacias das ribeiras do Oeste .....	338
Quadro 4.16 – Análise de tendências .....	341
Quadro 4.17 – Síntese da avaliação do estado químico e das tendências para as sete massas de águas subterrâneas do PBH Oeste.....	343
Quadro 4.18 – Recolha de dados para a avaliação do estado químico.....	344



## ÍNDICE DE FIGURAS

---

### PARTE 1

Figura 5.1 – Estrutura organizativa do processo de elaboração dos planos..... 6

### PARTE 2

Figura 1.1 – Carta Geológica da área do PBH Oeste.....	10
Figura 1.2 – Estruturas Neotectónicas.....	13
Figura 1.3 – Massas de água subterrânea do PBH Oeste .....	16
Figura 1.4 – Distribuição espacial de pontos de água (com log de sondagem) que intersectam as massas de água do PGRH Tejo e PBH Oeste.....	19
Figura 1.5 – Coluna geológica esquemático do único ponto no sistema aquífero de Maceira.....	20
Figura 1.6 – Corte geológico esquemático do sistema aquífero de Alpedriz .....	20
Figura 1.7 – Corte geológico esquemático do sistema aquífero de Paço.....	21
Figura 1.8 – Corte geológico esquemático do sistema aquífero de Cesareda.....	21
Figura 1.9 – Corte geológico esquemático do sistema aquífero de Torres Vedras.....	22
Figura 1.10 – Perfil geológico esquemático do sistema aquífero de Caldas da Rainha - Nazaré.....	22
Figura 1.11 – Abastecimento Público. Volumes de água provenientes de captações subterrâneas (hm <sup>3</sup> /ano) por massa de água subterrânea .....	28
Figura 1.12 - Estações meteorológicas e respectivas áreas de influência.....	35
Figura 1.13 – Consumos totais anuais de água para rega (dam <sup>3</sup> ) por massa de água subterrânea .....	46
Figura 1.14 – Consumos de água pelo sector da pecuária satisfeitos por origens subterrâneas: volumes por massa de água subterrânea (hm <sup>3</sup> ) .....	56
Figura 1.15 – Distribuição do número de estabelecimentos industriais pelos concelhos da área de estudo.....	63
Figura 1.16 – Distribuição das necessidades anuais de água dos estabelecimentos industriais pelos concelhos da área de estudo.....	68
Figura 1.17 – Distribuição das necessidades anuais de água dos estabelecimentos industriais pelos vários sectores de actividade (CAE) admitidos.....	70
Figura 1.18 – Distribuição das necessidades de água para a indústria por massa de água subterrânea.....	74
Figura 1.19 – Histograma de dimensão dos sistemas de abastecimento público de água, por escalão de população servida.....	91
Figura 1.20 – Captações de água, por tipo de origem.....	96
Figura 1.21 – Número de captações e populações servidas, por tipo de origem de água .....	97
Figura 1.22 – Instalações de tratamento de água, por tipo de instalação.....	99

Figura 1.23 – Número de instalações de tratamento e população servida, por tipo de instalação .....	100
Figura 1.24 – Redes de distribuição de água.....	101
Figura 1.25 – Nível de atendimento de abastecimento público de água .....	107
Figura 1.26 – Nível de atendimento de abastecimento público de água .....	108
Figura 2.1 – Distribuição dos pontos da rede de monitorização na massa de águas subterrâneas de Maceira .....	123
Figura 2.2 – Níveis piezométricos e tendência obtida para o piezómetro 296/57. Note-se que a tendência apresentada está enviesada por faltarem os valores máximos dos anos hidrológicos 2006/7 e 2007/8 .....	124
Figura 2.3 – Recarga da massa de águas subterrâneas de Maceira .....	127
Figura 2.4 – Distribuição dos pontos da rede de monitorização na massa de água de Alpedriz.....	129
Figura 2.5 – Níveis piezométricos por piezómetro e tendências obtidas. Os dois gráficos representam as mesmas séries. As tendências apresentadas são para as totalidades das séries no gráfico da esquerda e para o período representado no gráfico da direita.....	129
Figura 2.6 – Níveis piezométricos anuais máximos por ano hidrológico e respectivas tendências de evolução. A série 297/25 apresenta duas tendências, uma para a totalidade da série e outra para os valores a partir de Outubro de 2000 .....	130
Figura 2.7 – Recarga da massa de águas subterrâneas de Alpedriz .....	133
Figura 2.8 – Distribuição dos pontos da rede de monitorização na massa de água do Paço .....	135
Figura 2.9 – Níveis piezométricos por piezómetro e tendências obtidas. Há ausência de informação posteriormente a Maio de 2007, inviabilizando a análise. Deve ser confirmado se o piezómetro 349/92 pertence à massa de águas subterrâneas do Paço .....	136
Figura 2.10 – Níveis piezométricos anuais máximos por ano hidrológico e respectivas tendências de evolução. Há lacuna posterior ao ano hidrológico de 2006/7, inviabilizando a análise. Deve ser confirmado se o piezómetro 349/92 pertence à massa de águas subterrâneas do Paço.....	136
Figura 2.11 – Recarga da massa de águas subterrâneas do Paço.....	139
Figura 2.12 – Recarga da massa de águas subterrâneas da Cesareda.....	142
Figura 2.13 – Distribuição dos pontos da rede de monitorização na massa de água de Torres Vedras.....	144
Figura 2.14 – Níveis piezométricos por piezómetro e tendências obtidas .....	144
Figura 2.15 – Níveis piezométricos anuais máximos por ano hidrológico e respectivas tendências de evolução .....	145
Figura 2.16 – Recarga da massa de águas subterrâneas de Torres Vedras.....	149
Figura 2.17 – Distribuição dos pontos da rede de monitorização na massa de água de Caldas da Rainha-Nazaré.....	151
Figura 2.18 – Níveis piezométricos por piezómetro e tendências obtidas. O gráfico superior representa o sector da Nazaré. Os gráficos inferiores representam o sector das Caldas da Rainha. O piezómetro 338/2 está representado nos dois gráficos	

inferiores, no da esquerda com a série completa e respectiva tendência e no da direita apenas com os valores após o ano hidrológico 2000/1 (inclusive).....	152
Figura 2.19 – Níveis piezométricos anuais máximos por ano hidrológico e respectivas tendências de evolução. No gráfico da esquerda para o sector da Nazaré e no gráfico da direita para o sector das Caldas da Rainha. O piezómetro 338/2 apresenta dois valores correspondendo o valor a negrito ao mesmo período do dos outros piezómetros.....	152
Figura 2.20 – Recarga da massa de águas subterrâneas de Caldas da Rainha - Nazaré.....	155
Figura 2.21 – Distribuição dos pontos da rede de monitorização na massa de água de Orla Ocidental indiferenciado das bacias das ribeiras do Oeste .....	158
Figura 2.22 – Níveis piezométricos por piezómetro e tendências obtidas .....	159
Figura 2.23 – Níveis piezométricos anuais máximos por ano hidrológico e respectivas tendências de evolução .....	159
Figura 2.24 – Recarga da massa de águas subterrâneas da Orla ocidental indiferenciado das bacias das ribeiras do Oeste.....	164
Figura 2.25 – Carta de valor florístico na Bacia das Ribeiras do Oeste.....	173
Figura 2.26 – Ecossistemas dependentes de águas subterrâneas (EDAS) no sistema aquífero O19 - Alpedriz.....	176
Figura 2.27 – Ecossistemas dependentes de águas subterrâneas (EDAS) no sistema aquífero O23 – Paço.....	178
Figura 2.28 – Ecossistemas dependentes de águas subterrâneas (EDAS) no sistema aquífero O24 -Cesareda .....	179
Figura 2.29 – Ecossistemas dependentes de águas subterrâneas (EDAS) no sistema aquífero O25 - Torres Vedras .....	181
Figura 2.30 – Ecossistemas dependentes de águas subterrâneas (EDAS) no sistema aquífero O33 – Caldas da Rainha - Nazaré .....	186
Figura 2.31 – Massas de água superficiais incluídas na cobertura cartográfica usadas no presente plano na rede de drenagem superficial com área de ocorrência sobre a Massa de água subterrânea “Orla Ocidental Indiferenciado das Bacias das Ribeiras do Oeste”.....	190
Figura 2.32 – Localização das lagoas temporárias identificadas como ecossistemas dependentes das águas subterrâneas na área do PGBH do Tejo e Ribeiras do Oeste .....	194
Figura 2.33 – Localização do charco temporário mediterrânico Sintra - Granja, representado sobre a carta topográfica de escala 1:25 000 do IgeoE.....	195
Figura 2.34 – A avaliação de riscos olha para o futuro enquanto a avaliação do estado analisa o desempenho passado .....	196
Figura 3.1 – Pontos de monitorização da rede de vigilância no PBH Oeste.....	285
Figura 3.2 – Pontos de monitorização da rede operacional no PBH Oeste .....	289
Figura 3.3 – Pontos de monitorização da rede operacional no PBH Oeste .....	293
Figura 3.4 – Proposta da rede de vigilância da qualidade das águas subterrâneas otimizada para o PBH Oeste.....	299

Figura 3.5 – Proposta da rede de vigilância da qualidade das águas subterrâneas otimizada .....	300
Figura 4.1 - Método para classificação das massas de água quanto ao seu estado químico (adaptado de EC (2009)). VR indica um valor limiar ou norma de qualidade ambiental.....	307
Figura 4.2 – Síntese do estado químico em relação aos nitratos para a área do PBH Oeste.....	313
Figura 4.3 – Síntese do estado químico em relação aos pesticidas totais para a área do PBH Oeste.....	314
Figura 4.4 – Mapa do estado químico da massa de águas subterrâneas de Maceira, de acordo com o esquema definido no Anexo VII, 2.5 do DL n.º 77/2006.....	315
Figura 4.5 – Mapa do estado químico da massa de águas subterrâneas de Alpedriz, de acordo com o esquema definido no Anexo VII, 2.5 do DL n.º 77/2006.....	318
Figura 4.6 – Mapa do estado químico da massa de águas subterrâneas de Paço, de acordo com o esquema definido no Anexo VII, 2.5 do DL n.º 77/2006.....	321
Figura 4.7 – Mapa do estado químico da massa de águas subterrâneas de Cesareda, de acordo com o esquema definido no Anexo VII, 2.5 do DL n.º 77/2006.....	325
Figura 4.8 – Mapa do estado químico da massa de águas subterrâneas de Torres Vedras, de acordo com o esquema definido no Anexo VII, 2.5 do DL n.º 77/2006....	327
Figura 4.9 – Mapa do estado químico da massa de águas subterrâneas de Caldas da Rainha - Nazaré, de acordo com o esquema definido no Anexo VII, 2.5 do DL n.º 77/2006.....	331
Figura 4.10 – Mapa do estado químico da massa de águas subterrâneas da Orla Ocidental Indiferenciado das Bacias das ribeiras do Oeste, de acordo com o esquema definido no Anexo VII, 2.5 do DL n.º 77/2006.....	336
Figura 4.11 – Tendências significativas e constantes detectadas nas massas de água: azul indica tendência de decréscimo; preto indica tendência de subida.....	342

# PARTE 1 - ENQUADRAMENTO E ASPECTOS GERAIS

---

## 1. ENQUADRAMENTO LEGAL E INSTITUCIONAL DO PROCESSO DE PLANEAMENTO

### 1.1 INTRODUÇÃO

Como se referiu no Relatório da Fase 0 - Caracterização Preliminar da Região Hidrográfica, as Especificações Técnicas do Lote 2 (Recursos Hídricos Subterrâneos), Cláusula 37.<sup>a</sup> do Caderno de Encargos, não consideram incluído o presente capítulo no âmbito dos estudos. Todavia, por constar do Índice Geral, apresenta-se para cada subcapítulo um texto muito sintético, na óptica de que venham a ser devidamente desenvolvidos pelo prestador de serviços do Lote 1 (Ponto 2 da 19.<sup>a</sup> Clausula do Caderno de Encargos (CE)), responsável pela redacção final do Plano.

Mantivemos, por conseguinte, a estrutura e o conteúdo deste capítulo do Relatório da Fase 0, no Relatório R1, com as necessárias alterações e actualizações.

### 1.2 ENQUADRAMENTO LEGAL E INSTITUCIONAL DO PROCESSO DE PLANEAMENTO

A Directiva 2000/60/CE, do Parlamento Europeu e do Conselho, de 23 de Outubro, ou Directiva Quadro da Água (DQA), estabelece um quadro de acção comunitária no domínio da política da água que foi transposta para a ordem jurídica nacional pela Lei n.º 58/2005, de 29 de Dezembro (Lei da Água - LA) e pelo Decreto-Lei n.º 77/2006, de 30 de Março.

A DQA/LA tem por objectivo estabelecer um enquadramento para a protecção das águas superficiais interiores, das águas de transição, das águas costeiras e das águas subterrâneas que:

- evite a degradação e proteja e melhore o estado dos ecossistemas aquáticos e dos ecossistemas terrestres e zonas húmidas directamente associados;

- promova um consumo de água sustentável;
- reforçe e melhore o ambiente aquático através da redução gradual ou a cessação de descargas, emissões e perdas de substâncias prioritárias;
- assegure a redução gradual e evite o agravamento da poluição das águas subterrâneas;
- contribua para mitigar os efeitos das inundações e secas.

Os objectivos ambientais estabelecidos na DQA/LA devem ser atingidos até 2015 através da execução de programas de medidas especificados em Planos de Gestão de Região Hidrográfica (PGRH). A DQA/LA procura que os objectivos ambientais sejam alcançados de forma equilibrada, atendendo, entre outros aspectos, à viabilidade das medidas que têm de ser aplicadas, ao trabalho técnico e científico a realizar, à eficácia dessas medidas e aos custos operacionais envolvidos.

No contexto da implementação da DQA é ainda de referir a Directiva 91/676/CEE do Conselho, de 12 de Dezembro relativa à protecção das águas contra a poluição por nitratos de origem agrícola, transposta para o direito nacional através do Decreto-Lei n.º 235/97, de 3 de Setembro, alterado pelo Decreto-Lei n.º 68/99 de 11 de Março; a Portaria n.º 258/2003, de 19 de Março, aprova a lista e a cartografia das Zonas Vulneráveis de Portugal Continental. A lista das zonas vulneráveis e as cartas das zonas vulneráveis do continente constam dos anexos I e II da Portaria n.º 164/2010.

Ao nível nacional, para além da legislação já citada são de referir:

- Lei n.º 54/2005, de 29 de Dezembro (define a titularidade dos recursos hídricos);
- Decreto-Lei 226/2007, de 31 de Março (estabelece o regime de utilização dos recursos hídricos);
- Decreto-Lei 208/2007, de 29 de Maio (define a missão e as atribuições das Regiões Hidrográficas);
- Decreto-Lei 97/2008, de 11 de Junho (estabelece a taxa de recursos hídricos e tarifas dos Serviços Públicos de Águas);
- Portaria 394/2008, de 5 de Junho (estabelece os Estatutos das Administrações das Regiões Hidrográficas).

No que respeita à legislação complementar relativa às águas subterrâneas apresenta-se com detalhe, no documento sobre metodologias e conteúdos, a lista dos principais diplomas legais de protecção das águas subterrâneas (cf. Leitão, 2010).

## 2. OBJECTIVOS DOS PLANOS

Consideram-se os seguintes objectivos: estratégicos, ambientais e outros objectivos estabelecidos para a região hidrográfica e bacia hidrográfica e, para as massas de água ou grupos de massas de água:

- objectivos ambientais;
- para águas de superfície;
- para águas subterrâneas;
- prazos para atingir os objectivos ambientais;
- excepções ao “estado bom” em 2015;
- síntese do calendário de cumprimento dos objectivos ambientais.

São objectivos para as águas subterrâneas:

- a não introdução de poluentes;
- a não deterioração do estado;
- o bom estado qualitativo e quantitativo;
- a inversão de tendências significativas de aumento de concentração de poluentes.

De acordo com o CE, os Planos deverão estabelecer os objectivos que devem ser alcançados até 2015. Deverão ser estabelecidos considerando o estado químico e quantitativo das massas das águas subterrâneas, a avaliação de conformidade em relação aos objectivos de qualidade da legislação específica das zonas protegidas, as medidas necessárias para atingir os objectivos ambientais propostos pela DQA e pela Lei da Água, os objectivos das zonas protegidas, e a sua avaliação.

As massas de água deverão ser agrupadas em função do objectivo ambiental previamente fixado e do prazo previsto para o mesmo ser atingido:

- massas de água em que o "Estado bom" (químico e quantitativo) será atingido até 2015;
- massas de água em que o "Estado bom" (químico e quantitativo) será atingido até 2021, sendo apresentada a identificação dos objectivos intercalares e a justificação da realização gradual dos objectivos;
- massas de água em que o "Estado bom" (químico e quantitativo) será atingido até 2027, incluindo a identificação dos objectivos intercalares e a justificação da realização gradual dos objectivos;
- massas de água em que serão definidos objectivos ambientais menos exigentes.

A aplicação de prorrogação e derrogação previstas na DQA/LA deverão ser devidamente justificadas em conformidade com os referidos diplomas.

Só poderão ser consideradas imprevistas ou excepcionais as circunstâncias que resultem de causas naturais ou causas de força maior em relação às habituais e que não possam ser razoavelmente previstas, particularmente, inundações extremas e secas prolongadas, ou acidentes.

### **3. PRINCÍPIOS DE PLANEAMENTO E GESTÃO DE RECURSOS HÍDRICOS**

O conteúdo do Plano de Gestão da Região Hidrográfica do Tejo (PGRH Tejo) e do Plano de Bacia Hidrográfica das Ribeiras do Oeste (PBH Oeste) está estabelecido em diploma específico, que regulamenta a Lei da Água.

Relativamente às águas subterrâneas, as principais acções do processo de elaboração do PGRH Tejo e do PBH Oeste são as seguintes:

- caracterização da região hidrográfica (já apresentada a Caracterização Preliminar da Fase 0);
- desenvolvimento de cenários prospectivos;
- desenvolvimento e aplicação do sistema de classificação do estado das águas;
- definição de objectivos por massa de água;
- definição de programas de medidas;
- desenvolvimento e aplicação de ferramentas de apoio à decisão (Modelos, SIG);
- seminários técnicos.

Apresenta-se nos capítulos seguintes a Segunda Versão dos Conteúdos do Plano com o estado de desenvolvimento dos trabalhos. Foram maioritariamente tomadas em consideração as sugestões provenientes da equipa dirigente e técnica da ARH Tejo, tendo-se procurado cumprir, na medida do possível, o Cronograma acordado.

Este Segundo Relatório Intercalar, e a segunda versão dos conteúdos do PGRH e do PBH, são devidos até oito meses após a assinatura do contrato (Janeiro de 2011).



#### **4. METODOLOGIA DE ELABORAÇÃO DO PGRH**

A metodologia de elaboração do PGRH foi apresentada pelo Consórcio em Relatório autónomo, datado de Julho de 2010, encontrando-se disponível na plataforma WorkSpace (<http://tejo.ws.chimp.pt/?loadDocumento=1169&a=1288113494364>).

No que respeita à monitorização, e de acordo com o previsto no Programa de trabalhos, foi programada com a ARH Tejo e com o Laboratório AGROLEICO, Análises Químicas e Bacteriológicas, a realização das campanhas de recolhas de amostras de água e respectivas análises químicas após a selecção proposta pela ARH, tendo-se incluído as análises biológicas não previstas no CE.

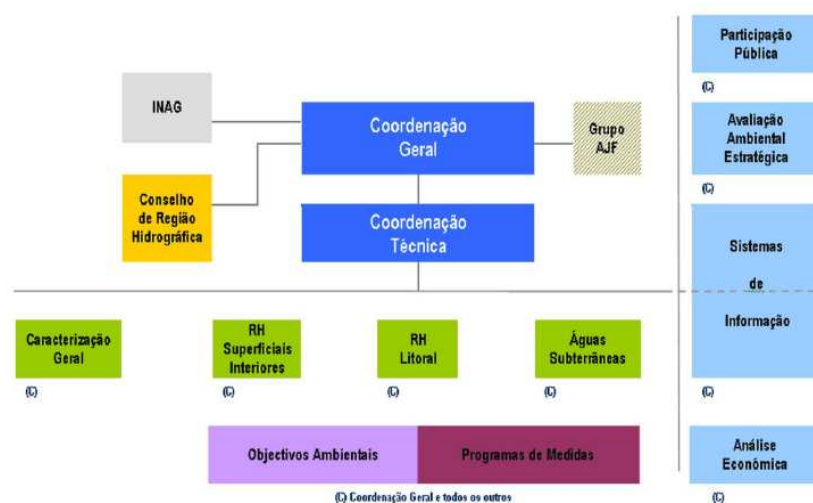
A primeira campanha, composta por 270 pontos da rede base e 34 pontos da rede SP (substâncias perigosas), iniciou-se pela recolha da amostragem em Junho e terminou em Agosto de 2010. Em alguns destes pontos não foi possível, por motivos vários, recolher a amostragem. Estes pontos foram devidamente identificados e, em devido tempo, foi dado conhecimento à ARH Tejo.

Por proposta do Consórcio, e em caso de concordância pela ARH Tejo, a 2.<sup>a</sup> campanha será realizada a partir de Fevereiro de 2011 (época húmida) e a 3.<sup>a</sup> em Setembro/Outubro (época seca), mantendo, assim, o calendário que tem vindo a ser seguido pela ARH.

#### **5. ESTRUTURA ORGANIZATIVA**

Para o desenvolvimento do processo de elaboração do PGRH Tejo e do PBH Oeste, a ARH Tejo estabeleceu uma estrutura organizativa baseada em áreas temáticas e áreas horizontais, que se sintetiza na Figura 5.1.

## Estrutura organizativa do processo de elaboração dos planos



ARH  
TEJO

Extraída de: Simone Pio: Sessão técnica “Os Desafios da Gestão da Água”. Santarém, 2009

**Figura 5.1 – Estrutura organizativa do processo de elaboração dos planos**

O PGRH Tejo e o PBH Oeste são desenvolvidos de acordo com o estabelecido nas Especificações Técnicas do Caderno de Encargos, o qual refere que a estrutura do Relatório do PGBH compreende as Partes de 2 a 7 e as Partes Complementares A e B, a saber:

- **Parte 1** – Enquadramento e Aspectos gerais
- **Parte 2** – Caracterização da Região Hidrográfica
- **Parte 3** – Síntese da Caracterização e Diagnóstico da Região Hidrográfica
- **Parte 4** – Cenários Prospectivos
- **Parte 5** – Objectivos
- **Parte 6** – Programa de Medidas e de investimentos
- **Parte 7** – Sistema de Promoção, de Acompanhamento, e Avaliação
- Parte Complementar A - Avaliação Ambiental Estratégica
- Parte Complementar B - Participação Pública

Por forma a seguir o estabelecido no índice da Elaboração do Plano de Gestão da Região Hidrográfica do Tejo, o índice do presente relatório tem à frente de cada secção, entre parêntesis, a numeração ali utilizada.

Na Parte 1 define-se o enquadramento legal e institucional do processo de planeamento. Esta parte permitirá, também, identificar e caracterizar os objectivos do Plano, assim como os princípios de planeamento e de gestão dos recursos hídricos.

Na Parte 2 elabora-se a caracterização da região hidrográfica, a qual constitui um processo dinâmico e organizado em conteúdos técnicos, ao serviço das restantes partes, e sistematiza nele as problemáticas mais relevantes, permitindo obter um diagnóstico da situação actual.

Na Parte 3 procede-se à síntese da caracterização e diagnóstico para as sete áreas temáticas discriminadas seguidamente, relativamente às quais se apresentarão as sínteses da caracterização, do cumprimento das disposições legais em vigor relativas à água, aos solos e às actividades com efeitos directos e indirectos mensuráveis nos recursos hídricos procedendo-se, posteriormente, aos correspondentes diagnósticos:

- Área temática 1 – Qualidade da Água;
- Área temática 2 – Quantidade de Água;
- Área temática 3 – Gestão de Riscos e Valorização do Domínio Hídrico
- Área temática 4 – Quadro Institucional e Normativo
- Área temática 5 – Quadro Económico e Financeiro
- Área temática 6 – Monitorização, Investigação e Conhecimento
- Área temática 7 – Comunicação e Governança

A Parte 4 contempla o desenvolvimento de cenários prospectivos que sustentem a identificação e análise das tendências de evolução socioeconómica que influenciam as pressões e os impactes gerados pelas utilizações da água.

A Parte 5 estabelece os objectivos estratégicos, ambientais e outros para a região hidrográfica e para as massas de água, identificando as que se encontram em risco de não alcançar as metas, sendo analisados os casos em que se ponderará encarar prorrogações de prazo e derrogações.

A Parte 6 apresenta o programa de medidas (de base, suplementares e adicionais) que identifica e caracteriza material, financeira e operacionalmente o plano de medidas para a concretização dos objectivos definidos, e estabelece as prioridades de implementação das mesmas e, por último, define a programação financeira.

Na Parte 7 define-se o sistema de promoção acompanhamento, controlo e avaliação, envolvendo uma estrutura de coordenação e acompanhamento e um sistema organizacional que garanta a concretização, coerência e a consistência da aplicação

dos programas de medidas, bem como a sua aplicação coordenada com os restantes planos e programas sectoriais, especiais ou específicos e que contemplem os âmbitos nacional, luso-espanhol e europeu.

No âmbito da articulação entre os diferentes Lotes, para além das reuniões conjuntas na ARH, foram estabelecidos contactos verbais e escritos com os Lotes 2 e 5.

Nos contactos com o Lote 5 foram-nos apresentados para análise e pareceres, quer os cronogramas quer os respectivos programas relativos à Avaliação Ambiental Estratégica e à Participação Pública os quais, de um modo geral, eram reanalisados nas reuniões conjuntas com a ARH Tejo.

Relativamente ao Lote 2, e tendo em consideração que competirá a este Lote a elaboração final do Plano e ainda pelo facto de haver um conjunto significativo de áreas comuns que ambos os Lotes tinham que desenvolver, nomeadamente, Características Gerais da Região Hidrográfica, Usos e Necessidades, Abastecimento e Tratamento de Águas Residuais, Pressões Naturais e Incidências Antropogénicas Significativas, nos frequentes contactos havidos, analisaram-se e ajustaram-se metodologias e colaborou-se na recolha e tratamento dos dados.

Refere-se, ainda, que o Plano de Gestão das Bacias Hidrográficas que integram a Região Hidrográfica do Tejo e Plano da Bacia Hidrográfica das Ribeiras do Oeste tem vindo a ser desenvolvido, desde o início, em ambiente SIG.

A característica de espacialização de informação do SIG torna este subsistema como uma componente transversal do Plano, abrangendo a informação existente na ARH do Tejo e das Ribeiras do Oeste, bem com a informação a produzir, no âmbito do Plano, relativamente a todos os conteúdos que geram informação geo-referenciável ao território.

Esta dimensão transversal do SIG, que lhe advém da base comum de representação do território (a cartografia digital), da necessidade de harmonização das formas de representação e de codificação das entidades cartografadas, será um garante da coerência e consistência da informação utilizada e produzida, e uma poderosa ferramenta de análise e apresentação do Plano.

# PARTE 2 - CARACTERIZAÇÃO DA REGIÃO HIDROGRÁFICA

---

## 1. CARACTERÍSTICAS GERAIS DA REGIÃO HIDROGRÁFICA (1)

### 1.1 GEOLOGIA E GEOMORFOLOGIA (1.4)

#### 1.1.1 Geologia (1.4.1)

A caracterização geológica apresentada é feita com base no volume de síntese da Fase I do PBH das ribeiras do Oeste (MAOT, 2001).

No Anexo 1 pormenorizam-se as estruturas tectónicas, a caracterização da fracturação e a definição das principais direcções de falha.

##### 1.1.1.1 Quadro Geológico–Estrutural

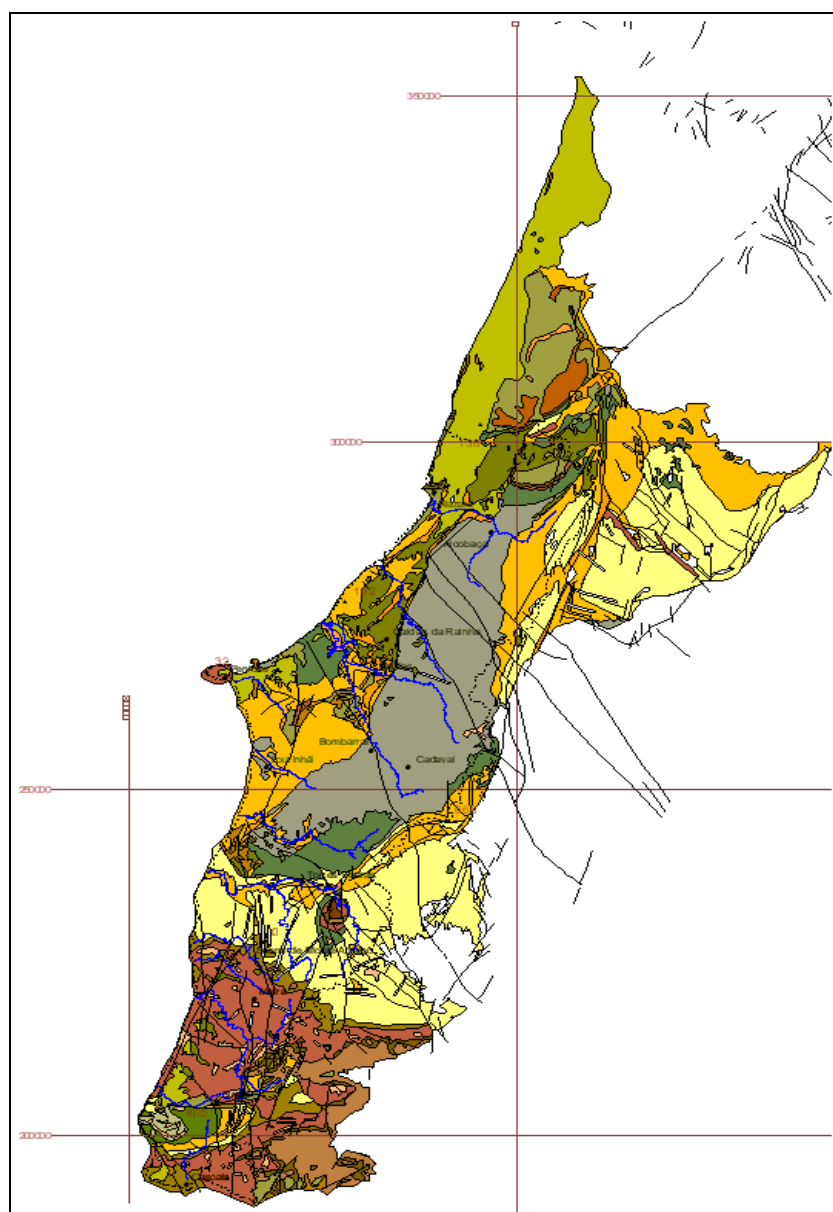
A área das Bacias do Oeste constitui uma parte importante da Orla Ceno–Mesozóica ocidental, uma das unidades estruturais em que se decompõe o território continental português. As outras unidades são a Bacia Terciária do Tejo e Sado, a Orla Ceno–Mesozóica meridional e o Maciço Antigo ou Hespérico. Este constitui o substrato precâmbrico e paleozóico das outras três.

Os materiais geológicos constituintes das Bacias do Oeste são, na sua maioria, sedimentares, cujas deposições ocorreram desde o início da Era Secundária ou Mesozóica até à actualidade.

As condições em que tais deposições se realizaram foram muito variadas, umas vezes em imersão e a diferentes profundidades, outras emersas e sob variados regimes climáticos. Consequentemente, as constituições litológicas resultaram igualmente variadas.

A cartografia geológica de Portugal, de que se apresenta na Figura 1.1 a parte correspondente às Bacias do Oeste, revela que aflora um grande número de formações que testemunham muitos dos níveis estratigráficos de todo o período da sua formação. Mas, consultada a sequência estratigráfica que acompanha aquela cartografia, verifica-se também que existem muitas lacunas estratigráficas.

A distribuição das formações geológicas, na área das Bacias, não é uniforme. A norte do rio Safarju e da bacia (nem toda) do rio Trancão, dominam formações jurássicas carbonatadas, enquanto a sul dominam formações cretácicas.



Fonte: MAOT (2001)

**Figura 1.1 – Carta Geológica da área do PBH Oeste**

O domínio das formações jurássicas aparece rompido, mercê de tectónica diapírica, por formações argilo-salíferas que ocupam uma área morfológicamente deprimida, entre Caldas da Rainha e o relevo calcário litoral, com prolongamento para norte e para sul numa extensão de cerca de 40 km.

O domínio das formações cretácicas também foi rompido (no final do Cretácico), mas aqui pela intrusão granítica da serra de Sintra, que arrastou no movimento ascensional sedimentos calcários jurássicos. Em consequência deste processo, estes calcários, dispostos como uma auréola da serra, aparecem metamorfizados.

A ocorrência, também no final do Cretácico, de outras manifestações eruptivas deu origem ao Complexo Vulcânico de Lisboa, que ocorre na sua maior parte nos concelhos de Lisboa e de Loures e que está representado sobretudo por escoadas basálticas, e a numerosos filões e chaminés vulcânicas de natureza também em geral basáltica.

As formações cretácicas foram, assim, em parte, ocultadas pelas rochas do Complexo Vulcânico. Estas, por sua vez, foram em parte recobertas, ainda em ambiente continental, por uma espessa série de sedimentos argilo-arenosos, de cor avermelhada, identificada por Complexo de Benfica.

A variada série sedimentar mesozóica e cenozóica, além das deformações sofridas pelo diapirismo das Caldas da Rainha e pela intrusão do plutonito de Sintra, evidencia outras deformações que se traduzem em dobramentos devidos a tensões tangenciais. Mas a tectónica fracturante também está presente.

No domínio jurássico, dois sistemas assumem expressão clara: o sistema NNE-SSW, identificado com a orientação da fossa tectónica que proporcionou a formação daquela série sedimentar; e o sistema NNW-SSE, mais recente, representados por extensas falhas cartografadas e por outras, menos conhecidas, que, como aquelas, controlam grande parte da rede de drenagem actual.

Ainda no mesmo domínio, salienta-se a ocorrência de um sistema de falhamento NE-SW, com o qual se relaciona a serra de Montejunto.

No domínio cretácico, a fracturação mais persistente tem orientação meridiana. As outras falhas, com orientações diversas, são mais dificilmente sistematizáveis.

Finalmente, resta referir que as formações quaternárias ocupam uma área relativamente modesta, em relação às mais antigas. De facto, limitam-se a algumas dunas já fossilizadas, a areias de praia e a dunas actuais e, por último, a aluviões.

### 1.1.1.2 Neotectónica

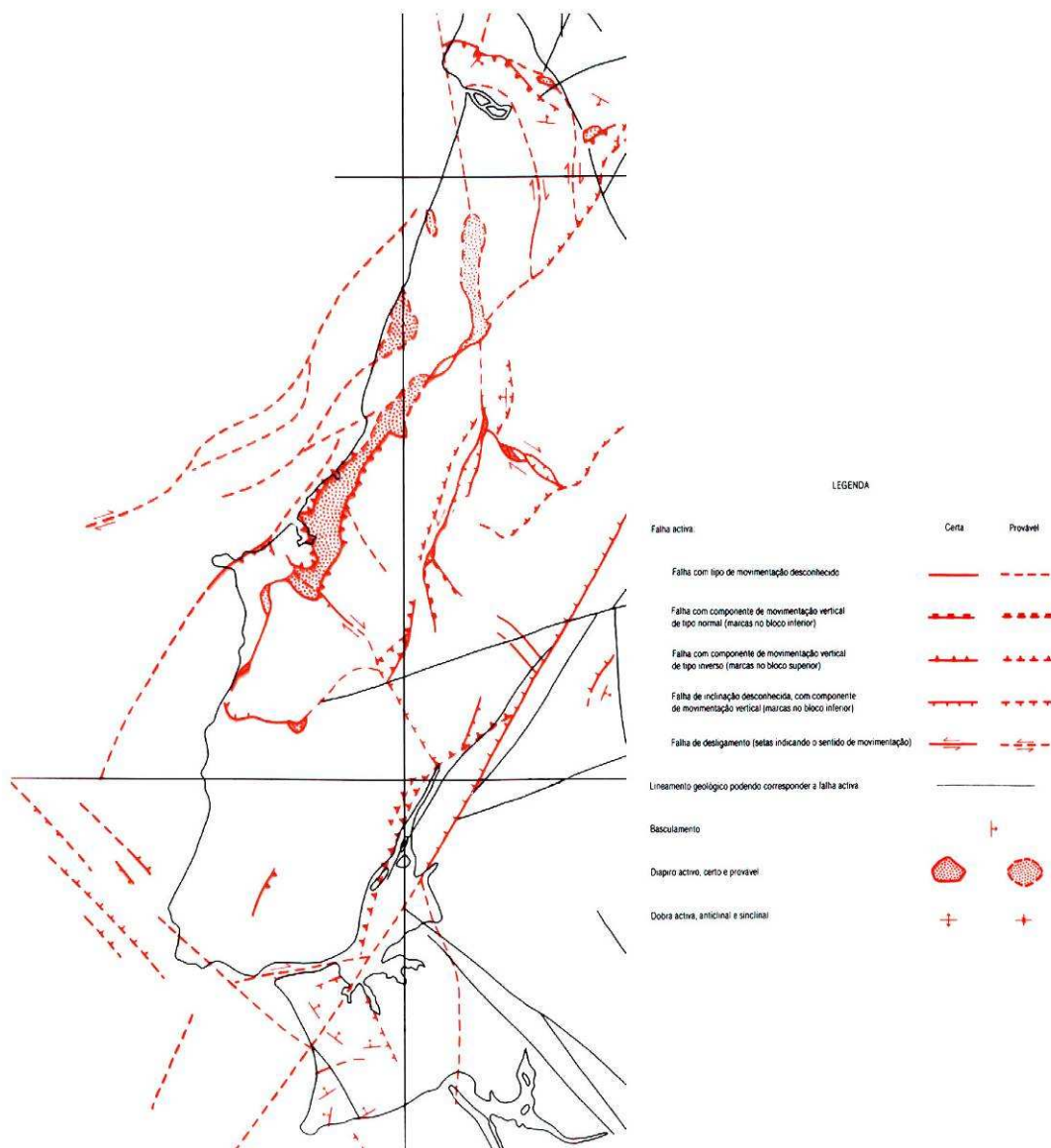
Os movimentos tectónicos com registo depois do último período de acalmia orogénica (Pliocénico), correspondente aproximadamente aos últimos 2 Ma (milhões de anos), consideram-se como tectónica activa.

O interesse por estas estruturas, eleitas como de elevado risco para obras de elevada susceptibilidade, designadamente centrais nucleares e barragens, justifica-se também pelos seus reflexos nos estudos geomorfológicos, com os quais os de neotectónica são interactivos. De facto, estes socorrem-se de análises geomorfológicas e aqueles, elaborados numa perspectiva mobilista, ponderam, por seu turno, a actividade tectónica recente.

Em princípio, esperar-se-ia uma relação estreita entre a actividade neotectónica e as manifestações sísmicas. Se nalguns casos isso é evidente, em muitos outros a relação é bastante discreta.

Na Figura 1.2 apresentam-se as estruturas neotectónicas cartografadas na área das Bacias do Oeste, de acordo com a Carta Neotectónica de Portugal, na escala 1/1 000 000. De entre todas merecem especial referência as que se identificam com a bacia tectónica – de origem diapírica – das Caldas da Rainha.





Fonte: MAOT (2001)

**Figura 1.2 – Estruturas Neotectónicas**

### 1.1.2 Geomorfologia (1.4.2)

A evolução morfológica da área das Bacias Hidrográficas do Oeste encontra-se muito estreitamente relacionada com condições geológicas e com agentes modeladores. De entre as primeiras salientam-se as seguintes:

- a litologia, responsável por diferenças texturais das superfícies dos terrenos, especialmente identificáveis pela observação remota; por diferenças do padrão de drenagem, especialmente identificáveis em

cartografias de média escala (entre 1/25 000 e 1/5 000); e por erosões diferenciais no contacto entre entidades litológicas distintas;

- a tectónica (nesta se incluindo a tectónica diapírica), responsável por deformações e fracturações das estruturas primárias, dando origem a formas de relevo típicas e a condições de erosão diferenciais.

Para efeitos de cartografia geomorfológica, agruparam-se as formações geológicas, tal qual vêm identificadas na Carta Geológica de Portugal na escala 1/500 000 (1992), em seis grandes conjuntos litológicos:

- rochas carbonatadas cársicas;
- rochas carbonatadas não cársicas;
- rochas detríticas;
- rochas filoneanas;
- rochas magmáticas eruptivas;
- rochas magmáticas vulcânicas.

De entre os agentes modeladores, salientam-se os seguintes:

- as **variações do nível de base geral (no oceano)**, responsáveis por variações da energia de erosão e de transporte de material sólido, com o consequente encaixe dos cursos de água, com a formação de terraços, em fase de descida, ou de planícies aluviais, em fase de subida, ou com a formação, na orla costeira, de arribas;
- os **ventos**, responsáveis por formas de abrasão na orla costeira e pela formação e movimentação de dunas;
- a **ondulação do oceano**, responsável pela erosão costeira e, especialmente, pelo recuo das arribas;
- a **água de escorrência superficial**, como agente mecânico de erosão, e a de infiltração em ambientes carbonatados, como agente químico de dissolução dos calcários (carsificação).

Da análise geomorfológica feita por esta via metodológica, chegou-se aos seguintes tipos de formas de relevo que se consideram fundamentais na área das Bacias do Oeste:

- **relevos residuais**, com os quais se identificaram pequenas intrusões basálticas ou traquíticas, aparelhos vulcânicos, a serra de Sintra e as serras de Montejunto e dos Candeeiros;

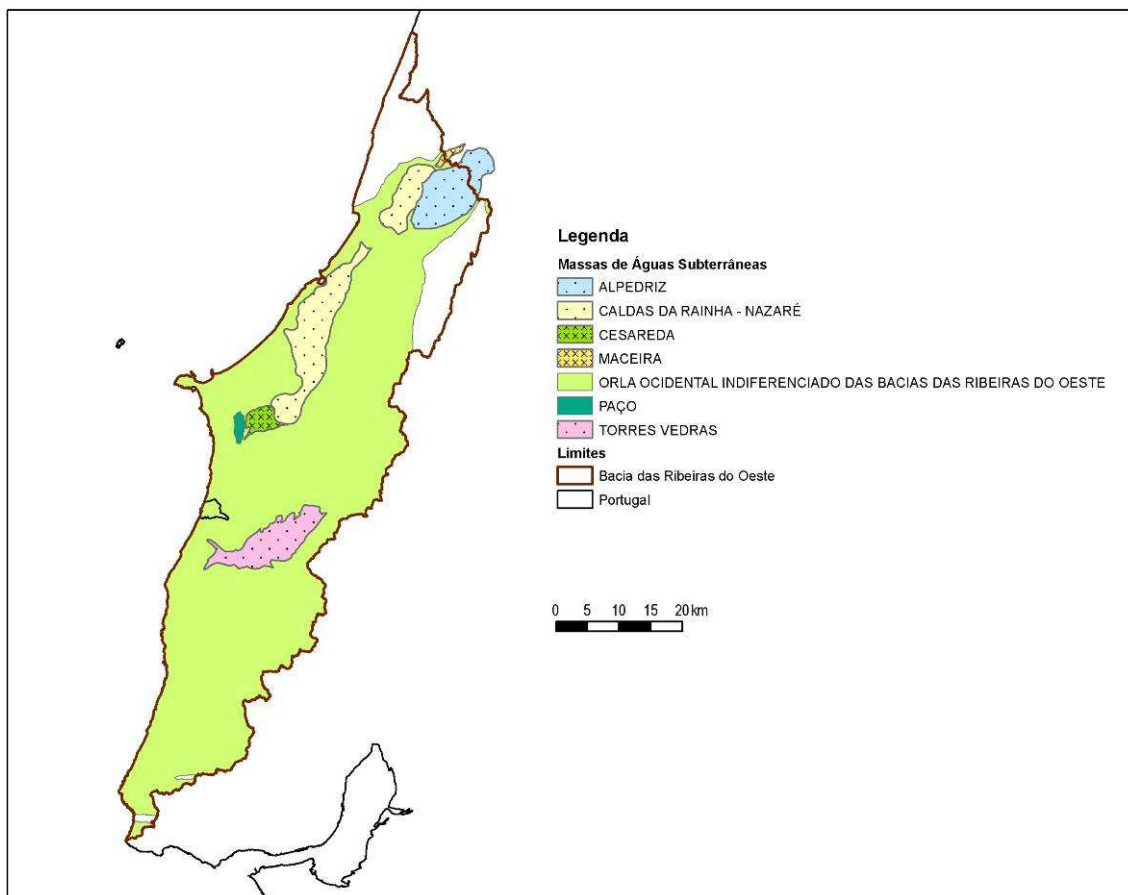
- **depressões aluvionadas**, com as quais se identificaram a extensa depressão tifónica das Caldas da Rainha e as depressões estruturais da Granja do Marquês e de Alfouvar;
- **vales encaixados**, em fracturas extensas ou resultantes apenas do abaixamento do nível de base geral (vales epigenéticos);
- **terraços litorais**, localizados em Assafora, Magoito e Fontanelas;
- **dunas consolidadas**, localizadas entre a foz do Falcão e a Praia das Mações e entre o Guincho, o Cabo Raso e o Farol da Guia;
- **arribas**, identificadas em grande parte da costa, na sua maioria de natureza rochosa;
- **praias**, numerosas mas de pequena extensão;
- **península de Peniche**, em ligação com o continente através de um cordão dunar.

### 1.1.3 Hidrogeologia (1.4.3)

#### 1.1.3.1 Massas de águas subterrâneas

Na área do Plano de Bacia Hidrográfica das Ribeiras do Oeste foram identificadas sete massas de águas subterrâneas (Figura 1.3). Seis destas massas de águas foram identificadas como sistemas aquíferos em Almeida *et al.* (2000): Alpedriz, “Caldas de Rainha - Nazaré”, Cesareda, Maceira, Paço e “Torres Vedras”. A massa de água “Orla ocidental indiferenciado das bacias das ribeiras do Oeste” agrega todas as formações geológicas que não estão contidas nas massas de águas subterrâneas referidas. Na parte N da área do PBH das ribeiras do Oeste existe uma área sem massa de águas subterrâneas definida, porque esta foi incluída no PGRH do Centro (massa de águas subterrâneas “Vieira de Leiria-Marinha Grande”).

O Quadro 1.1 lista as massas de águas subterrâneas em conjunto com o tipo de porosidade e as litologias dominantes.



**Figura 1.3 – Massas de água subterrânea do PBH Oeste**

**Quadro 1.1 – Identificação das massas de águas subterrâneas e litologias dominantes**

Código	Designação	Litologias dominantes	Área (km <sup>2</sup> )
O18	Maceira	Calcários compactos, calcários margosos, margas e calcários cristalinos	5,06
O19	Alpedriz	Arenitos argilosos, mais ou menos grosseiros com lenticulas argilosas; margas, arenitos, calcários detriticos, calcários margosos e calcários compactos	92,52
O23	Paço	Areias médias a finas, com intercalações argilosas	6,39
O24	Cesareda	Calcários microsparíticos e oolíticos, por vezes margosos e margas	16,82
O25	Torres Vedras	Arenitos feldspáticos e caulíferos, com abundantes lenticulas argilosas	79,83
O33	Caldas da Rainha – Nazaré	Areias com leitos de lenhitos e diatomitos, com alguns seixos e, por vezes, uma ou mais bancadas delgadas de calcário arenítico	166,04
O04RH4	Orla ocidental indiferenciado das bacias das ribeiras do Oeste	Arenitos, areias, calcários, margas, rochas intrusivas e extrusivas	1801,41

Fonte: SNIRH, Almeida et al. (2000)

O Quadro 1.2 sintetiza a informação, por massa de águas subterrâneas, relativamente às formações aquíferas dominantes, ao tipo de aquífero e respectiva porosidade. Como tipos de aquíferos possíveis consideram-se: (1) livre e (2) confinado (que inclui

o tipo semi-confinado), dando-se ainda a indicação quando se trata de um sistema multicamada. Na porosidade, consideram-se os seguintes tipos: (1) intergranular; (2) fissurado; e (3) cársico.

**Quadro 1.2 – Formações aquíferas dominantes e classificação das massas de águas subterrâneas quanto ao tipo de aquífero e ao meio de escoamento**

Massa de Águas subterrâneas	Formações aquíferas dominantes	Tipo de aquífero	Tipo de porosidade
O18 - Maceira	Calcários (Lias e Dogger)	Livre (?)	Cársico
O19 - Alpedriz	Complexo Gresoso de Cós-Juncal (Cretácico inferior) e Formações carbonatadas (Cretácico superior)	Livre a Confinado, Multicamada	Intergranular
O23 - Paço	Complexo Plio-Plistocénico de Bolhos	Livre a Confinado	Intergranular
O24 - Cesareda	Camadas de Cabaços e de Montejunto (Jurássico superior), Calcários (Jurássico médio)	Livre (?)	Cársico
O25 - Torres Vedras	Formação de Torres Vedras (Cretácico inferior)	Confinado, Multicamada	Intergranular
O33 - Caldas da Rainha – Nazaré	Areias marinhas fossilíferas e Areias continentais (Pliocénico superior)	Livre a Confinado, Multicamada	Intergranular
O04RH4 - Orla ocidental indiferenciado das bacias das ribeiras do Oeste	Sem formações aquíferas assinaláveis	Livre a Confinado, Multicamada	Intergranular, cársico e fissurado

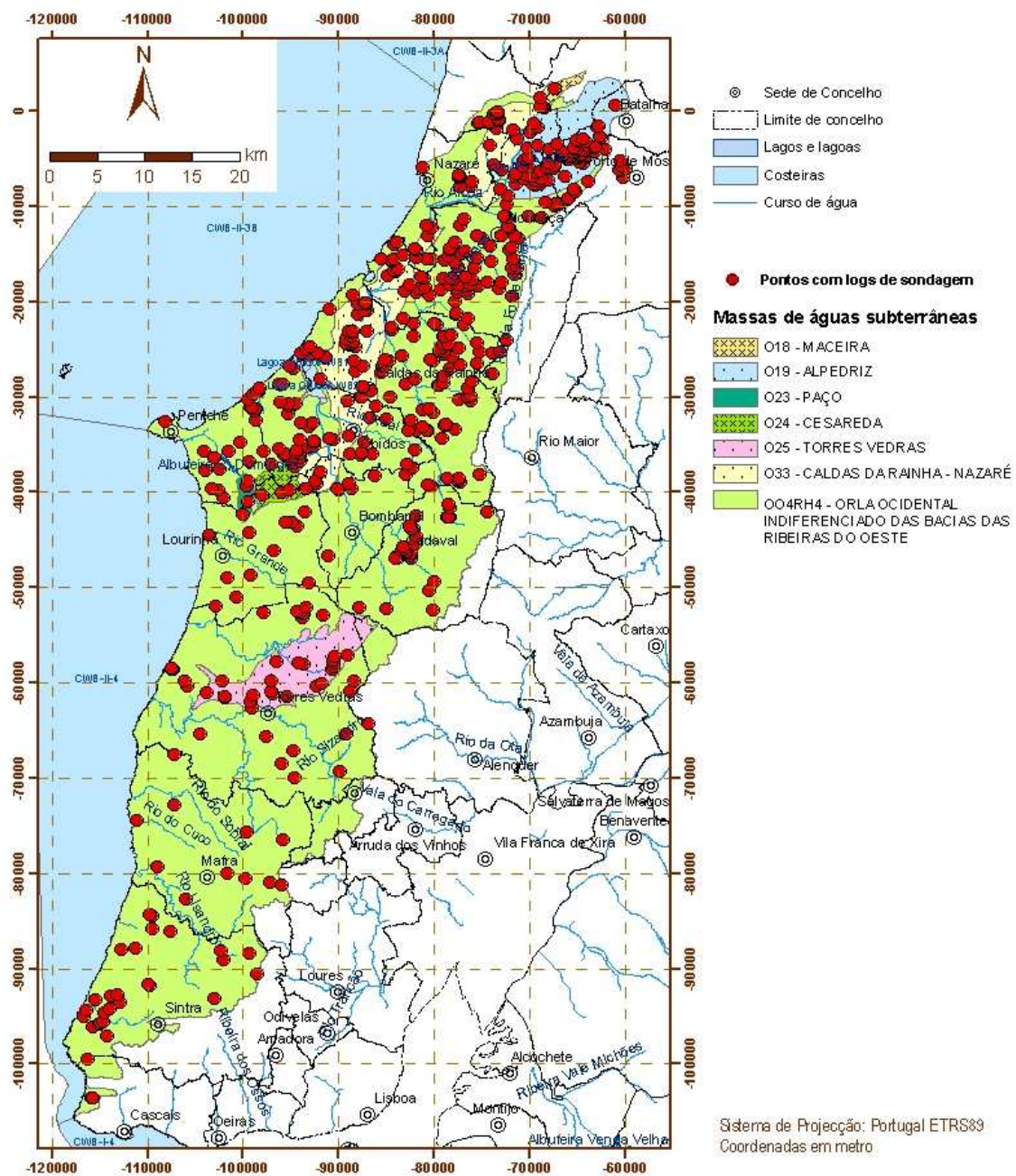
Fonte: SNIRH, Almeida et al. (2000)

O desenvolvimento dos aspectos hidrogeológicos das massas de águas subterrâneas é feito com detalhe na secção 2.1.2.

Da Figura 1.5 à Figura 1.10 apresentam-se cortes e logs geológicos esquemáticos interpretativos dos sistemas aquíferos apresentados no Quadro 1.2. Os cortes foram desenhados a partir da informação recolhida pelo consórcio nos arquivos da ARH Tejo, com base em 548 pontos com colunas litológicas, cuja a distribuição se apresenta por massa de água no Quadro 1.3 e Figura 1.4.

**Quadro 1.3 – Distribuição por massa de água, de pontos de água com informação dos logs das sondagens recolhidas**

<b>Código da massa de água</b>	<b>Nome da massa de água</b>	<b>Número actual de pontos com coluna litológica</b>
O19	Alpedriz	74
O33	Caldas da Rainha - Nazaré	87
O24	Cesareda	7
O18	Maceira	1
O04RH4	Orla Ocidental indiferenciado das bacias das ribeiras do Oeste	354
O23	Paço	4
O25	Torres Vedras	21
	TOTAL	548



**Figura 1.4 – Distribuição espacial de pontos de água (com log de sondagem) que intersectam as massas de água do PGRH Tejo e PBH Oeste**



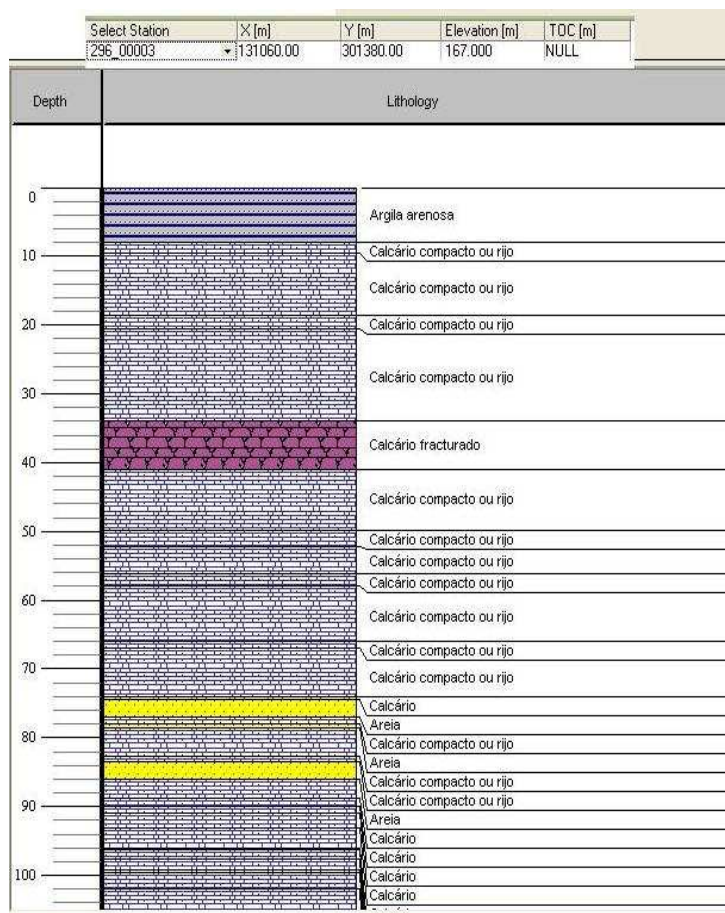


Figura 1.5 – Coluna geológica esquemático do único ponto no sistema aquífero de Maceira

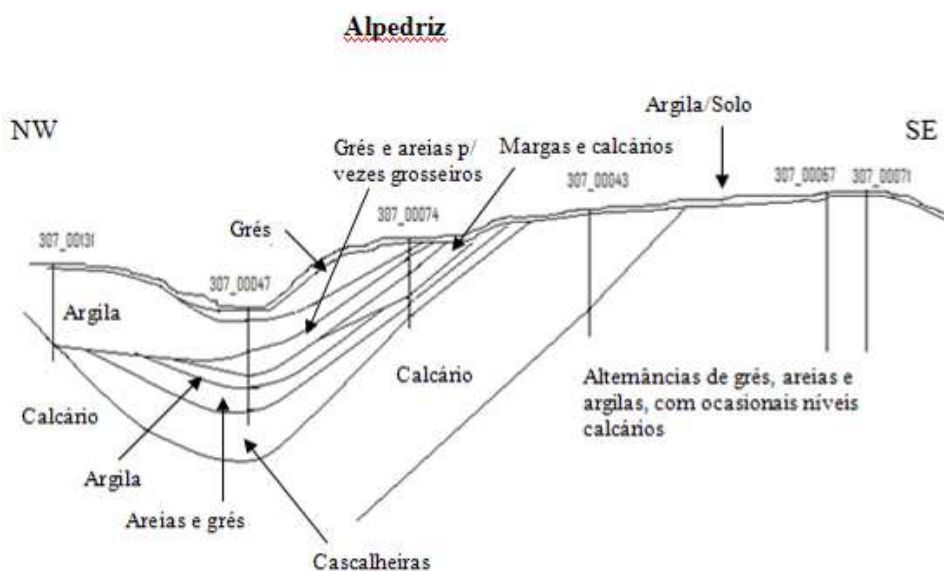
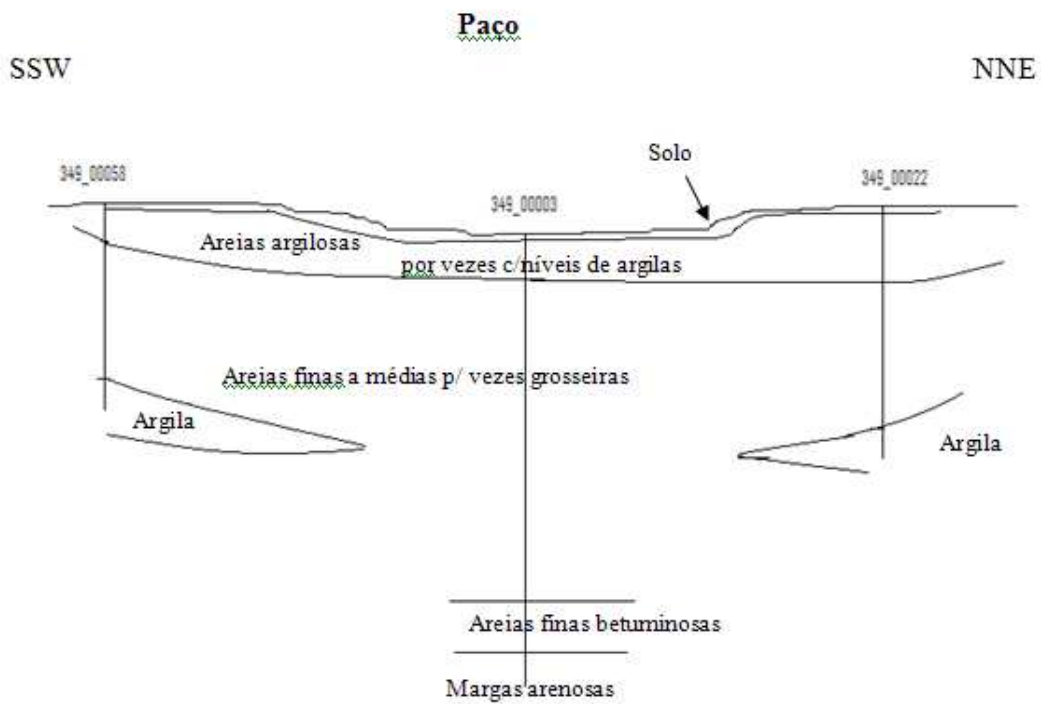


Figura 1.6 – Corte geológico esquemático do sistema aquífero de Alpedriz





**Figura 1.7 – Corte geológico esquemático do sistema aquífero de Paço**



**Figura 1.8 – Corte geológico esquemático do sistema aquífero de Cesareda**

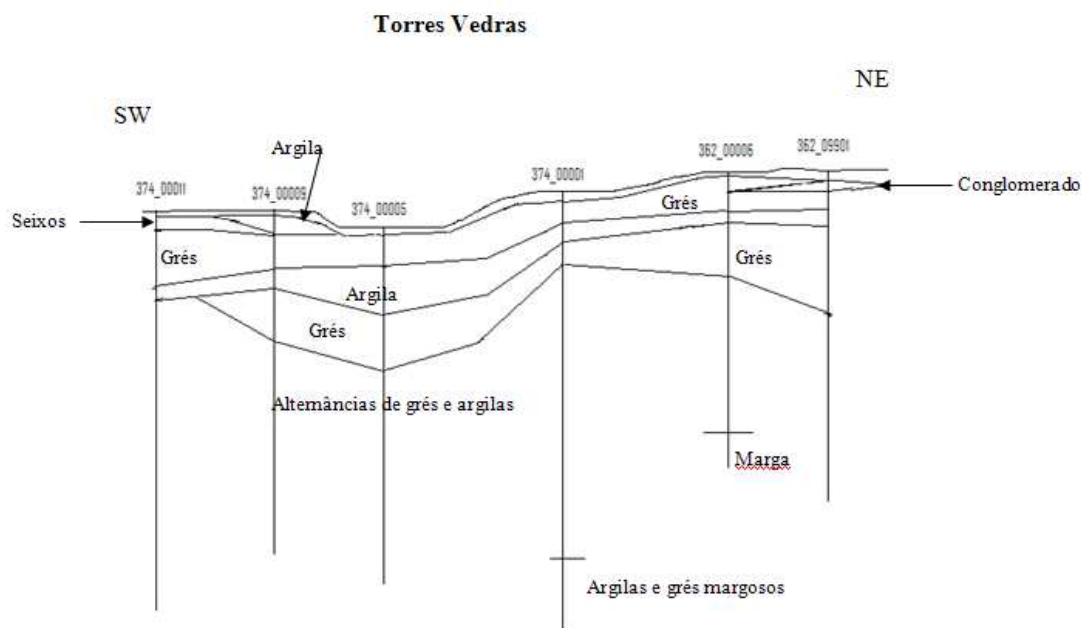


Figura 1.9 – Corte geológico esquemático do sistema aquífero de Torres Vedras

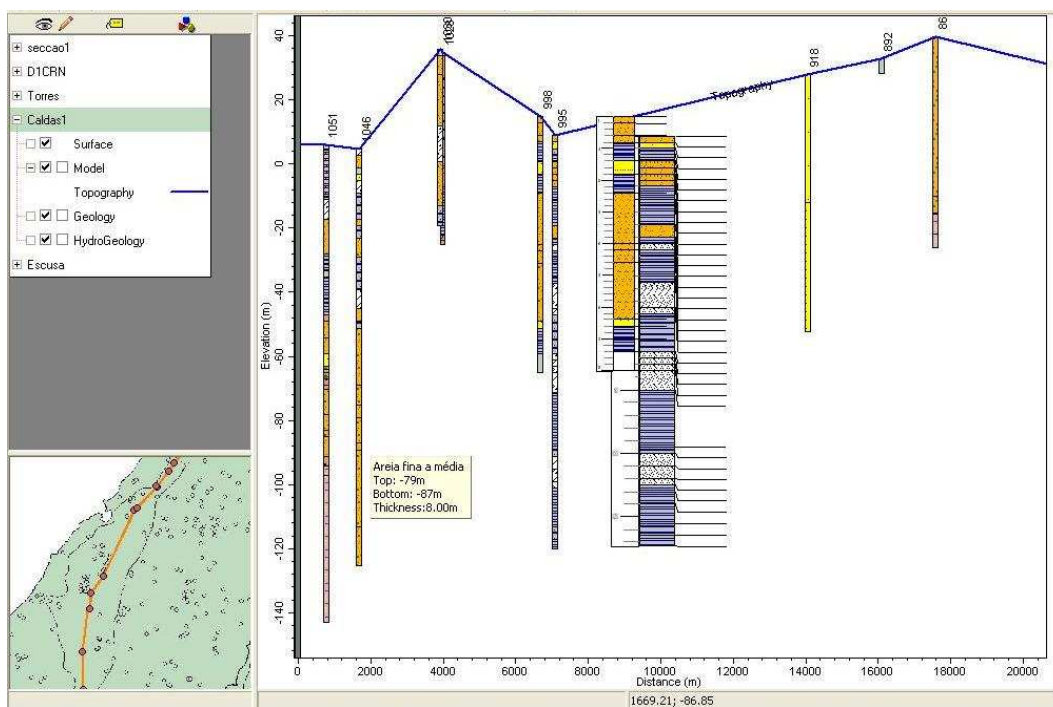


Figura 1.10 – Perfil geológico esquemático do sistema aquífero de Caldas da Rainha - Nazaré

### 1.1.3.2 Caracterização da fácies hidrogeoquímica

As principais características hidroquímicas das massas de águas subterrâneas da área do PBH Oeste são apresentadas em síntese no Quadro 1.4. As classificações apresentadas resultam projecção das concentrações dos iões  $\text{HCO}_3^-$ ,  $\text{SO}_4^{2-}$ ,  $\text{Cl}^-$ ,  $\text{Na}^+$ ,  $\text{Ca}^{2+}$  e  $\text{Mg}^{2+}$ , dos vários pontos pertencentes a uma mesma massa de águas subterrâneas, num Diagrama de *Piper*, para as análises disponíveis desde 2000.

**Quadro 1.4 – Síntese da caracterização hidroquímica das massas de águas subterrâneas**

Massa de águas subterrâneas	Fácies predominante
O18 - Maceira	Bicarbonatada cálcica
O19 - Alpedriz	Cloretada e bicarbonatada sódica e/ou cálcica
O23 - Paço	Bicarbonatada calco-magnésiana e cloretada sódica
O24 - Cesareda	Bicarbonatada calco-magnésiana
O25 - Torres Vedras	Bicarbonatada a cloretada cálcica e sódica
O33 - Caldas da Rainha - Nazaré	Bicarbonatada mista e cloretada mista

## **1.2 USOS E NECESSIDADES DE ÁGUA (1.7)**

### **1.2.1 Necessidades de água por tipologia de uso (usos consumptivos e não consumptivos) (1.7.1)**

#### **1.2.1.1 A. Abastecimento público - Sistemas de abastecimento**

##### *Resumo do Plano anterior*

No anterior Plano, as necessidades totais de água para abastecimento urbano foram avaliadas considerando o somatório das seguintes parcelas:

- utilizações domésticas;
- utilizações não-domésticas;
- perdas.

Definiu-se a utilização doméstica como aquela que está associada às necessidades de água para beber e confeccionar alimentos, à higiene pessoal, aos autoclismos e às lavagens de roupa e de loiça no interior das habitações (componentes da utilização doméstica no interior) e, ainda, à rega de jardins, quintais e hortas, à lavagem de viaturas e pátios e à alimentação de piscinas no exterior das habitações, mas dentro dos respectivos limites de propriedade (componentes da utilização doméstica no exterior). As componentes de utilização da mesma natureza da utilização doméstica satisfeitas fora das habitações foram incluídas nas utilizações não-domésticas.

Considerou-se que as utilizações domésticas são expressas em água facturada. Assim, as utilizações a título gratuito associadas a habitações e as satisfeitas por fontanários, ligações clandestinas ou fontes próprias não públicas sendo, do ponto de vista do uso, de natureza doméstica, não foram consideradas como tal.

As utilizações não-domésticas correspondem às associadas a estabelecimentos de ensino, hospitais e estabelecimentos do sector da saúde, hotelaria, restauração e à indústria transformadora (CAE 31 a 39, inclusive, de acordo com a Rev. 1 da Classificação Portuguesa das Actividades Económicas). Sinteticamente, utilizações não-domésticas são todas aquelas que, não sendo domésticas, terão de ser satisfeitas pelos sistemas públicos de abastecimento de água.

As utilizações não-domésticas foram expressas em água facturada embora, em alguns concelhos parte da água seja fornecida a certas instituições a título gratuito, contada

ou não contada. A água fornecida nestas condições não foi considerada como utilização não-doméstica.

De forma geral, os registos das utilizações não-domésticas não são feitos com a suficiente discriminação em cada concelho. Assim, as necessidades de água da indústria transformadora, satisfeitas, total ou parcialmente, ou não satisfeitas pelas redes de distribuição públicas, foram caracterizadas através das respostas ao inquérito lançado às indústrias no âmbito da identificação das fontes de poluição, nomeadamente, a partir de que “origem” é que as mesmas tinham sido satisfeitas.

Considerou-se que as perdas englobam:

- as fugas de água em cada uma das componentes do sistema por não se atingir a estanquidade absoluta;
- as parcelas de água não recuperadas nos processos de tratamento;
- a água retirada do sistema através de ligações clandestinas;
- a água usada de forma legal mas que não é objecto de contagem nem da estimativa dos respectivos quantitativos;
- a parcela associada à subcontagem decorrente da idade dos contadores;
- a água distribuída gratuitamente, ainda que após contagem.

As perdas são avaliadas em percentagem do total da água captada.

A análise das utilizações registadas foi realizada com base nos elementos obtidos nas visitas técnicas efectuadas às Câmaras Municipais e/ou Serviços Municipalizados e no inquérito realizado no âmbito da Análise Económica das Utilizações de Água às referidas entidades responsáveis pelo fornecimento de água. Apesar da heterogeneidade da qualidade e quantidade da informação obtida, consideraram-se os dados disponíveis relativos ao valor das utilizações facturadas em 1998, em cada concelho, discriminadas em domésticas e não-domésticas. No quadro seguinte resume-se a informação obtida.

**Quadro 1.5 – Necessidades para Abastecimento Urbano (milhões de m<sup>3</sup>/ano)**

Utilizações	Facturada	Perdas nos sistemas	
		Concelhos	Total
Utilizações domésticas	25	15	40
Utilizações não-domésticas	13	7	20
TOTAL	38	22	60

Fonte: PBHRO (2001)

O volume total de água associado aos sistemas de abastecimento concelhios servidos pelas redes públicas era de cerca de 60 milhões de m<sup>3</sup>/ano para a totalidade da área em estudo, dos quais cerca de 40 milhões de m<sup>3</sup>/ano correspondem a utilizações domésticas e os restantes 20 milhões de m<sup>3</sup>/ano a utilizações não-domésticas (indústria transformadora e restantes actividades).

A captação média global obtida a partir de todas as solicitações facturadas, não contabilizando as perdas, era de cerca de 198 l/hab.dia. As perdas têm um peso significativo, tendo-se obtido, para a totalidade da bacia, o valor médio de 33% da água captada. A inclusão das perdas traduz-se num aumento da captação média geral indicada para 311 l/hab.dia.

#### *Plano actual*

No presente plano, este subcapítulo baseou-se na informação proveniente do Relatório do Estado do Abastecimento de Água e da Drenagem e Tratamento de Águas Residuais INSAAR (dados de 2007). O relatório do INSAAR 2009 (dados de 2008) agrupa a bacia das ribeiras do Oeste na região hidrográfica RH 4, juntamente com as bacias dos rios Vouga, Mondego e Lis, pelo que os valores publicados não se referem somente à bacia hidrográfica em estudo. Por outro lado, os dados recolhidos no âmbito desse inventário ainda não foram disponibilizados para consulta, pelo que não é possível apresentar os dados de 2008 para a bacia hidrográfica das ribeiras do Oeste.

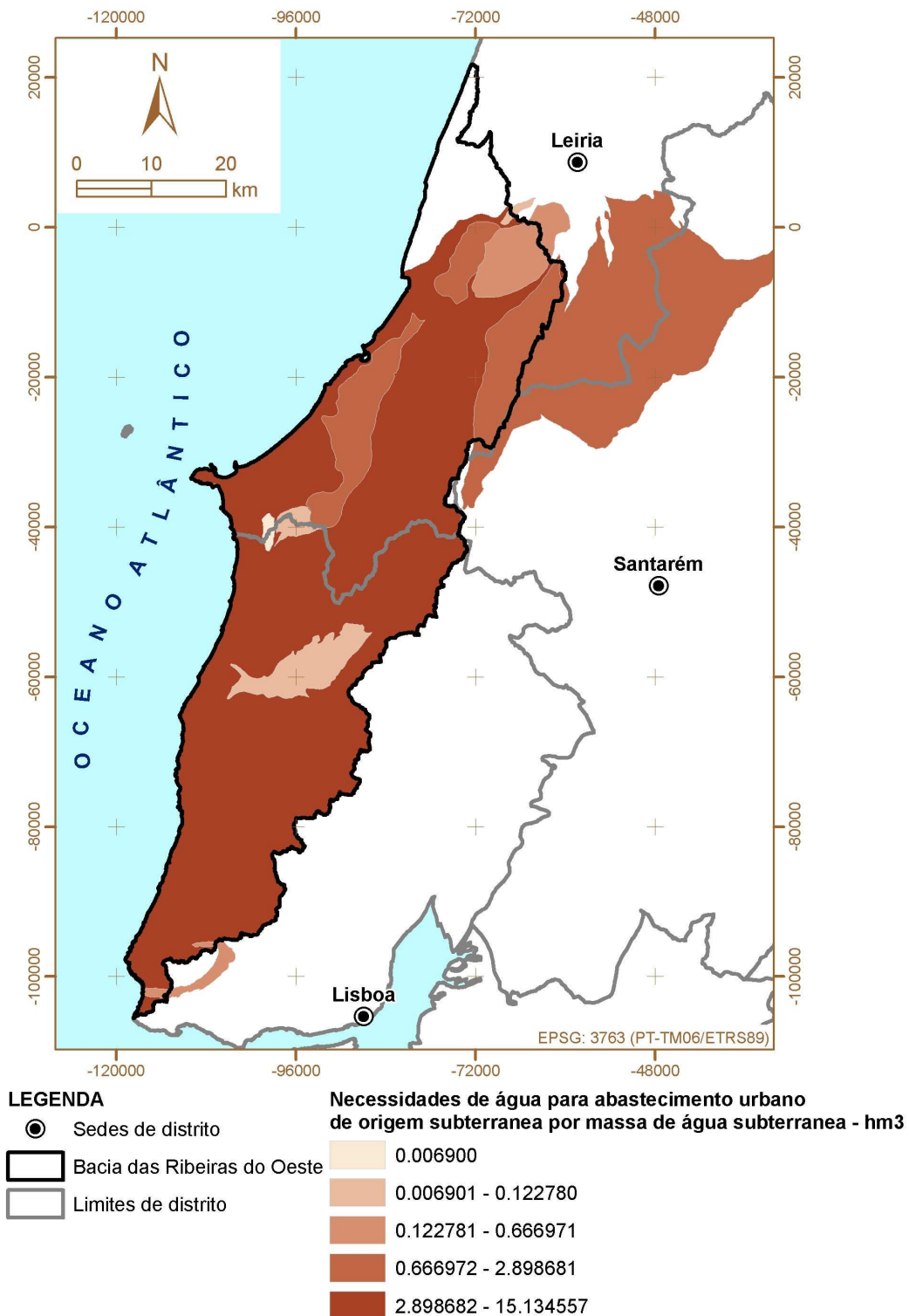
No quadro seguinte e na figura seguinte apresentam-se os volumes de água captados para abastecimento público com origem subterrânea, por massa de água, de acordo com o levantamento INSAAR 2007 que abrange 148 captações:

**Quadro 1.6 – Abastecimento público. Volumes de água provenientes de captações subterrâneas (m<sup>3</sup>/ano) por massa de água**

<b>Massa de água</b>	<b>Volume captado</b>
PTO04RH4	5 048 276
PTO12(*)	2 065 050
PTO19	475 200
PTO20	1 601 003
PTO23	473 909
PTO24	284 994
PTO25	27 295
PTO33	9 532 440
Total	19 508 117

Fonte: INSAAR 2007

(\*) duas captações que estão situadas em massa de água subterrânea pertencente à Região Hidrográfica 4, fora do limite da bacia das ribeiras do Oeste



**Figura 1.11 – Abastecimento Público. Volumes de água provenientes de captações subterrâneas (hm<sup>3</sup>/ano) por massa de água subterrânea**

Como se explicitará adiante no capítulo relativo ao abastecimento de água, as necessidades actuais de água para abastecimento estimaram-se a partir das



capitações úteis e totais e perdas, as quais foram estimadas com base nos dados do INSAAR 2007. As necessidades assim estimadas são de cerca de 49 hm<sup>3</sup>/ano, valor próximo daquele que, de acordo com os dados do INSAAR 2007, foi efectivamente consumido.

Tendo em conta os volumes apresentados no quadro anterior, pode dizer-se que cerca de 40% destas necessidades de água são satisfeitas por origens subterrâneas.

As necessidades agora estimadas são bastante inferiores às estimadas no anterior Plano (60 hm<sup>3</sup>/ano), devendo-se a diferença aos dados de base utilizados, nomeadamente capitações e perdas e ainda às diferentes áreas de abrangência dos dois planos.

No próximo relatório serão apresentados os resultados previstos na metodologia apresentada, tendo em conta o tratamento das captações licenciadas pela ARH Tejo e pelas Comissões de Coordenação e Desenvolvimento Regional (CCDR) do Centro e do Alentejo em curso para o subcapítulo Pressões naturais e incidências antropogénicas significativas. Os resultados serão apresentados por concelho e por massa de água.

#### **1.2.1.2 B. Agricultura**

##### *Resumo do Plano anterior*

No anterior Plano avaliaram-se os consumos de água na agricultura e agro-pecuária para a BHO, tendo sido as culturas de regadio objecto de estudo mais pormenorizado porque representam o maior consumo de água no sector.

Como a informação disponível dos consumos de água na agricultura e pecuária era bastante deficiente, foram estimados indirectamente os volumes consumidos. Assim, para cálculo dos consumos de água na agricultura, foram estimadas as necessidades hídricas das culturas utilizando-se o modelo ISAREG (Teixeira, 1994), sendo estas posteriormente afectadas pela respectiva eficiência e áreas regadas. O modelo consiste na realização de um balanço hídrico do solo para uma série temporal, que foi de 49 anos (1942-1990). Todo o contexto agronómico no que respeita a ocupação cultural de regadio, épocas de sementeira e colheita e níveis de produtividade obtidos, baseou-se na informação recolhida para a região.

Para efeito dos cálculos das necessidades hídricas das culturas, assumiu-se que a disponibilidade de água para as plantas é ilimitada, ou seja, que não há situações de

escassez hídrica que levem à redução da sua produtividade potencial. Os valores das necessidades teóricas obtidos por este balanço foram posteriormente afectados pela eficiência de rega, obtendo-se a estimativa dos consumos hídricos por unidade de área (consumos unitários). Os consumos de água na agricultura foram então calculados através do produto dos consumos unitários pela área de regadio existente na região.

A região correspondente ao PBHRO apresenta características homogéneas quanto a clima, solos, paisagem e ocupação cultural, caracterizada como região agro-ecológica do Oeste (IEADR, 1995). Esta região apresenta um relevo acidentado, alternando colinas com vales mais ou menos cavados e planícies aluvionares. As culturas permanentes são de elevada importância na região, bem como hortícolas ao ar livre e em estufas.

A determinação das áreas regadas baseou-se nos registos de área regável do RGA/99 (INE, 1999). Utilizaram-se também os dados obtidos na Direcção Regional de Agricultura do Ribatejo e Oeste e no Instituto de Hidráulica, Engenharia Rural e Ambiente (actual Direcção Geral de Agricultura e Desenvolvimento Rural, DGADR), quanto à localização e áreas regadas por regadios de iniciativa pública e tradicionais.

No quadro seguinte apresentam-se as áreas regadas por bacia hidrográfica e por tipo de regadios, calculadas com base nos valores obtidos para os concelhos.

**Quadro 1.7 – Áreas (ha) de regadio por tipo de regadios por bacia hidrográfica**

Bacia	Públicos	Tradicionais	Individuais	Total
Alcobaça	454	–	5 929	6 383
Colares	–	–	253	253
Costa Estoril	–	–	233	233
Óbidos	–	105	4 834	4 939
Lisandro	–	65	795	860
Peniche	–	–	2 471	2 471
S. Martinho	–	120	2 520	2 640
Safarujo	–	–	776	776
Sizandro	–	950	2 136	3 086
Total global	454	1 240	19 947	21 641

Fonte: PBHRO (2001)

A ocupação cultural tipo para a região, apresentada no Quadro 1.8, foi definida com base em informação obtida através da Direcção Regional de Agricultura, a nível de concelho.

**Quadro 1.8 – Principais culturas regadas na região (área em ha e %)**

Culturas	Milho	Sorgo	Forragens	Batata	Tomate	Melão	Girassol	Pomares	Total
Área (ha)	987	28	650	4 702	284	50	15	12 810	19 526
Área (%)	5,1	0,1	3,3	24,1	1,5	0,3	0,1	65,6	100,0

Fonte: PBHRO (2001)

O balanço hídrico foi realizado para cada uma das principais culturas regadas na região, sendo as necessidades globais resultantes da ponderação das necessidades por cultura de acordo com a respectiva percentagem de ocupação de área. Para além das necessidades hídricas teóricas para a série de anos em análise (1942-1990) em ano médio, calcularam-se também os valores para ano seco e húmido.<sup>1</sup> No quadro seguinte apresentam-se os valores obtidos por cultura.

**Quadro 1.9 – Necessidades hídricas teóricas médias anuais (mm) por cultura**

Cultura	Ano médio	Ano seco	Ano húmido
Milho	426	470	382
Sorgo	360	400	320
Batata	268	313	224
Tomate		379	306
Melão	306	342	271
Girassol	336	382	290
Pomar	383	430	336
FORAGEM	376	424	327

Fonte: PBHRO (2001)

Ponderando as necessidades anuais na região, obtiveram-se necessidades hídricas teóricas de 356 mm em ano médio. Em ano seco, as necessidades hídricas ascendem a 403 mm e em ano húmido reduzem-se para 310 mm.

A eficiência de rega consiste no quociente entre a quantidade de água consumida pelas culturas e a quantidade global de água utilizada, conceito que se aplica às infra-

---

<sup>1</sup> O ano seco define-se como aquele em que as necessidades hídricas são superiores às de 80% dos anos; o ano húmido, como tendo necessidades hídricas superiores às de 20% dos anos.

estruturas de transporte, de distribuição e de aplicação. Dividindo-se os valores de necessidades teóricas obtidos pela eficiência de rega, obtêm-se as necessidades de rega reais.

Devido à heterogeneidade dos sistemas de rega aplicados, bem como dos sistemas de adução de água existentes nos vários tipos de regadio, a eficiência de rega é variável dentro da bacia. De forma genérica, a eficiência global de rega é menor nas zonas de maior disponibilidade de água, que também se caracteriza pelas deficientes estruturas de derivação e captação de água. Considerava-se que, a médio prazo, era expectável a melhoria geral das eficiências de rega, em virtude da modernização das infra-estruturas e adopção de novos métodos e práticas de rega. No PBHRO extrapolaram-se os valores apresentados por Leal (1995), Santos Júnior e Sousa (1998), assumindo-se para a região do Oeste uma eficiência global de rega de 60%.

Os consumos unitários e totais de água para rega na região foram calculados a partir das necessidades reais e as respectivas áreas regadas. Adoptou-se o mesmo critério para os três tipos de regadio: colectivos de iniciativa pública, colectivos tradicionais e individuais. Com efeito, apesar de existirem dados de consumos anuais para os regadios de iniciativa pública, estes não foram utilizados para assegurar a coerência metodológica da estimativa.

Avaliaram-se os consumos de água por tipo de regadio e por bacia hidrográfica para ano médio, seco e húmido. Os valores dos consumos apresentados no quadro seguinte resultam do produto das necessidades hídricas teóricas para a ocupação cultural tipo pela área regada, afectada pela eficiência.

**Quadro 1.10 – Consumos de água por tipos de regadio em ano médio (hm<sup>3</sup>)**

Bacia	Públicos	Tradicionais	Individuais	Total
Alcobaça	2,7	0,0	35,2	37,9
Colares	0,0	0,0	1,5	1,5
Costa Estoril	0,0	0,0	1,4	1,4
Óbidos	0,0	0,6	28,7	29,3
Lisandro	0,0	0,4	4,7	5,1
Peniche	0,0	0,0	14,7	14,7
S. Martinho	0,0	0,7	15,0	15,7
Safarujo	0,0	0,0	4,6	4,6
Sizandro	0,0	5,6	12,7	18,3
Total global	2,7	7,4	118,4	128,5

Fonte: PBHRO (2001)

O consumo de água para rega foi estimado em aproximadamente 128,5 hm<sup>3</sup> em ano médio, subindo para 145,2 hm<sup>3</sup> em ano seco e descendo para 112,0 hm<sup>3</sup> em ano húmido.

#### *Plano actual*

No presente Plano, dada a ausência de informação que permita utilizar outras metodologias, as necessidades anuais de água rega foram também estimadas a partir das necessidades hídricas úteis das culturas, obtidas pela realização do balanço hídrico, afectadas pelas eficiências dos sistemas de adução, distribuição e de aplicação.

A água utilizada na rega tem por função complementar a humidade do solo necessária à actividade fisiológica normal das plantas, sendo, portanto, a água para a rega utilizada durante o período vegetativo. A quantidade de água utilizada para a rega não tem uma distribuição uniforme no tempo, uma vez que esta se destina a complementar as necessidades hídricas das culturas, garantindo o seu desenvolvimento vegetativo normal ao longo do ano. Desta forma, os volumes utilizados têm uma distribuição no tempo condicionada por todos os factores meteorológicos e hidrológicos que determinam o teor de humidade no solo.

Embora a água de rega seja, na sua maior parte, consumida pela evapotranspiração das culturas e dos solos, os sistemas de adução e distribuição de água determinam perdas que podem ser consideráveis e que têm que ser contabilizadas no balanço final.

Estas perdas são bastante diferentes nos regadios individuais e nos regadios colectivos de iniciativa pública de grande dimensão, pelo que se optou pela determinação dos volumes utilizados em separado.

Para os regadios individuais, cuja informação de base detalhada sobre os consumos de água não é registada por qualquer entidade Regional ou Nacional, as necessidades hídricas foram estimadas indirectamente com base em dados estatísticos sobre áreas regadas e na simulação de balanços de água no solo para estimar as necessidades de rega das culturas.

Nas bacias das ribeiras do Oeste não se encontram em exploração perímetros de rega de iniciativa pública com grande dimensão que justifiquem a sua individualização.

Deste modo, foi adoptada a mesma metodologia para todas as áreas regadas na região do plano.

Assim, quer para os regadios colectivos de iniciativa pública, de pequena dimensão, geridos por juntas de agricultores, quer para os regadios colectivos tradicionais aplicou-se também a metodologia adoptada para os regadios individuais.

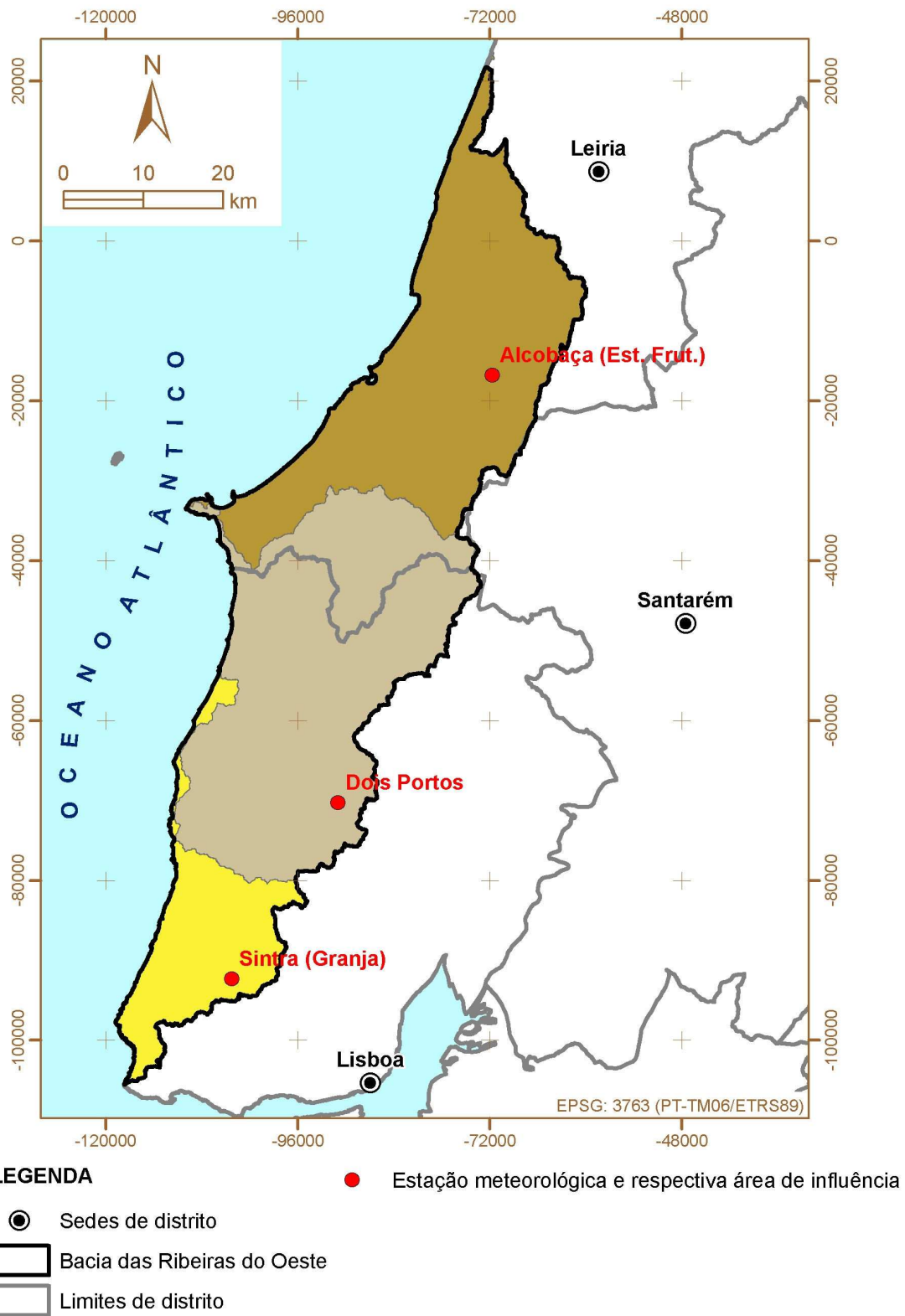
Dada a variabilidade espacial de condições climáticas na área em estudo, o cálculo das necessidades de rega foi baseado nos registos de variáveis climatológicas observadas em estações meteorológicas distribuídas por toda a bacia. Foram utilizadas as séries climatológicas das estações meteorológicas já consideradas no anterior Plano de Bacia Hidrográfica das ribeiras do Oeste (Instituto da Água, 2001), com dados de Outubro de 1959 a Setembro de 1988, devido à impossibilidade de actualização das mesmas de séries. No Quadro 1.11 apresentam-se as principais características destas estações.

**Quadro 1.11 – Consumos de água por tipos de regadio em ano médio (hm<sup>3</sup>)**

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

O presente estudo incide sobre uma área total de 2 412,3 km<sup>2</sup>, englobando um total de 8 sub-bacias hidrográficas, com 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 hídricas para a rega. Estas áreas foram definidas tendo em conta factores geográficos, topográficos e agronómicos e estabelecidas de forma a não intersectarem os limites das massas de água, para facilidade de cálculo.

Na figura seguinte localizam-se as estações meteorológicas utilizadas e identificam-se as áreas dominadas, por cada uma delas, nas sub-bacias hidrográficas.



**Figura 1.12 - Estações meteorológicas e respectivas áreas de influência**

A evapotranspiração de referência (ET<sub>0</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 seguinte apresentam-se os valores anuais da ET<sub>0</sub> obtidos para as diferentes estações meteorológicas, e para os anos médio, seco e muito seco, que representam uma probabilidade de não serem excedidos em 50%, 80% e 95% dos anos, respectivamente.

**Quadro 1.12 – Evapotranspiração de referência (ET<sub>0</sub>, mm/ano)**

<b>Estação meteorológica</b>	<b>Ano Médio (50%)</b>	<b>Ano Seco (80%)</b>	<b>Ano Muito Seco (95%)</b>
Alcobaça (Est. Frut.)	827	853	879
Dois Portos	903	940	976
Sintra (Granja)	902	938	972

Para o apuramento das áreas regadas analisou-se a cartografia digital referente ao uso do solo (Corine Land Cover, 2006), disponibilizada pelo Instituto Geográfico Português (IGP) e os dados do RGA'99, fornecidos pelo Instituto Nacional de Estatística (INE).

Numa primeira abordagem, foram analisadas as áreas de regadio representadas na carta CLC2006 para a área da bacia. Embora estas áreas não sejam directamente comparáveis com os dados do RGA'99, constituem a fonte de informação mais recente e de natureza geográfica, pelo que aparentemente permitiriam localizar com precisão o regadio na área total da bacia. Uma vez que carta CLC2006 apresentava algumas indefinições, não desagregando, dentro das classes de culturas permanentes, as áreas de culturas regadas, foi assumido que toda a área representada de Olival, Vinha, Pomar e Prado se encontrava em regadio.

A comparação dos valores das áreas regadas obtidas pela carta do CLC2006 com os dados do RGA'99 mostrou que eram sensivelmente iguais, caso não se considerem regadas as áreas ocupadas com vinha. Caso se considerem regadas as áreas ocupadas com vinha, a área regada obtida do CLC2006 é sensivelmente o dobro da área do RGA'99.



Assim, adoptaram-se as áreas regadas declaradas no RGA'99 para os vários concelhos da bacia, tendo-se considerado a carta CLC2006 como meramente indicadora da concentração dessas áreas na bacia hidrográfica.

A área total regada considerada no anterior Plano foi de 21 641 ha, sendo a área considerada no presente estudo, com base no RGA'99, de 20 988 ha, isto é, de apenas menos 653 ha.

Com base no RGA'99, apuraram-se as principais culturas regadas nos diversos concelhos abrangidos pela bacia hidrográfica das ribeiras do Oeste. Considerou-se que as áreas destas culturas se mantêm constantes desde 1999, dada a ausência de dados mais recentes, nomeadamente do RGA de 2009.

As culturas praticadas foram agrupadas de acordo com as suas características agronómicas, tendo-se seleccionado uma cultura representativa do grupo. Assim, no presente estudo consideraram-se:

- cereais de inverno (cultura representativa: trigo duro; outras culturas: trigo mole, triticales, cevada, etc);
- milho-grão;
- forrageiras (cultura representativa milho forragem);
- hortícolas/hortícolas para indústria (cultura representativa: tomate; outras culturas: batata, beterraba, melão, pimento, etc.);
- oleaginosas (cultura representativa: girassol; outras culturas: colza, soja);
- arroz;
- vinha;
- pomar (pomóideas);
- olival;
- prado.

No quadro seguinte apresentam-se as áreas de regadio, em hectares e em percentagem, nas bacias das ribeiras do Oeste, para as várias culturas consideradas. Verifica-se que os pomares são o grupo que ocupa uma maior área de regadio, representando 42,4% da área total das culturas regadas. O grupo do tomate surge de seguida e ocupa 39,1% da área de regadio.

**Quadro 1.13 – Culturas regadas na bacia hidrográfica (ha e %)**

Cultura	Área (ha)	%
Trigo	104,9	0,5
Milho-grão	2 044,0	9,7
Forragem	1 246,3	5,9
Tomate	8 212,0	39,1
Girassol	19,7	0,1
Arroz	72,7	0,3
Vinha	11,1	0,1
Pomar	8 891,2	42,4
Olival	19,1	0,1
Prado	366,7	1,7
Total	20 987,7	100,0

Para a realização do balanço hídrico do solo é necessário definir alguns parâmetros culturais para as diversas culturas consideradas, apresentando-se seguidamente uma breve descrição dos mesmos.

a) Fases do ciclo cultural

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:

- i) inicial (desde a instalação da cultura até ao início do crescimento vegetativo);
- ii) crescimento vegetativo rápido;
- iii) floração;
- iv) formação do fruto;
- v) maturação (que termina na colheita).

Os ciclos culturais de cada cultura, que traduzem a variação das suas necessidades hídricas ao longo do ano, foram definidos a partir de informações recolhidas juntos de agricultores e associações de regantes da bacia.

b) Coeficientes culturais

Os coeficientes culturais ( $K_c$ ) relacionam a evapotranspiração da cultura em estudo, etc., com a evapotranspiração de referência,  $E_{To}$ . O parâmetro  $K_c$  é diferente para cada cultura e é variável ao longo do ciclo cultural.

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.

#### c) Profundidade radicular

Este parâmetro depende da reserva útil (RU) do solo, tendo maior influência sobre as dotações de rega e intervalos entre regas do que propriamente sobre as necessidades 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.

#### d) Reserva facilmente utilizável

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 ( $p$ ). O coeficiente  $p$  traduz inversamente a sensibilidade da cultura a entrar em quebra de produção devido à diminuição do armazenamento de água no solo (Teixeira, 1994).

Para a realização do balanço hídrico do solo é necessário caracterizar os solos sob o ponto de vista pedológico. A reserva utilizável de um solo (RU) é caracterizada pela quantidade de água que uma planta pode disponibilizar e obtém-se subtraindo-se ao volume de água armazenado pelo solo à capacidade de campo, até determinada profundidade, o volume armazenado ao coeficiente de emurchecimento permanente em idêntica profundidade.

A RU depende directamente da textura do solo, sendo superior nos solos argilosos (pesados) quando comparados aos solos arenosos (ligeiros). Logo, as necessidades globais são ligeiramente inferiores nos solos de textura pesada, já que, para uma idêntica percentagem da RU, existe um maior volume de água utilizável num solo

pesado do que num solo ligeiro. Assim, supondo uma idêntica percentagem inicial da RU quando se inicia a perda de água no solo, verifica-se que as culturas podem ser sustentadas durante mais tempo pelas reservas iniciais de água num solo pesado, ao passo que num solo ligeiro é necessário começar a rega mais cedo.

A RU do solo tem influência ao nível das dotações de rega e dos intervalos entre regas. Em termos de necessidades globais de rega, a RU do solo tem uma interferência menos significativa nos valores obtidos.

As características pedológicas foram estimadas, para as áreas dominadas pelas estações meteorológicas, com base na carta digital Harmonized World Soil Database v. 1.1 (HWSD) da FAO (Food and Agriculture Organization of the United Nations) (Food and Agriculture Organization of the United Nations (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.

A estimativa das necessidades úteis de rega foi efectuada com base no balanço hídrico do solo em situação de regadio, para o qual se utilizou o modelo ISAREG (Teixeira, 1994). O balanço foi realizado para cada uma das principais culturas regadas e para as estações meteorológicas seleccionadas, sendo as necessidades globais resultantes da ponderação das necessidades por cultura com a respectiva proporção de área.

No balanço realizado o solo equivale a um reservatório de água, cuja capacidade de armazenamento é proporcional à profundidade do sistema radicular da cultura em estudo. As saídas de água do reservatório são equivalentes à evapotranspiração cultural e as entradas à rega e à precipitação ocorrida no período de ocupação cultural. O esquema de rega aplicado no modelo não permite que o armazenamento de água no solo seja inferior à reserva facilmente utilizável.

Nos quadros seguintes apresentam-se as necessidades hídricas úteis das culturas representativas em cada região dominada pelas estações meteorológicas, para os anos médio, seco e muito seco.

**Quadro 1.14 – Necessidades hídricas úteis anuais (mm)  
Estação meteorológica de Alcobaça**

<b>Cultura</b>	<b>Ano Médio (50%)</b>	<b>Ano Seco (80%)</b>	<b>Ano Muito Seco (95%)</b>
Trigo	35	75	112
Milho-grão	310	350	389
Fornagem	240	286	331
Tomate	296	358	417
Girassol	246	288	328
Vinha	87	128	168
Pomar	206	255	302
Olival	78	111	143
Prado	309	358	404

**Quadro 1.15 – Necessidades hídricas úteis anuais (mm)  
Estação meteorológica de Dois Portos**

<b>Cultura</b>	<b>Ano Médio (50%)</b>	<b>Ano Seco (80%)</b>	<b>Ano Muito Seco (95%)</b>
Trigo	85	130	173
Milho-grão	377	415	452
Fornagem	291	335	376
Tomate	243	287	328
Girassol	298	340	380
Vinha	126	168	208
Pomar	267	313	357
Olival	135	166	196
Prado	402	453	501

**Quadro 1.16 – Necessidades hídricas úteis anuais (mm)**  
**Estação meteorológica de Sintra**

<b>Cultura</b>	<b>Ano Médio (50%)</b>	<b>Ano Seco (80%)</b>	<b>Ano Muito Seco (95%)</b>
Trigo	85	147	206
Milho-grão	387	423	457
Fornagem	299	340	380
Tomate	429	477	522
Girassol	302	340	377
Vinha	127	171	214
Pomar	271	319	364
Olival	136	173	209
Prado	404	454	503

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

Devido à falta de informação estatística no que respeita à utilização dos diferentes métodos e equipamentos de rega, bem como de distribuição e transporte de água até à parcela, considerou-se a distribuição percentual dos métodos de rega apresentada no quadro seguinte, relativamente aos grupos de culturas representativos.

**Quadro 1.17 – Distribuição dos métodos de rega (%)**

<b>Cultura</b>	<b>Aspersão</b>	<b>Superfície</b>	<b>Gota-a-gota</b>
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

Para os diferentes métodos de rega consideraram-se as eficiências de aplicação e distribuição a seguir indicadas.

**Quadro 1.18 – Eficiências de aplicação e distribuição dos métodos de rega (%)**

Método de rega	Aspersão
Aspersão	80
Superfície	65
Gota-a-gota	90

As necessidades hídricas totais anuais (dotações totais anuais de rega) foram obtidas aplicando as eficiências ponderadas às necessidades hídricas úteis.

No que se refere à cultura do arroz, visto ter outras necessidades de água para além das já referidas, nomeadamente para maneo da cultura e inundação dos canteiros, considerou-se uma dotação média de 12 500 m<sup>3</sup>/ha, com base nas informações recolhidas junto de agricultores e de associações de beneficiários, independentemente do tipo de ano em análise.

Para cada sub-bacia hidrográfica foram calculados os volumes totais de água necessários para rega, a partir das necessidades totais de água/ha e das respectivas áreas regadas, apresentando-se no quadro seguinte os resultados obtidos.

**Quadro 1.19 – Necessidades hídricas totais anuais distribuídas por sub-bacias (hm<sup>3</sup>)**

Sub-Bacia	Ano Médio (50%)	Ano Seco (80%)	Ano Muito Seco (95%)
Ribeira de São Domingos	4,951	5,900	6,806
Ribeiras Costeiras do Oeste	14,265	16,663	18,952
Rio Alcabrichel	3,007	3,514	3,998
Rio Alcobaça	17,712	20,974	24,089
Rio Arnóia	12,771	15,044	17,214
Rio Lisandro	3,744	4,202	4,640
Rio Sizandro	6,078	7,109	8,094
Rio Tornada	5,699	6,978	8,199
Total	68,228	80,387	91,991

As necessidades de água para rega estimadas no anterior Plano eram de 128,5 hm<sup>3</sup> para ano médio e de 145,2 hm<sup>3</sup> para ano seco, valores muito superiores aos agora calculados e que são de 68,2 hm<sup>3</sup> e 80,4 hm<sup>3</sup>, respectivamente.

A diferença deve-se sobretudo aos baixos valores da eficiência considerados no anterior plano, de apenas 60% para todo o tipo de regadios e ainda, mas em muito menor proporção, à redução de áreas regadas.

O valor da eficiência global considerado no anterior plano não se pode considerar aceitável, visto que cerca de metade da área regada se encontra ocupada com pomar, geralmente regado por gota-a-gota, tecnologia que permite obter grande eficiência de aplicação de água, em geral da ordem dos 90%. Nas culturas hortícolas, com cerca de 40% da área regada, também se recorre em grande escala a tecnologias de rega de baixa pressão (gota-a-gota, fitas, mangas perfuradas), com eficiências superiores a 60%.

Estimadas as necessidades totais de água para rega, interessa agora avaliar em que medida são satisfeitas a partir de origens superficiais e de origens subterrâneas.

Para tal, de acordo com a metodologia proposta, previa-se individualizar as áreas dos regadios colectivos de iniciativa pública, com origens de água superficiais, que seriam subtraídas às áreas totais. Em rigor, deveriam ainda ser considerados os regadios colectivos tradicionais e os regadios individuais com origens superficiais.

No que se refere a regadios colectivos de iniciativa pública, na região hidrográfica das ribeiras do Oeste só se encontram em exploração os regadios da Cela (454 ha) e de Alvorninha (125 ha), ocupando uma área total de 579 ha distribuídos pelos concelhos de Alcobaça (104 ha), Nazaré (350 ha) e Caldas da Rainha (125 ha). Quanto a regadios colectivos tradicionais e a regadios individuais com origens superficiais, não se dispõe de inventários actualizados.

Assim, admitiu-se que as necessidades totais de água para rega são satisfeitas por origens subterrâneas e superficiais de acordo com as proporções que resultam do “Quadro 7, Explorações com rega e drenagem” do RGA’9. Neste indicam-se o número de explorações que regam a partir de origens subterrâneas (furo, poço, nascente) e de origens superficiais (barragem/albufeira, açude, linha de água), tendo-se aplicado as percentagens do total por concelho às necessidades de água para rega por concelho.

Note-se que esta metodologia é uma aproximação à realidade pois admite que a relação entre volumes de água de rega por origens de água é a mesma que a relação entre o número de explorações por origens de água, o que não é rigorosamente exacto. É, no entanto, admissível que estas relações sejam relativamente semelhantes



pelo que, na falta de dados que permitam um cálculo mais rigoroso, se proponha estimar assim os volumes de rega por origens de água.

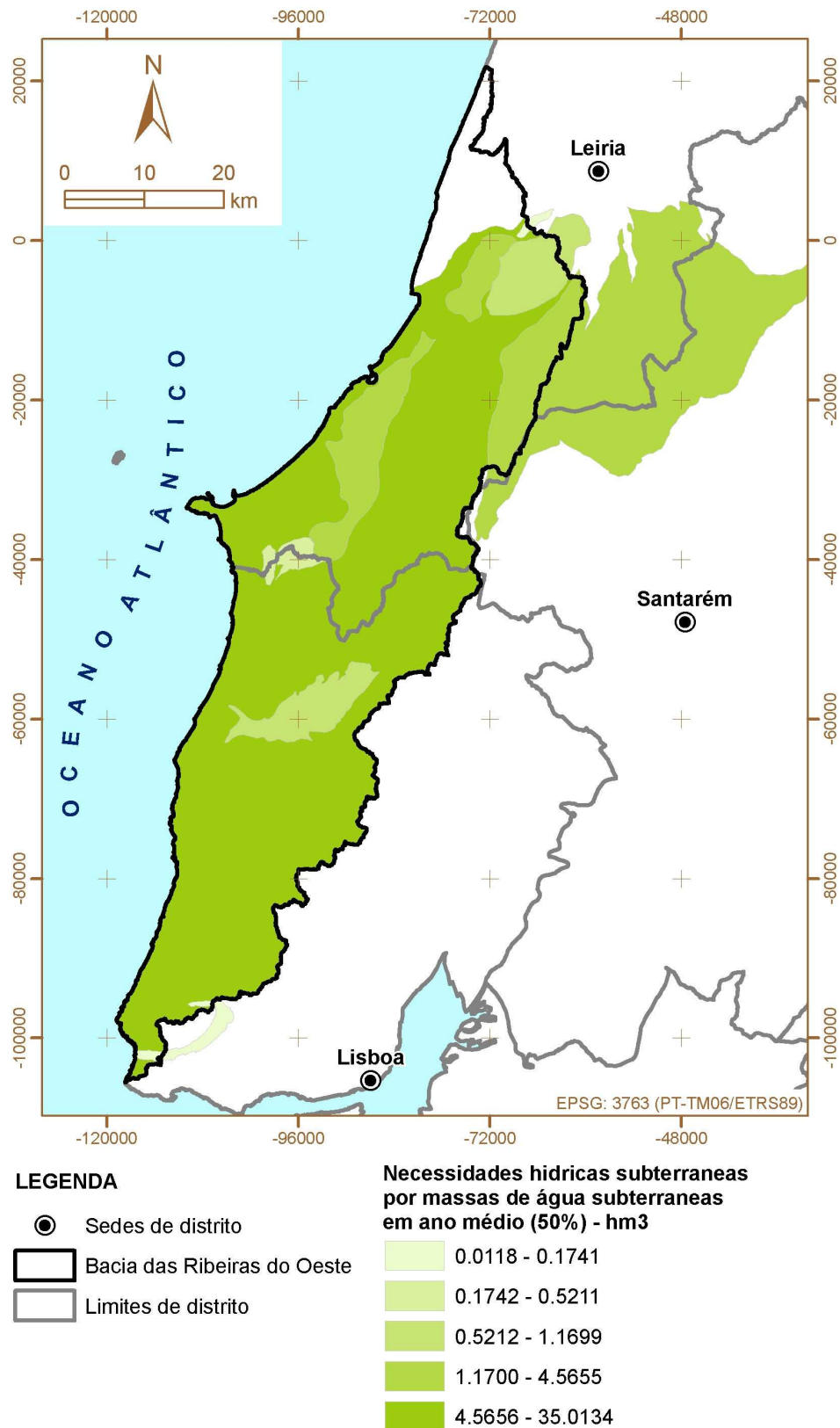
Uma vez conhecidos os volumes de água de rega por concelho que se admite serem satisfeitos com recurso a origens subterrâneas, com recurso aos SIG, calcularam-se os volumes fornecidos pelas massas de água subterrâneas. No quadro seguinte apresentam-se os valores obtidos para ano médio, seco e muito seco.

**Quadro 1.20 – Consumos totais anuais de água para rega (hm<sup>3</sup>) satisfeitos por origens subterrâneas, por massa de água subterrânea**

Massa de água subterrânea		Ano Médio (50%)	Ano Seco (80%)	Ano Muito Seco (95%)
Designação	Código	(hm <sup>3</sup> /ano)	(hm <sup>3</sup> /ano)	(hm <sup>3</sup> /ano)
Orla Ocidental Indiferenciado das bacias das Ribeiras do Oeste	PTO04RH4P	35,013	41,301	47,408
Maceira	PTO18	0,012	0,014	0,016
Alpedriz	PTO19	1,170	1,390	1,598
Maciço Calcário Estremenho	PTO20	4,566	5,403	6,198
Paço	PTO23	0,366	0,436	0,503
Cesareda	PTO24	0,521	0,616	0,708
Torres Vedras	PTO25	0,891	1,042	1,197
Caldas da Rainha – Nazaré	PTO33	3,623	4,344	5,036
Pisões – Atrozela	PTO28	0,174	0,196	0,219
Total		46,336	54,741	62,882

A diferença entre o volume total satisfeito por massas de água subterrâneas (46,336 hm<sup>3</sup>) e as necessidades totais (68,228 hm<sup>3</sup>) será o volume satisfeito pelas massas de água superficiais (21,892 hm<sup>3</sup>).

Na figura seguinte representam-se as necessidades hídricas totais em ano médio por massa de água subterrânea.



**Figura 1.13 – Consumos totais anuais de água para rega (dam<sup>3</sup>) por massa de água subterrânea**

### 1.2.1.3 C. Pecuária

#### Resumo do Plano anterior

No anterior Plano (INAG, 2001) as necessidades de água na agro-pecuária foram calculadas com base nos efectivos animais e consumos unitários de cada espécie.

Os efectivos de bovinos, suínos, ovinos e caprinos foram obtidos a partir dos valores publicados no Recenseamento Geral Agrícola (RGA) de 1999, efectuado pelo Instituto Nacional de Estatística (INE). Afectaram-se estes efectivos na proporção correspondente à percentagem da área do concelho inserida na região hidrográfica e dos consumos unitários por tipo animal. Como se pode ver no Quadro 1.21, as necessidades anuais de água no sector pecuário eram da ordem de 1,6 hm<sup>3</sup> na região, representando 1,2% do total consumido na actividade agrícola e agro-pecuária.

**Quadro 1.21 – Consumos anuais no sector pecuário por concelho (hm<sup>3</sup>)**

Concelho	Bovinos	Suínos	Ovinos	Caprinos	Total
Alcobaça	0,07	0,29	0,01	0,00	0,38
Alenquer	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
Bombarral	0,01	0,01	0,00	0,00	0,02
Cadaval	0,04	0,03	0,00	0,00	0,07
Caldas da Rainha	0,08	0,13	0,00	0,00	0,22
Cascais	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
Leiria	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
Lourinhã	0,07	0,10	0,00	0,00	0,18
Mafra	0,14	0,05	0,01	0,00	0,21
Nazaré	0,02	0,01	0,00	0,00	0,03
Óbidos	0,01	0,00	0,00	0,00	0,02
Peniche	0,01	0,03	0,00	0,00	0,05
Porto de Mós	0,01	0,00	0,00	0,00	0,01
Sintra	0,03	0,01	0,01	0,00	0,05
Sobral de Monte Agraço	0,01	0,01	0,00	0,00	0,02
Torres Vedras	0,14	0,14	0,02	0,00	0,30
Total	0,66	0,81	0,07	0,02	1,55

Fonte: PBHRO (2001)

### *Plano actual*

No presente Plano, as necessidades de água para a pecuária foram também calculadas com base nos efectivos animais e consumos unitários de cada espécie. Como previsto nas Especificações Técnicas, avaliaram-se as necessidades de água tendo em consideração o tipo e o número de efectivos animais e efectuando a separação entre regimes de produção intensivos, ou explorações consideradas como industriais e regimes extensivos.

As definições relativas a regimes intensivos ou explorações com carácter industrial e extensivos foram as consideradas no Decreto-Lei nº 214/2008, de 10 de Novembro que aprova o Regime de Exercício da Actividade Pecuária (REAP), posteriormente aditadas pelo Decreto-Lei nº 78/2010, de 25 de Junho.

Tal como previsto na metodologia apresentada, dada que o Recenseamento Geral Agrícola (RGA) de 2009 só estará disponível em 2011, recorreu-se ao RGA'99 no que respeita ao tipo e o número de efectivos animais existentes. A estimativa das necessidades de água no sector pecuário baseou-se nos efectivos de bovinos, suínos, ovinos e caprinos por concelho apresentados nos seguintes quadros do RGA'99:

- Quadro 9, Efectivo animal (n.º de animais e n.º de explorações para todas as espécies);
- Quadro 10, Explorações segundo o número de bovinos (n.º de animais e n.º de explorações);
- Quadro 11, Explorações segundo o número de ovinos (n.º de animais e n.º de explorações);
- Quadro 12, Explorações segundo o número de caprinos (n.º de animais e n.º de explorações);
- Quadro 13, Explorações segundo o número de suínos (n.º de animais e n.º de explorações).

Para cada espécie animal, os efectivos totais encontram-se divididos em grupos característicos que se diferenciam quer pelo sexo, quer pela idade, quer pelo peso vivo, ou por qualquer outra característica considerada pelo INE na elaboração do RGA'99.

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 nº 214/2008, posteriormente aditadas pelo Decreto-Lei nº 78/2010. 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 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 RGA'99 não estão estruturados para as mesmas características que foram consideradas na Tabela 2 do DL nº214/2008, houve que calcular um CN ponderado. Ou seja, quando as faixas de idade, sexo ou peso utilizadas no RGA'99 não têm correspondência directa com as consideradas naquela tabela, calculou-se um valor de CN ponderado que resulta dos valores de CN para os n grupos característicos existentes e respectivos pesos (percentagem) no total de efectivos animais de determinada espécie na região da seguinte forma:

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

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 RGA'99 por sistemas de produção extensivos e extensivos, para cada espécie animal. Com base neste número, trabalharam-se depois os dados do RGA'99 para se obterem os efectivos de cada espécie animal associados aos diferentes sistemas de produção, apresentando-se os resultados no quadro seguinte.

**Quadro 1.22 – Efectivos animais por concelho, espécie animal e sistema de produção**

CONCELHOS RIB.OESTE	% 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 M.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
Sub-total		5 832	26 697	19 458	409 452	20 794	26 406	5 045	6 277	51 129	468 832
Total/espécie animal		32 529		428 910		47 201		11 321			
Total no PBH		519 961									

Tome-se, como exemplo, o tratamento efectuado aos dados dos Ovinos existentes. No quadro seguinte apresentam-se os efectivos totais obtidos dos 17 concelhos incluídos na região hidrográfica do Oeste para os grupos de ovinos considerados no RGA'99 (Quadro 9), podendo concluir-se que o grupo “Fêmeas reprodutoras” representa cerca de 80% do efectivo total. Os restantes 20% incluirão pois essencialmente os animais jovens já que os machos adultos representam geralmente uma pequena percentagem do total.

**Quadro 1.23 – Ovinos. Efectivos totais na região hidrográfica das Ribeiras do Oeste**

Total Ovinos	Fêmeas reprodutoras	Outros Ovinos
82.037	65.989	16.048

Fonte: RGA'99 (2000)

Como se pode verificar pelo extracto da Tabela 2 já referida que se apresenta no quadro seguinte, nenhum dos grupos do RGA'99 tem perfeita correspondência com os grupos da mesma.

**Quadro 1.24 – Equivalências em Cabeças Normais (CN) para ovinos e caprinos**

CN	Espécie e tipo de animal
0,15	Ovino/Caprino adulto (mais de 12 meses de idade)
0,2	Ovino/Caprino adulto em produção intensiva de leite
0,07	Ovino/Caprino - jovem reprodutor (de 6 a 12 meses)

(extraído do Decreto-Lei n.º 241/2008, de 10 de Novembro, Anexo II, Tabela 2)

Sendo a idade (adulto e jovem) o critério utilizado nesta tabela, admitiu-se que o grupo “Fêmeas reprodutoras” do RGA'99 incluiria os grupos “Ovino/caprino adulto (mais de 12 meses de idade)” e “Ovino/Caprino adulto em produção intensiva de leite”. Assim, o CN do grupo “Fêmeas reprodutoras” resultou da média entre CN=0,15 e CN=0,20 (0,175) Admitiu-se que o grupo “Outros ovinos” do RGA'99 corresponda essencialmente ao grupo “Ovino/caprino – jovem reprodutor (de 6 a 12 meses)” com CN=0,07.

O peso da população de fêmeas reprodutoras e de outros ovinos é dado pelo quociente entre os respectivos efectivos e os efectivos totais. O CN ponderado foi calculado através da equação apresentada atrás, ou seja:

$$\text{CN ponderado} = \left[ \left( \frac{65899}{82037} \right) \times 0,175 \right] + \left[ \left( \frac{16048}{82037} \right) \times 0,07 \right] = 0,154$$

O número de efectivos correspondente a 10 CN é portanto de:

$$N.^{\circ} \text{ de efectivos ovinos/caprinos} = \frac{10}{0,175} = 64$$

Com base neste número, distribuíram-se as classes de números de animais do Quadro 11 do RGA'99 pelos sistemas de produção extensivo e intensivo, como se mostra no quadro seguinte.

**Quadro 1.25 – Distribuição das classes de números de animais consideradas no RGA'99 para ovinos e caprinos, por sistema de exploração**

Classes de nº de animais	1 a 9	10 a 19	20 a 49	50 a 99	100 a 199	200 a 499	≥ 500
Sistema de Exploração	Extensivo			Intensivo			

Uma vez que alguns concelhos não estão incluídos na sua totalidade na bacia hidrográfica, tal como se fez no Plano anterior, admitiu-se que o efectivo de animais é proporcional à área do concelho. Assim, os efectivos por concelho foram afectados por um coeficiente que traduz a área do concelho incluída dentro da região hidrográfica.

Finalmente, multiplicaram-se os valores obtidos pelas capitações associadas a cada espécie animal, tendo-se adoptado os valores utilizados no anterior Plano: 4 l/dia para ovinos e caprinos; 6 l/dia para suínos e 50 l/dia para bovinos. Pretendia-se que estas capitações, para uma mesma espécie animal, tivessem diferentes valores consoante o tipo de produção, mas não se encontraram valores de referência na bibliografia. Note-se que este aspecto é pouco relevante pois, como se verá, as necessidades totais de água para a pecuária são bastante inferiores às necessidades dos restantes sectores.

No quadro seguinte apresentam-se os valores das necessidades de água para a pecuária por concelho.



**Quadro 1.26 – Necessidades de água para a pecuária por concelho, espécie e sistema de produção**

CONCELHOS RIB.OESTE	CONSUMOS DE ÁGUA ANUAIS NO SECTOR PECUÁRIO POR CONCELHO (hm <sup>3</sup> /ano)									
	BOVINOS		SUÍNOS		OVINOS		CAPRINOS		TOTAL	
	Extensivo	Intensivo	Extensivo	Intensivo	Extensivo	Intensivo	Extensivo	Intensivo	Extensivo	Intensivo
Alcobaça	0,02048	0,05990	0,01388	0,37104	0,00794	0,00179	0,00123	0,00104	0,04352	0,43378
Alenquer	0,00024	0,00076	0,00008	0,00078	0,00019	0,00033	0,00003	0,00002	0,00054	0,00189
Bombarral	0,00082	0,00058	0,00106	0,00125	0,00048	0,00000	0,00017	0,00065	0,00253	0,00248
Cadaval	0,00201	0,01495	0,00199	0,03485	0,00101	0,00062	0,00070	0,00101	0,00571	0,05143
Caldas da Rainha	0,00798	0,06100	0,01063	0,12171	0,00274	0,00072	0,00098	0,00028	0,02234	0,18371
Cascais	0,00013	0,00000	0,00000	0,00010	0,00019	0,00025	0,00004	0,00000	0,00036	0,00035
Leiria	0,00142	0,00202	0,00063	0,01036	0,00028	0,00005	0,00006	0,00000	0,00239	0,01243
Lourinhã	0,00380	0,04170	0,00226	0,10108	0,00142	0,00228	0,00022	0,00165	0,00770	0,14671
Mafra	0,01459	0,14578	0,00214	0,06078	0,00454	0,00935	0,00047	0,00000	0,02174	0,21590
Marinha Grande	0,00083	0,00000	0,00027	0,00000	0,00008	0,00000	0,00001	0,00000	0,00119	0,00000
Nazaré	0,00181	0,00000	0,00047	0,00122	0,00012	0,00000	0,00015	0,00000	0,00255	0,00122
Óbidos	0,00276	0,00000	0,00155	0,02526	0,00069	0,00204	0,00024	0,00115	0,00524	0,02845
Peniche	0,00098	0,00417	0,00172	0,01277	0,00153	0,00047	0,00107	0,00032	0,00529	0,01773
Porto de Mós	0,00366	0,02700	0,00126	0,01101	0,00299	0,00507	0,00091	0,00025	0,00881	0,04332
Sintra	0,00369	0,02018	0,00008	0,01101	0,00098	0,00257	0,00006	0,00000	0,00481	0,03376
Sobral M. Agraço	0,00140	0,00946	0,00320	0,13348	0,00458	0,01158	0,00083	0,00280	0,01001	0,15732
Torres Vedras	0,01000	0,12959	0,00141	0,00000	0,00058	0,00143	0,00020	0,00000	0,01219	0,13102
Sub-total	0,077	0,517	0,043	0,897	0,030	0,039	0,007	0,009	0,157	1,462
Total/espécie animal	0,594		0,940		0,069		0,016		1,619	
<b>Total no PBH</b>	<b>1,62</b>									

Concluiu-se que as necessidades de água para o sector pecuário são de 1,62 hm<sup>3</sup> por ano para a região hidrográfica, para um efectivo pecuário total de 519 961 animais das espécies ovinos, caprinos, bovinos e suínos.

Como é natural, o valor total obtido (1,62 hm<sup>3</sup>) é praticamente igual ao apresentado no anterior Plano (1,55 hm<sup>3</sup>), uma vez que os dados de base são iguais. A comparação dos valores obtidos com os apresentados no anterior Plano com vista à análise histórica dos consumos e definição das suas tendências de evolução não é pois possível.

Avaliadas as necessidades de água para a pecuária, pretende-se saber em que medida são satisfeitas por origens subterrâneas e superficiais. Uma vez que não existe informação que permita determinar com rigor esta distribuição das necessidades de água para a pecuária, recorreu-se ao Quadro 7, “Explorações com rega e drenagem” do RGA’99, admitindo-se que a distribuição do número de explorações por origens de água para rega seria similar à do abeberamento do gado. Assim, para cada concelho, retirou-se daquele quadro o número de explorações que usam águas subterrâneas (furo, poço, nascente) e o número de explorações que recorrem a águas superficiais (albufeira/barragem, açude, charca e linha de água natural) para rega e calcularam-se as respectivas percentagens em relação ao total das explorações.

Concluiu-se que na RHO, em média, 74% das explorações usavam origens subterrâneas para rega e as restantes 26% a origens superficiais, distribuição que se julga também adequada para a pecuária tendo em conta o conhecimento da região e da actividade. Note-se que os volumes/caudais diários necessários ao abeberamento do gado são pouco elevados, mas têm de ser garantidos durante todo o ano. Assim, para grande parte das explorações, recorrer em exclusivo às águas superficiais obrigaria a construir retenções de água importantes durante o período chuvoso, para garantir água para o período seco. É pois natural que se recorra maioritariamente às origens subterrâneas para satisfazer as necessidades da pecuária, por ser uma solução fiável e barata.

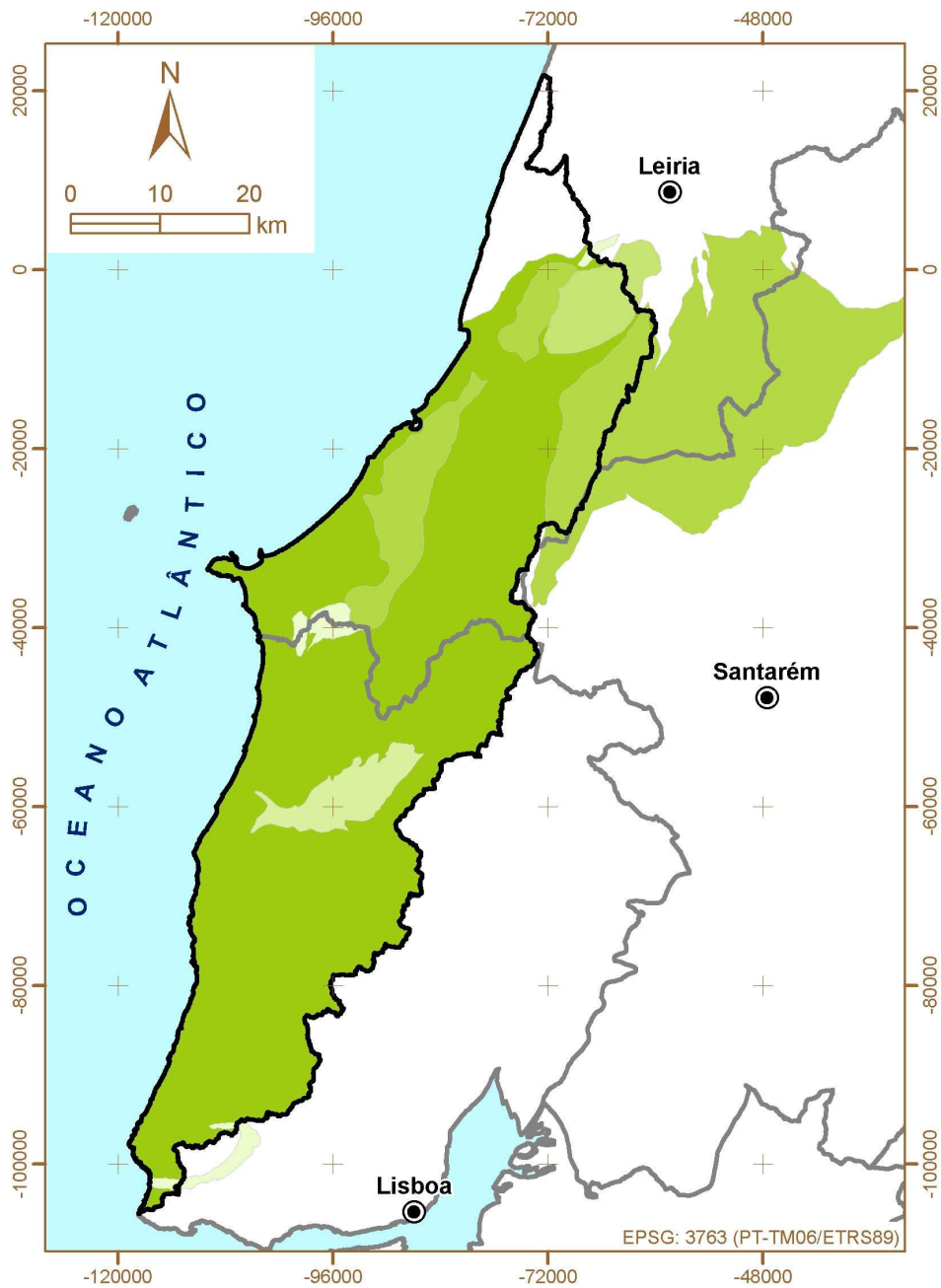
A distribuição por origens de água, em percentagem, obtida para cada concelho como acima indicado, foi aplicada às respectivas necessidades de água para a pecuária, obtendo-se assim os volumes satisfeitos pelas origens subterrâneas e superficiais. Finalmente, em ambiente SIG, fez-se o cruzamento dos consumos de água da

pecuária com origem subterrânea com as massas de água, apresentando-se no quadro seguinte os resultados obtidos.

**Quadro 1.27 – Necessidades de água para o sector da Pecuária satisfeitas por origens subterrâneas. Volumes por massa de água subterrânea (hm<sup>3</sup>/ano)**

Massa de água subterrânea		Volume
Designação	Código	(hm <sup>3</sup> /ano)
Orla Ocidental Indiferenciado das bacias das Ribeiras do Oeste	PTO04RH4	1,030
Maceira	PTO18	0,000
Alpedriz	PTO19	0,045
Maciço Calcário Estremenho	PTO20	0,156
Paço	PTO23	0,004
Cesareda	PTO24	0,011
Torres Vedras	PTO25	0,027
Caldas da Rainha – Nazaré	PTO33	0,104
Pisões – Atrozela	PTO28	0,002
Total		1,379

Na figura seguinte apresentam-se os consumos de água para a pecuária, satisfeitos por origens subterrâneas, por massas de água.



**LEGENDA**

- Sedes de distrito
- ▭ Bacia das Ribeiras do Oeste
- ▭ Limites de distrito

**Consumos Pecuária por massas subterraneas - hm<sup>3</sup>**

- 0.000198 - 0.010841
- 0.010842 - 0.026992
- 0.026993 - 0.045086
- 0.045087 - 0.156229
- 0.156230 - 1.030500

**Figura 1.14 – Consumos de água pelo sector da pecuária satisfeitos por origens subterrâneas: volumes por massa de água subterrânea (hm<sup>3</sup>)**

#### 1.2.1.4 D. Indústria

##### *Resumo do Plano anterior*

No anterior Plano, as necessidades para abastecimento industrial foram estimadas com base na análise efectuada para as principais classes de actividade industrial (CAE) abrangendo os sectores da indústria transformadora potencialmente com maior relevância em termos de necessidades de água, sendo a informação de base utilizada a resultante do inquérito efectuado à Indústria.

Foram enviados cerca de 760 inquéritos a unidades industriais de classes A, B e C, constantes nas listagens dos organismos licenciadores, pertencentes a sectores seleccionados tendo por base as principais actividades consumidoras de água. Os sectores de actividade industrial inquiridos foram os seguintes:

- indústria transformadora: produtos alimentares (CAE 15);
- outra indústria transformadora: indústria têxtil (CAE 17); couro e artigos de couro (CAE 18 e CAE 19); fabricação de folheados, contraplacados, lamelados e outros painéis (CAE 202); indústria da cortiça (CAE 20522); fabricação de pasta, papel e cartão (CAE 211); diversos (CAE 22); refinarias de petróleo (CAE 23); químicos (CAE 24); fabricação de pneus e câmaras de ar (CAE 2511); pedra, argila e vidro (CAE 26); metalúrgicas (CAE 27); artigos metálicos (CAE 28); máquinas não eléctricas (CAE 29); máquinas eléctricas (CAE 31); equipamento de transporte (CAE 34 e CAE 35); produção de electricidade (CAE 40101).

Foram recebidas 150 respostas, correspondendo a cerca de 20% do total. Retirando os inquéritos devolvidos e anulados, foram recebidos e considerados passíveis de tratamento cerca de 8% dos inquéritos enviados.

O tratamento dos dados, por concelho e sector industrial, com excepção das actividades de produção de vinho e de produção de azeite, foi efectuado de acordo com a seguinte metodologia:

- usou-se como base de trabalho o ficheiro do INE correspondendo a empresas com mais de 10 trabalhadores; o tratamento é efectuado por concelho e NUT III;
- em cada concelho verificaram-se as empresas existentes por CAE e o respectivo número de trabalhadores;

- a estas empresas acabadas de referir deduziram-se as que responderam aos inquéritos, através do respectivo número de trabalhadores, sendo utilizado o valor real das necessidades de água apresentado no inquérito;
- para as restantes empresas foram estimadas as necessidades de água utilizando coeficientes de consumo por trabalhador, avaliados por CAE através das respostas aos inquéritos obtidas no âmbito deste e de outros Planos de Bacia, as quais foram consideradas como representativas de cada actividade industrial.

Para as actividades de produção de vinho e de produção de azeite, as necessidades de água por concelho foram calculadas do seguinte modo:

- foram solicitados ao Instituto da Vinha e do Vinho os dados de produção por concelho e ao INGA (Instituto Nacional de Garantia Agrária) os dados de produção de azeite;
- deduziu-se de tais valores os obtidos nas respostas aos inquéritos;
- para as excedentes foram calculadas as necessidades de água, por concelho, através dos coeficientes apresentados em bibliografia (cerca de 0,6 m<sup>3</sup> de água/tonelada de azeite produzido e cerca de 2,6 m<sup>3</sup> de água/tonelada de uva processada para a indústria do vinho).

As necessidades totais de água da indústria transformadora implantada na bacia foram estimadas em cerca de 7 milhões de m<sup>3</sup>/ano, dos quais aproximadamente 4 milhões de m<sup>3</sup>/ano satisfeitos pelas redes públicas e 3 milhões de m<sup>3</sup>/ano satisfeitos por captações próprias.

Relativamente às indústrias transformadoras servidas por captações próprias avaliaram-se as perdas nos sistemas próprios em cerca de 10% do consumo (3 milhões de m<sup>3</sup>/ano), pelo que as necessidades hídricas totais corresponderiam a 3,3 milhões de m<sup>3</sup>/ano.

No Quadro 1.28 apresentam-se as necessidades totais estimadas para a Indústria Transformadora no PBHRO.

**Quadro 1.28 – Indústria transformadora: necessidades de água estimadas por CAE**

CAE	Sector actividade	Necessidades de água estimadas totais (m <sup>3</sup> /ano)	% das necessidades totais
CAE 15	Produtos Alimentares	4 975 148	73,0%
CAE 18 + CAE 19	Couro e artigos de couro	39 456	0,6%
CAE 22	Diversos	62 370	0,9%
CAE 24	Químicos	688 793	10,1%
CAE 26	Pedra, Argila e Vidro	404 820	5,9%
CAE 27	Metalúrgicas	11 644	0,2%
CAE 28	Artigos metálicos	135 882	2,0%
CAE 29	Máquinas não eléctricas	375 294	5,5%
CAE 31	Máquinas eléctricas	54 985	0,8%
CAE 34 + CAE 35	Equipamento de transporte	66 630	1,0%
SOMA		6 815 022	100%

Fonte: PBHRO (2001)

As necessidades de água da indústria transformadora concentram-se num pequeno número de tipo de indústrias: indústria alimentar (73%), indústrias químicas (10%), indústrias de pedra, argila e vidro (6%) e indústrias de máquinas não eléctricas (5,5%) que, em conjunto, representam cerca de 95% das necessidades totais estimadas para a BHO.

#### *Plano actual*

No presente Plano, a definição do âmbito do universo industrial em estudo teve por base os seguintes documentos legais:

- Decreto – Lei n.º 381/2007 que 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;
- o Decreto-Lei n.º 209/2008 de 29 de Outubro, que estabelece o Regime de Exercício da Actividade Industrial (REAI), onde são incluídas as subclasses da Classificação Portuguesa das Actividades Económicas (CAE – rev.3). Revoga o Decreto-Lei n.º 69/2003 de 10 de Abril.

Para a análise da situação de referência relativa às necessidades de água das indústrias inseridas na área de influência do Plano de Bacia Hidrográfica das Ribeiras do Oeste teve-se em consideração a informação disponível nos dados constantes nas

Licenças Ambientais disponibilizadas pela APA e nos Títulos de Utilização de Recursos Hídricos da ARH do Tejo. Para cada instalação industrial foi possível obter um conjunto significativo de informação, do qual se destacam os seguintes aspectos:

- identificação do estabelecimento, incluindo designação, actividade exercida (CAE), NIF, morada e contactos;
- localização, discriminada por concelho, freguesia, bacia e coordenadas (M,P);
- elementos de produção, nomeadamente n.º de trabalhadores, turnos/dia, paragens anuais, matérias primas utilizadas, produtos obtidos, capacidade instalada (t/dia);
- origens e consumos médios anuais;
- volumes de auto-controlo e dos Títulos de Utilização de Recursos Hídricos (TURH).

A informação recolhida através desta fonte reporta-se a um universo de apenas 38 indústrias licenciadas, distribuídas por 9 concelhos, total ou parcialmente incluídos na Bacia Hidrográfica, dos 17 abrangidos. Relativamente às principais classes de actividade industrial (CAE – Rev. 3) abrange o seguinte universo dos sectores da indústria transformadora:

- **SECÇÃO C – INDÚSTRIAS TRANSFORMADORAS**

10 Indústrias alimentares;

23 Fabricação de outros produtos minerais não metálicos;

24 Indústrias metalúrgicas de base;

25 Fabricação de produtos metálicos, excepto máquinas e equipamentos.

Foram igualmente consultadas outras fontes de informação disponíveis, designadamente:

- o Plano de Bacia Hidrográfica das Ribeiras do Oeste anterior (2001), de que se apresentou um resumo acima;
- os elementos relativos ao Lote 1, Recursos hídricos de superfície, também obtidos a partir das Licenças Ambientais.

Como previsto na metodologia proposta, foram estabelecidos contactos com outras entidades no sentido de obter listagens dos estabelecimentos industriais licenciados e outra informação de base designadamente, o tipo de actividade (CAE), nome, endereço e contacto, que permitissem o envio de inquéritos às unidades industriais



com maior relevância em termos de necessidades e consumos de água. As entidades contactadas foram, entre outras, a Direcção Regional de Economia do Centro (DRE – Centro) e o Instituto Nacional de Estatística (INE).

Apesar dos esforços envidados junto das entidades supracitadas, não foi possível em tempo útil a obtenção dos elementos solicitados, necessários à análise da situação de referência de acordo com a metodologia proposta.

Para o universo contemplado, a análise efectuada permitiu aferir as seguintes necessidades e consumos de água totais, por origem e por divisão CAE. Apresentam-se igualmente os valores apurados por auto-controlo (volumes consumidos em 2008 e 2009) e os valores registados nos TURH.

**Quadro 1.29 – Necessidades e consumos de água totais por divisão CAE (m<sup>3</sup>/ano)**

CAE	Consumo Médio de Água	Consumo Água Subterrânea	Necessidades Anuais
	Licença Ambiental (m <sup>3</sup> /ano)	Auto-controlo (m <sup>3</sup> /ano)	TURH (m <sup>3</sup> /ano)
10	227 799	235 416	235 416
23	1 116 600*	555 956	2 683 104
24	30692	-	-
25	112 320	17 700	30 000
TOTAL	1 487 411	809 072	2 948 520

\* Considerou-se que a empresa com o NIF 502802995 tem um consumo médio de água de origem subterrânea de 552 760 m<sup>3</sup>/ano e não de m<sup>3</sup>/dia como indicado na LA.

Importa apenas salientar que, como seria expectável, o consumo de água efectivo das indústrias apurado em termos de auto-controlo é claramente inferior ao volume licenciado.

**Quadro 1.30 – Necessidades e consumos de água por origem e por divisão CAE (m<sup>3</sup>/ano)**

CAE	CONSUMO TOTAL		
	(m <sup>3</sup> /ano)		
	REDE PÚBLICA	CAPTAÇÃO SUBTERRÂNEA	CAPTAÇÃO SUPERFICIAL
10	131 384	21 415	750 00
23	72 794	1 043 344	462
24	30 692	-	-
25	-	112 320	-
TOTAL	234 870	1 177 079	75 462

Atendendo às necessidades de água da indústria transformadora apuradas no PBHT anterior e referidas anteriormente, de aproximadamente 7 000 000 m<sup>3</sup>/ano, sendo cerca de 4 000 000 m<sup>3</sup>/ano e 3 000 000 m<sup>3</sup>/ano, os volumes anuais satisfeitos por redes públicas e captações próprias, respectivamente, e considerando o volume médio de água registado nas licenças ambientais como as necessidades reais a satisfazer, o universo de indústrias considerado representa apenas cerca de 5,9% e 41,8 %, respectivamente, das necessidades anteriormente apuradas.

Relativamente às necessidades de água por concelho, os valores obtidos são os que se apresentam no quadro seguinte.

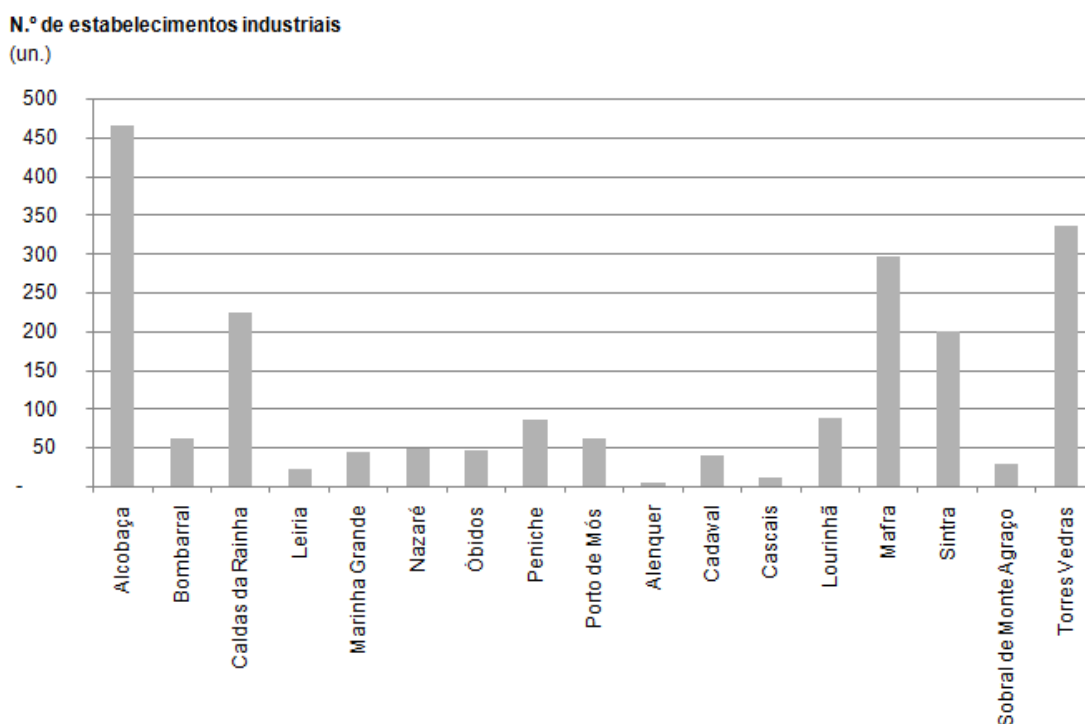
**Quadro 1.31 – Necessidades e consumos de água totais por Concelho (m<sup>3</sup>/ano)**

CONCELHO	CONSUMO MÉDIO DE ÁGUA		NECESSIDADES ANUAIS TURH (m <sup>3</sup> /ano)
	Licença Ambiental (m <sup>3</sup> /ano)	CONSUMO ÁGUA SUBTERRÂNEA Auto-controlo (m <sup>3</sup> /ano)	
Alcobaça	555 573	208 212	1 560 000
Cadaval	4 641	-	-
Caldas da Rainha	2 538	-	-
Lourinhã	7 553	39 816	39 816
Mafra	200 000	-	-
Marinha grande	472 277	249 984	760 560
Peniche	15 374	-	16 200
Porto de Mós	26 695	78 000	78 000
Torres Vedras	202 760	233 061	493 944
<b>TOTAL</b>	<b>1 487 411</b>	<b>809 072</b>	<b>2 948 520</b>

Face ao exposto, importa referir que a escassez e qualidade da informação obtida limitou a análise efectuada e a aplicação da metodologia proposta na 1.ª Fase – Metodologias e Conteúdos. Esta limitação deverá servir de reflexão às medidas a desenvolver no âmbito do novo Plano. Na ausência de informação adicional, a estimativa das actuais necessidades de água do sector industrial foi obtida com recurso a métodos indirectos, nomeadamente com base na aplicação de coeficientes de consumo de água a informação estatística. Para o efeito, o Gabinete de Estratégia e Planeamento (GEP) do Ministério do Trabalho e da Solidariedade Social disponibilizou uma listagem de caracterização do sector industrial de cada concelho localizado parcial ou totalmente na bacia hidrográfica das das Ribeiras do Oeste, relativa ao ano 2008, com a seguinte informação estatística:

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

Os estabelecimentos industriais inventariados totalizam 5 423 unidades, registando-se o maior número de estabelecimentos no concelho de Sintra (1 341), seguido do concelho de Leiria (1 003). Salienta-se, contudo, que estes valores respeitam ao número de estabelecimentos industriais inventariados pelo GEP para os concelhos abrangidos pelo plano, dos quais se admite que somente 2 070 integrem a bacia das Ribeiras do Oeste. Este valor resultou do produto entre o número total de unidades existentes num concelho pelo respectivo coeficiente de população residente na área do concelho abrangida pela bacia. Na figura seguinte apresenta-se a distribuição do número de estabelecimentos industriais admitidos no estudo pelos concelhos da área em estudo.



**Figura 1.15 – Distribuição do número de estabelecimentos industriais pelos concelhos da área de estudo**

A estimativa das necessidades de água foi efectuada a partir de coeficientes específicos para cada sector industrial que permitem inferir o volume aproximado de água necessário a cada actividade da indústria transformadora, por ano e por

trabalhador. Nos cálculos efectuados foi considerado o número médio de trabalhadores do intervalo fornecido pelo GEP. Os coeficientes adoptados são apresentados no quadro seguinte e tiveram por base as seguintes origens, por ordem decrescente de prioridades:

- coeficientes estimados no âmbito do anterior Plano;
- coeficientes estimados no âmbito do presente Plano (no caso de não terem sido estimados no âmbito do anterior Plano);
- coeficientes publicados na bibliografia da especialidade.

**Quadro 1.32 – Coeficientes adoptados por sector de actividade**

CAE	Sector de actividade	Necessidades de água (m <sup>3</sup> /trab./ano)
10110	Abate de gado (produção de carne)	910
10120	Abate de aves (produção de carne)	1 503
10130	Fabricação de produtos à base de carne	197
102	Preparação e conservação de peixes, crustáceos e moluscos	175
103	Preparação e conservação de frutos e de produtos hortícolas	7 422
1041	Produção de óleos e gorduras	1 684 <sup>A</sup>
10420	Fabricação de margarinas e gorduras alimentares similares	805
105	Indústria de lacticínios	711
106	Transformação de cereais e leguminosas; fabricação de amidos, de féculas e de afins	134
107	Fabricação de produtos de padaria e outros produtos à base de farinha	183 <sup>B</sup>
1082; 1083; 1086; 10893	Indústria do cacau, do chocolate e dos produtos de confeitaria; Indústria do café e do chá; Fabricação de alimentos homogeneizados e dietéticos; Fabricação de outros produtos alimentares diversos, n.e.	260 <sup>B</sup>
10840; 10891	Fabricação de condimentos e temperos; Fabricação de fermentos, leveduras e adjuvantes para panificação e pastelaria	98 <sup>A</sup>
10850; 10892	Fabricação de refeições e pratos pré-cozinhados; Fabricação de caldos, sopas e sobremesas	1 300 <sup>B</sup>
109	Fabricação de produtos para animais	520 <sup>B</sup>
1101; 11013; 11021	Fabricação de bebidas alcoólicas destiladas; Produção de licores e de outras bebidas destiladas; Produção de vinhos comuns e licorosos	100 <sup>A</sup>
1103 a 1106	Fabricação de cidra e outras bebidas fermentadas de frutos; Fabricação de vermouths e de outras bebidas fermentadas não destiladas; Fabricação de cerveja e malte	1 743 <sup>A</sup>
1107	Fabricação de refrigerantes; produção de águas minerais naturais e de outras águas engarrafadas	947
12000	Indústria do tabaco	25
1310 e 1320	Preparação e fiação de fibras têxteis; Tecelagem de têxteis	656 <sup>A</sup>
1330	Acabamentos de têxteis	2 805 <sup>A</sup>
139 e 14	Fabricação de outros têxteis; Indústria do vestuário	26 <sup>B</sup>
15111	Curtimenta e acabamento de peles sem pêlo	1 422

CAE	Sector de actividade	Necessidades de água (m <sup>3</sup> /trab./ano)
1512 e 152	Fabricação de artigos viagem e de uso pessoal, de marroquinaria, de correeiro e de seleiro; Indústria do calçado	25
161 e 162	Serração, aplainamento e impregnação da madeira; Fabricação de artigos de madeira, cortiça, espartaria e cestaria (excepto mobiliário)	161 <sup>A</sup>
1711	Fabricação de pasta, de papel e cartão (excepto canelado)	9 100 <sup>A</sup>
17120; 17211; 17212	Fabricação de papel e de cartão (excepto canelado); fabricação de papel e de cartão canelados (inclui embalagens); fabricação de outras embalagens de papel e de cartão	4 420 <sup>B</sup>
17220; 17230; 17290	fabricação de artigos de papel para uso doméstico e sanitário; Fabricação de artigos de papel para papelaria; Fabricação de outros artigos de pasta de papel, de papel e de cartão	702 <sup>B</sup>
181; 182	Impressão e actividades dos serviços relacionados com a impressão	39
20110 a 20142	Fabricação de gases industriais; Fabricação de corantes e pigmentos; Fabricação de outros produtos químicos inorgânicos de base; Fabricação de resinosos e seus derivados; Fabricação de carvão (vegetal e animal) e produtos associados	1 962
20144; 2015 a 2017	Fabricação de outros produtos químicos orgânicos de base, n.e.; Fabricação de adubos e de compostos azotados; Fabricação de matérias plásticas sob formas primárias; Fabricação de borracha sintética sob formas primárias	1 667 <sup>A</sup>
20200	Fabricação de pesticidas e outros produtos agroquímicos	60
2030	Fabricação de tintas, vernizes e produtos similares; mastiques; tintas de impressão	80
2041	Fabricação de sabões, detergentes e glicerina	427
20420	Fabricação de perfumes, de cosméticos e de produtos de higiene	10
205	Fabricação de outros produtos químicos	62
21	Fabricação de produtos farmacêuticos de base e de preparações farmacêuticas	531
221	Fabricação de artigos de borracha	442 <sup>B</sup>
222	Fabricação de artigos de matérias plásticas	234 <sup>B</sup>
231	Fabricação de vidros e artigos de vidro	274
232; 233; 2341	Fabricação de produtos cerâmicos refractários; Fabricação de produtos cerâmicos para a construção; Fabricação de artigos	77

CAE	Sector de actividade	Necessidades de água (m <sup>3</sup> /trab./ano)
	cerâmicos de uso doméstico e ornamental	
2342; 2344; 2349	Fabricação de artigos cerâmicos para usos sanitários; Fabricação de outros produtos em cerâmica para usos técnicos; Fabricação de outros produtos cerâmicos não refractários	260 <sup>B</sup>
235; 236	Fabricação de cimento, cal e gesso; Fabricação de produtos de betão, gesso e cimento	136
237	Serragem, corte e acabamento de rochas ornamentais e de outras pedras de construção	234 <sup>B</sup>
239	Fabricação de produtos abrasivos e de outros produtos minerais não metálicos	28
241; 243	Siderurgia e fabricação de ferro-ligas; Outras actividades da primeira transformação do aço	560 <sup>A</sup>
242	Fabricação de tubos, condutas, perfis ocios e respectivos acessórios de aço	75 <sup>A</sup>
244	Obtenção e primeira transformação de metais preciosos e de outros metais não ferrosos	312 <sup>B</sup>
245	Fundição de metais ferrosos e não ferrosos	49
25	Fabricação de produtos metálicos, excepto máquinas e equipamentos	72
26	Fabricação de componentes informáticos, equipamento para comunicações e produtos electrónicos e ópticos	24 <sup>A</sup>
27	Fabricação de equipamento eléctrico	25
28	Fabricação de máquinas e equipamentos n.e.	83
29	Fabricação de veículos automóveis, reboques, semi-reboques e componentes para veículos automóveis	124
30	Fabricação de outro equipamento de transporte	1 397
31	Fabricação de mobiliário e de colchões	39 <sup>B</sup>
32	Outras indústrias transformadoras	25
33	Reparação, manutenção e instalação de máquinas e equipamentos	104 <sup>B</sup>

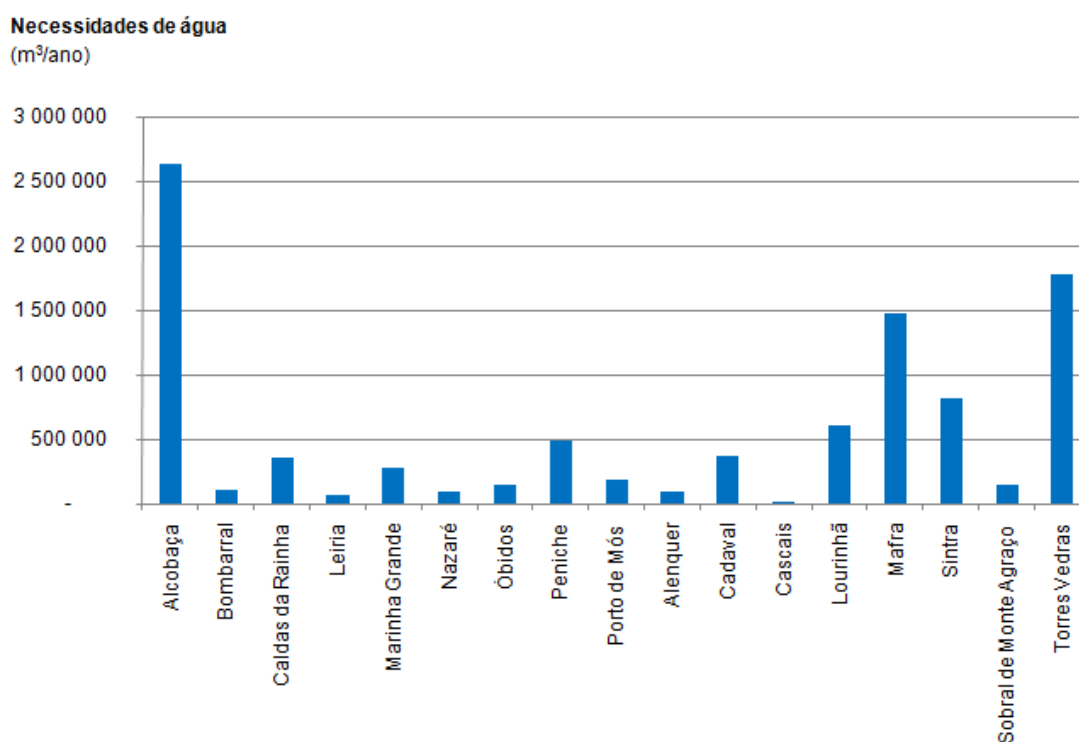
<sup>A</sup> PBHRT; <sup>B</sup> CUSTODIO, E., LLAMAS, M.R., "Hidrologia Subterránea", II-B, 1.ª Edição, Barcelona, 1976.

Na ausência de coeficiente específico para uma determinada actividade, procurou-se aplicar 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 cada trabalhador estaria associado a um consumo diário de 100 l, 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 estabelecimentos industriais com um dado CAE localizados na bacia, o respectivo número médio de trabalhadores e o correspondente coeficiente de necessidade de água.

No gráfico e tabela seguintes apresentam-se os principais resultados obtidos, por concelho.



**Figura 1.16 – Distribuição das necessidades anuais de água dos estabelecimentos industriais pelos concelhos da área de estudo**



**Quadro 1.33 – Distribuição das necessidades anuais de água dos estabelecimentos industriais pelos concelhos da área de estudo**

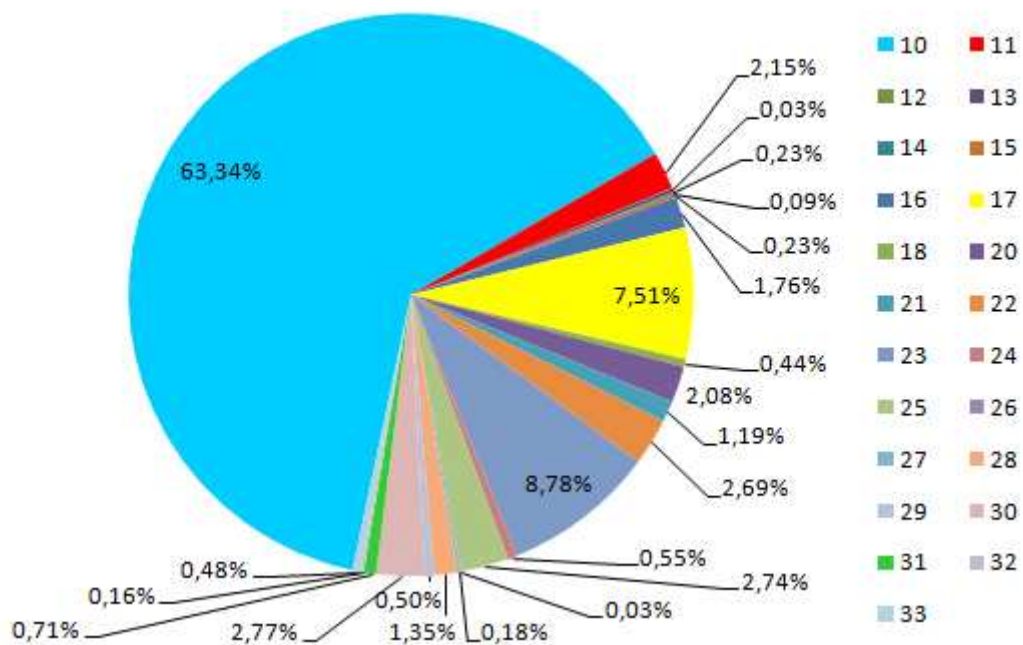
Concelhos	Necessidades de água (m <sup>3</sup> /ano)	% das necessidades totais
Alcobaça	2 641 749	27,2
Alenquer	99 062	1,0
Bombarral	109 727	1,1
Cadaval	371 110	3,8
Caldas da Rainha	361 787	3,7
Cascais	17 418	0,2
Leiria	73 588	0,8
Lourinhã	606 572	6,2
Mafra	1 473 657	15,2
Marinha Grande	283 987	2,9
Nazaré	95 183	1,0
Óbidos	152 580	1,6
Peniche	494 403	5,1
Porto de Mós	186 947	1,9
Sintra	821 537	8,5
Sobral de Monte Agraço	146 143	1,5
Torres Vedras	1 776 923	18,3
TOTAL	9 712 373	100

A análise da informação resumida no gráfico e tabela anteriores permite inferir que os concelhos de Alcobaça, Torres Vedras e Mafra são responsáveis por 60,7% das necessidades totais de água da indústria transformadora da bacia hidrográfica das Ribeiras do Oeste, ou seja, por 5 892 329 m<sup>3</sup>/ano dos 9 712 373 m<sup>3</sup>/ano estimados.

Verifica-se que, de uma maneira geral, os concelhos com maiores necessidades de água correspondem aos concelhos com maior número de estabelecimentos industriais, designadamente: Alcobaça (466 unidades industriais), Torres Vedras (336) e Mafra (298).

No gráfico e quadro seguintes apresenta-se a distribuição das necessidades de água pelos diversos sectores de actividade admitidos: CAE 10, CAE 11, CAE 12, CAE 13,

CAE 14, CAE 15, CAE 16, CAE 17, CAE 18, CAE 20, CAE 21, CAE 22, CAE 23, CAE 24, CAE 25, CAE 26, CAE 27, CAE 28, CAE 29, CAE 30, CAE 31, CAE 32 e CAE 33.



**Figura 1.17 – Distribuição das necessidades anuais de água dos estabelecimentos industriais pelos vários sectores de actividade (CAE) admitidos**

**Quadro 1.34 – Distribuição das necessidades anuais de água dos estabelecimentos industriais pelos concelhos da área de estudo**

<b>CAE – Sector de actividade</b>	<b>Necessidades de água m<sup>3</sup>/ano</b>	<b>% das necessidades totais</b>
CAE 10 – Indústrias alimentares	6 151 655	63,34
CAE 11 – Indústrias das bebidas	208 705	2,15
CAE 12 – Indústrias do tabaco	2 800	0,03
CAE 13 – Fabricação de têxteis	22 114	0,23
CAE 14 – Indústria do vestuário	9 086	0,09
CAE 15 – Indústria do couro e seus produtos	22 318	0,23
CAE 16 – Indústria da madeira e da cortiça <sup>1</sup>	171 245	1,76
CAE 17 – Fabricação de pasta, de papel, cartão e seus artigos	729 774	7,51
CAE 18 – Impressão e reprodução de suportes gravados	42 791	0,44
CAE 20 – Produtos químicos e de fibras sintéticas ou artificiais <sup>2</sup>	202 448	2,08
CAE 21 – Produtos farmacêuticos de base e preparações farmacêuticas	115 372	1,19
CAE 22 – Artigos de borracha e de matérias plásticas	260 889	2,69
CAE 23 – Outros produtos minerais não metálicos	852 713	8,78
CAE 24 – Indústrias metalúrgicas de base	53 702	0,55
CAE 25 – Produtos metálicos <sup>3</sup>	266 243	2,74
CAE 26 – Equipamentos informáticos, para comunicações e produtos electrónicos	3 120	0,03
CAE 27 – Equipamento eléctrico	17 518	0,18
CAE 28 – Fabricação de máquinas e equipamentos n.e.	131 060	1,35
CAE 29 – Veículos automóveis, reboques, semi-reboques e componentes para veículos	48 318	0,50
CAE 30 – Fabricação de outro equipamento de transporte	269 162	2,77
CAE 31 – Fabricação de mobiliário e de colchões	69 217	0,71
CAE 32 – Outras indústrias transformadoras	15 421	0,16
CAE 33 – Reparação, manutenção e instalação de máquinas e equipamentos	46 700	0,48
<b>TOTAL</b>	<b>9 712 373</b>	<b>100</b>

<sup>1</sup> Excepto mobiliário; <sup>2</sup> Excepto produtos farmacêuticos; <sup>3</sup> Excepto máquinas e equipamentos.

O sector das indústrias alimentares (CAE 10) destaca-se como sendo o sector da indústria transformadora que necessita de maior volume de água, representando 63% das necessidades totais estimadas. Neste sector, destacam-se os subsectores de preparação e conservação de frutos e produtos hortícolas (CAE 103), com 38,9% das necessidades de água, e o abate de animais, preparação e conservação de carne e de produtos à base de carne (CAE 101) com 35,8% das necessidades de água.

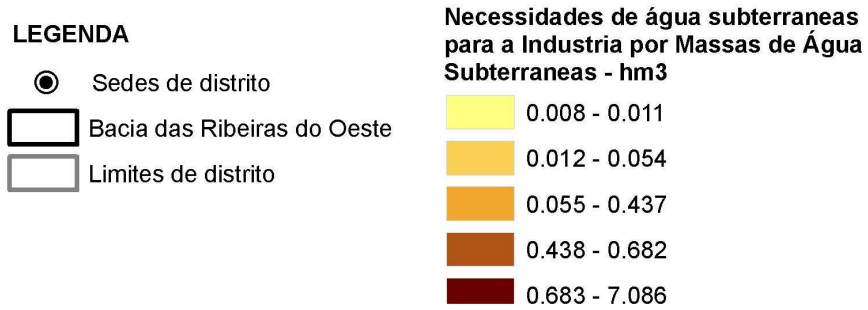
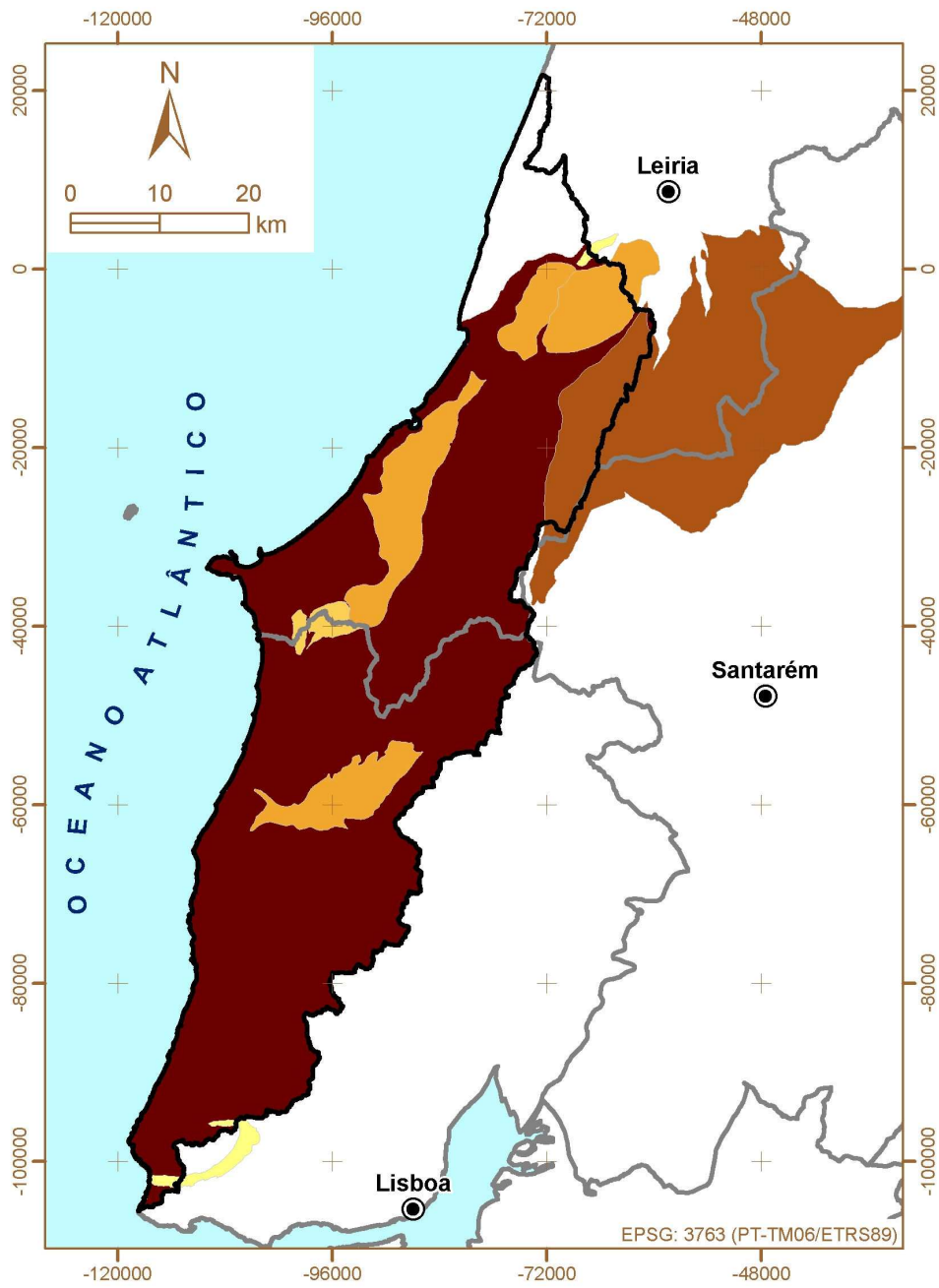
Salientam-se, ainda, os sectores da fabricação de outros produtos minerais não metálicos (CAE 23) e da fabricação de pasta, papel, cartão e seus artigos (CAE 17), cujas necessidades anuais de água representam, respectivamente, 9% e 8% das necessidades da indústria transformadora.

Tendo em conta que no Plano anterior se concluiu que a água fornecida para a indústria era fornecida na totalidade por captações subterrâneas e não se dispondendo de outra informação, nesta fase admitiu-se que as necessidades de água para a indústria continuam a ser totalmente satisfeitas por origens subterrâneas.

Assim, com base nas necessidades totais para a indústria por concelho atrás apresentadas, foi calculada a sua distribuição por massa de água subterrânea, em ambiente SIG, apresentando-se no quadro e na figura seguintes os resultados obtidos.

**Quadro 1.35 – Necessidades de água para a indústria, por massa de água subterrânea**

<b>Massa de água subterrânea</b>		<b>Volume</b>
<b>Designação</b>	<b>Código</b>	<b>(hm<sup>3</sup>/ano)</b>
Orla Ocidental Indiferenciado das bacias das Ribeiras do Oeste	PTO04RH4	7,086
Maceira	PTO18	0,008
Alpedriz	PTO19	0,346
Maiço calcário Estremenho	PTO20	0,682
Paço	PTO23	0,036
Cesareda	PTO24	0,054
Torres Vedras	PTO25	0,354
Caldas da Rainha-Nazaré	PTO33	0,437
Pisões-Atrozela	PTO28	0,011
Soma		9,014



**Figura 1.18 – Distribuição das necessidades de água para a indústria por massa de água subterrânea**

## 1.2.2 Avaliação do balanço entre necessidades, disponibilidades e potencialidades (1.7.2)

### 1.2.2.1 Resumo do anterior Plano

No anterior Plano, as principais necessidades de recursos hídricos têm origem em actividades agrícolas e relacionadas com o abastecimento urbano e industrial. Em ano médio, verificavam-se na área do PBHRO, as seguintes necessidades de água:

- abastecimento doméstico: 40 hm<sup>3</sup>;
- abastecimento não doméstico, excepto industrial: 16 hm<sup>3</sup>;
- abastecimento industrial, a partir de redes públicas: 4 hm<sup>3</sup>;
- abastecimento industrial, com captações próprias: 3 hm<sup>3</sup>;
- agricultura: 128 hm<sup>3</sup>;
- pecuária: 2 hm<sup>3</sup>;
- total: 193 hm<sup>3</sup>.

Os resultados das extracções de água na área do plano para o abastecimento urbano e industrial apresentam-se nos quadros seguintes, distinguindo-se as extracções realizadas através das redes de distribuição e as extracções das indústrias por captação própria.

**Quadro 1.36 – Extracções subterrâneas e superficiais anuais através da rede por sub-bacia (hm<sup>3</sup>)**

Sub-bacia	Extracções anuais através da rede (hm <sup>3</sup> /ano)		
	Captações subterrâneas	Captações superficiais	Captação total
Alcobaça	5,61	1,19	6,80
Colares	0,54	0,15	0,68
Costa do Estoril	1,07	0,33	1,40
Lizandro	0,26	0,04	0,31
Óbidos	5,00	0,00	5,00
Peniche	4,40	1,31	5,71
S. Martinho	5,71	0,27	5,98
Safarujo	0,11	0,00	0,11
Sizandro	1,84	0,00	1,84
Total	24,54	3,29	27,83

Fonte: PBHRO (2001)

**Quadro 1.37 – Extracções subterrâneas e superficiais anuais próprias na indústria (hm<sup>3</sup>)**

Sub-bacia	Extracções anuais por captações próprias na indústria (hm <sup>3</sup> /ano)		
	Captações subterrâneas	Captações superficiais	Captação total
Alcobaça	0,06	0,00	0,06
Colares	0,41	0,00	0,41
Costa do Estoril	0,11	0,00	0,11
Lizandro	0,26	0,00	0,26
Óbidos	0,46	0,00	0,46
Peniche	0,80	0,00	0,80
S. Martinho	0,60	0,00	0,60
Safarujo	0,01	0,00	0,01
Sizandro	0,25	0,00	0,25
Total	2,96	0,00	2,96

Fonte: PBHRO (2001)

Em ponto anterior foram apresentados os volumes necessários para satisfazer as necessidades hídricas das culturas, afectadas pelas eficiências dos sistemas de rega, para ano médio, seco e húmido. No Quadro 1.38 apresentam-se os resultados obtidos distinguindo a forma de extracção, superficial ou subterrânea.



**Quadro 1.38 – Necessidades hídricas anuais superficiais e subterrâneas na agricultura para ano seco, médio e húmido (hm<sup>3</sup>)**

Designação	Extracções anuais na agricultura (hm <sup>3</sup> )					
	Captações subterrâneas			Captações superficiais		
	A. Médio	A. Seco	A. Húmido	A. Médio	A. Seco	A. Húmido
Alcobaça	27,29	30,84	23,78	10,61	11,99	9,25
Colares	1,08	1,22	0,94	0,42	0,48	0,37
Costa Estoril	1,00	1,13	0,87	0,39	0,44	0,34
Lizandro	3,68	4,15	3,20	1,43	9,28	1,25
Óbidos	21,12	23,86	18,40	8,21	1,62	7,15
Peniche	10,57	11,94	9,20	4,11	4,64	3,58
S. Martinho	11,29	12,75	9,83	4,39	4,96	3,82
Safarujo	3,32	3,75	2,89	1,29	1,46	1,12
Sizandro	13,19	14,91	11,49	5,13	5,80	4,47
Total	92,52	104,55	80,61	35,98	40,66	31,35

Fonte: PBHRO (2001)

Com o objectivo de identificar, globalmente na região do PBHRO e nas sub-bacias em que foi discretizada, as zonas onde se registam défices e excessos de recursos hídricos, realizaram-se balanços entre as disponibilidades de água dos meios hídricos superficiais e subterrâneos e as utilizações actuais, também diferenciadas em captações superficiais e subterrâneas. Esta análise permitiu diagnosticar os problemas relacionados com a vertente quantitativa da gestão dos recursos hídricos e caracterizar a Situação de Referência ou Actual correspondente à que teria existido no período analisado se, durante o mesmo, a bacia tivesse tido, permanentemente, uma ocupação e um consumo de água igual ao actual.

O balanço realizado para os recursos superficiais resultou de um modelo estático, no qual não se consideram nem as variações anuais das quantidades de água armazenadas nas albufeiras e linhas de água e das águas interceptadas e retidas superficialmente, nem as rejeições realizadas nos cursos de água. O balanço considera, apenas, as disponibilidades hídricas superficiais geradas em cada sub-bacia e as extracções (captações) realizadas para o abastecimento de água às populações, à indústria e para rega.

Consideraram-se as disponibilidades hídricas anuais para os níveis de garantia iguais a 50% (ano médio), 80% (ano seco) e 20% (ano húmido), correspondentes, respectivamente, às probabilidades de não excedência de 50%, 20% e 80%.

No balanço hídrico subterrâneo considerou-se o volume extraível de águas subterrâneas, por cada sub-bacia, e as extracções estimadas para o abastecimento de água às populações, à indústria e para rega.

A avaliação das necessidades referentes ao abastecimento de água às populações, à indústria e à agricultura com captações superficiais e subterrâneas foi baseada nos inventários e estimativas realizados no âmbito do plano. O facto de se considerarem os volumes extraídos e não os úteis, efectivamente utilizados (sem consideração do retorno directo às linhas de água), nem as afluências de montante, torna a análise realizada conservadora do ponto de vista do balanço final.

Foram ainda objecto de análise os transvases mais importantes entre bacias e referida a capacidade de armazenamento na bacia hidrográfica.

Os recursos hídricos subterrâneos foram considerados como sendo os volumes extraíveis dos aquíferos, cujos valores calculados por sub-bacia para a análise do balanço das necessidades-disponibilidades, são apresentados no Quadro 1.39.

**Quadro 1.39 – Volume anual extraível dos recursos subterrâneos (hm<sup>3</sup>)**

Designação	Área (km <sup>2</sup> )	Volume extraível	
		(mm)	(hm <sup>3</sup> )
Alcobaça	449,0	190	85,3
Colares	144,8	151	21,9
Costa Estoril	99,0	171	16,9
Lizandro	168,9	181	30,6
Óbidos	451,6	100	45,2
Peniche	387,1	107	41,4
S. Martinho	254,9	105	26,8
Safarujo	106,0	174	18,4
Sizandro	334,2	114	38,1
Total	2 395,4	-	324,6

Fonte: PBHRO (2001)

Com vista à avaliação das disponibilidades hídricas superficiais, produziu-se uma série anual de 50 anos (1941/42 a 1990/91) para as sub-bacias consideradas na

discretização da área do plano. A determinação das disponibilidades hídricas anuais para os níveis de garantia iguais a 50% (ano médio), 80% (ano seco), 20% (húmido) foi obtida a partir da série anual dos escoamentos. Os valores de escoamento estimados para os níveis de garantia referidos, por sub-bacia, apresentam-se no Quadro 1.40.

**Quadro 1.40 – Escoamentos anuais por sub-bacia (hm<sup>3</sup>)**

Designação	Área (km <sup>2</sup> )	Escoamentos (mm) em ano			Escoamentos (hm <sup>3</sup> ) em ano		
		Médio	Seco	Húmido	Médio	Seco	Húmido
Alcobaça	449,0	227	127,6	326,5	101,9	57,3	146,6
Colares	144,8	179,2	87,2	271,2	25,9	12,6	39,3
Costa Estoril	99,0	186,8	102,2	271,3	18,5	10,1	26,9
Lizandro	168,9	150,1	58,1	242,1	25,4	9,8	40,9
Óbidos	451,6	185,3	99,3	271,3	83,7	44,8	122,5
Peniche	387,1	178	95,3	260,6	68,9	36,9	100,9
S. Martinho	254,9	198	103,6	292,4	50,5	26,4	74,5
Safarujo	106,0	164,1	58,6	269,5	17,4	6,2	28,6
Sizandro	334,2	137,4	46,2	228,6	45,9	15,4	76,4
Total	2395,4	-	-	-	438,1	219,6	656,5

Fonte: PBHRO (2001)

Concluiu-se que se verificam transvases das bacias hidrográficas do rio Liz e do rio Tejo para a área da bacia hidrográfica das Ribeiras do Oeste. De um total aproximado de 32 hm<sup>3</sup>, 0,5 hm<sup>3</sup> provêm da bacia hidrográfica do rio Liz e 31,5 hm<sup>3</sup> da bacia hidrográfica do rio Tejo. Deste último, o sistema da EPAL é responsável por 31,3 hm<sup>3</sup>, provenientes de captações na albufeira de Castelo de Bode, no rio Zêzere, no Alviela e em Valada do Tejo.

O armazenamento verificado na região da BHO correspondia ao realizado nas barragens do rio da Mula e de S. Domingos, com capacidades de armazenamento da ordem dos 386 000 m<sup>3</sup> e 7 548 000 m<sup>3</sup>, respectivamente.

O balanço de necessidades - disponibilidades hídricas foi efectuado para ano médio, seco e húmido e para os recursos hídricos superficiais e subterrâneos. Também foi analisado o balanço das necessidades - disponibilidades para o semestre seco nos anos médio, seco e húmido. No Quadro 1.41 apresentam-se os valores relativos ao balanço hídrico superficial e subterrâneo por bacia para ano médio, seco e húmido.

**Quadro 1.41 – Balanço das necessidades - disponibilidades subterrâneas e superficiais (hm<sup>3</sup>) por sub-bacia, para ano médio, seco e húmido**

Balanço						
Designação	Recursos hídricos subterrâneos (hm <sup>3</sup> )			Recursos hídricos superficiais (hm <sup>3</sup> )		
	A. Médio	A. Seco	A. Húmido	A. Médio	A. Seco	A. Húmido
Alcobaça	52,35	48,80	55,86	90,12	44,11	136,16
Colares	19,83	19,69	19,97	25,38	12,00	38,75
Costa Estoril	14,75	14,62	14,88	17,78	9,35	26,19
Lizandro	26,38	25,90	26,85	23,88	0,49	39,61
Óbidos	18,58	15,83	21,30	75,46	43,22	115,35
Peniche	25,65	24,28	27,02	63,48	30,94	95,99
S. Martinho	9,17	7,70	10,62	45,81	21,18	70,44
Safarujo	15,00	14,57	15,43	16,10	4,75	27,44
Sizandro	22,81	21,10	24,51	40,78	9,64	71,92
Total	204,53	192,50	216,44	398,80	175,69	621,85

Fonte: PBHRO (2001)

Os resultados relativos ao balanço hídrico subterrâneo para o semestre seco, em ano médio, seco e húmido apresentam-se no Quadro 1.42.

**Quadro 1.42 – Balanço hídrico dos recursos subterrâneos e superficiais para o semestre seco (hm<sup>3</sup>)**

Designação	Recursos hídricos subterrâneos (hm <sup>3</sup> )			Recursos hídricos superficiais (hm <sup>3</sup> )		
	Ano Médio	Ano Seco	Ano Húmido	Ano Médio	Ano Seco	Ano Húmido
Alcobaça	12,5	9,0	16,0	16,31	2,88	29,74
Colares	9,4	9,2	9,5	4,95	2,10	7,80
Costa Estoril	6,9	6,7	7,0	3,52	1,62	5,41
Lizandro	11,4	10,9	11,8	3,62	-7,34	6,91
Óbidos	-1,3	-4,0	1,5	14,38	10,49	25,92
Peniche	7,5	6,2	8,9	12,46	3,92	20,99
S. Martinho	-1,1	-2,5	0,4	9,10	2,04	16,17
Safarujo	5,8	5,4	6,3	2,19	-0,22	4,59
Sizandro	4,8	3,1	6,5	4,05	-2,71	10,81
Total	56,0	44,0	67,9	70,59	12,79	128,33

Fonte: PBHRO (2001)

### 1.2.2.2 Situação actual

Está em curso o cálculo do balanço hídrico para o Plano actual. À data de entrega deste relatório, os resultados provisórios (sem valores calculados de necessidades para a indústria no PGRH Tejo) por massa de águas subterrâneas são os apresentados no **Error! Reference source not found.**

As taxas de exploração calculadas para a massa de água do Paço, da Bacia do Tejo-Sado Margem Direita e das Aluviões do Tejo situam-se entre os 55 e 60%. Os valores calculados para Ota – Alenquer excedem 100%, pressupondo que a área geográfica atribuída a esta massa de água, não corresponda à realidade hidrogeológica.

No próximo relatório serão apresentados os resultados finais bem como uma actualização das taxas de exploração e sua análise.

**Quadro 1.43 – Balanço hídrico dos recursos subterrâneos para o ano médio, por massa de águas subterrâneas**

<b>PGRH Tejo e PBH Oeste</b>	<b>Recarga</b>	<b>Necessidade</b>	<b>Taxa de exploração</b>
<b>Massa de águas subterrâneas</b>	Volume anual médio (hm <sup>3</sup> /ano)	Volume (hm <sup>3</sup> /ano)	%
A0x1RH5 - Maciço Antigo indiferenciado da Bacia do Tejo	*	14,400138	*
A2 - Escusa	1,348017935	0,049	3,63%
A3 - Monforte – Alter do Chão	*	1,131857	*
A4 - Estremoz – Cano (Total)	43,25183025	3,83477	8,87%
O01RH5 - Orla Ocidental Indiferenciado da Bacia do Tejo	*	6,444776	*
O04RH4 - Orla ocidental indiferenciado das bacias das ribeiras do Oeste	213,6471426	48,177276	22,55%
O9 - Penela Tomar	*	0,814	*
O11 - Sicó – Alvaiázere	*	4,649022	*
O15 – Ourém	*	5,086462	*
O18 – Maceira	3,238229507	0,02	0,62%
O19 – Alpedriz	18,8731022	2,0362	10,79%
O20 - Maciço Calcário Estremenho (Tejo + RO)	422,1550618	16,089813	3,81%
O23 – Paço	1,48	0,879909	59,39%
O24 – Cesareda	7,274538238	0,870994	11,97%
O25 - Torres Vedras	14,04940026	1,299295	9,25%
O26 – Ota Alenquer	4,32	13,459812	311,79%
O28 - Pisões – Atrozela (Tejo + RO)	*	1,665628	*
O33 - Caldas da Rainha – Nazaré (Total)	49,64457152	13,69644	27,59%
T01RH5 - Bacia do Tejo – Sado indiferenciado da Bacia do Tejo	*	28,509518	*
T1 - Bacia do Tejo – Sado / Margem Direita	172,65	98,308376	56,94%
T3 - Bacia do Tejo – Sado / Margem Esquerda	1090,956749	378,541046	34,70%
T7 - Aluviões do Tejo	220,4167133	124,316	56,40%

NB: PGRH Tejo ainda sem valores de necessidades para a indústria

\* - Recarga em avaliação a 31.01.2011

### **1.3 ABASTECIMENTO E TRATAMENTO DE ÁGUAS RESIDUAIS (1.8)**

#### **1.3.1 Caracterização dos principais sistemas (1.8.1)**

##### **1.3.1.1 Abastecimento de água (1.8.1.1)**

###### **1.3.1.1.1 Situação no anterior Plano**

No PBHRO (INAG, 2001) foram inventariados 52 sistemas de abastecimento com rede de distribuição domiciliária, dos quais 2 serviam menos de 50 habitantes e 50 serviam mais de 50 habitantes. Destes 52 sistemas, apenas 10 sistemas municipais serviam mais de 10 000 habitantes que, em conjunto, satisfaziam quase 80% da população servida em toda a Bacia; os restantes 42 sistemas municipais com rede de distribuição domiciliária abasteciam 20% da população servida em toda a Bacia.

Dos mesmos 52 sistemas indicados, 10 sistemas serviam por meio de rede de distribuição domiciliária, menos de 500 habitantes, satisfazendo, em conjunto, menos de 1% da população servida da bacia. Destes 10 sistemas, 2 serviam, individualmente, menos de 50 habitantes e os outros 8 serviam entre 50 e 500 habitantes.

No total da bacia o nível de atendimento era de quase 100%, sendo, em todas as sub-regiões, sempre superior a 99,5%.

A EPAL - Empresa Portuguesa das Águas Livres, S.A. era responsável pelo abastecimento de cerca de 56% da população residente na bacia, fornecendo água “em alta” a 5 municípios (Alenquer, Cascais, Mafra, Sintra, Sobral de Monte Agraço e Torres Vedras), onde residiam 62% dos habitantes da bacia.

Para abastecimento dos 50 sistemas inventariados com distribuição domiciliária de água, servindo cada um mais de 50 habitantes, existiam na BHO 155 captações de água, sendo 5 de origem superficial e 150 de origem subterrânea. Por escalão de habitantes servidos, apuraram-se os seguintes valores:

- 3 captações servem mais de 10 000 habitantes;
- 36 captações servem entre 2 000 e 10 000 habitantes;
- 116 captações servem entre 50 e 2 000 habitantes.

As captações atrás indicadas não incluem as 5 captações do sistema de abastecimento da EPAL (que fornece água aos 5 concelhos indicados no início deste subcapítulo), e que são as que maior número de habitantes serviam: na Albufeira da Barragem de Castelo do Bode, no Rio Tejo em Valada, no Rio Alviela (nascentes dos Olhos de Água), os furos da Ota e os furos de Alenquer; em conjunto serviam cerca de 295 000 habitantes residentes na área do PBHRO.

As 3 captações indicadas servindo mais de 10 000 habitantes estão associadas aos sistemas concelhios de maiores dimensões, nomeadamente de Peniche e Alcobaça; em conjunto serviam cerca de 34 000 habitantes.

Verificava-se ainda que, das 155 captações indicadas: 5 captam águas superficiais, servindo cerca de 29 500 habitantes; as outras 150 captam águas subterrâneas, servindo cerca de 196 000 habitantes.

A água extraída das 155 captações que abastecem os sistemas de distribuição domiciliária servindo mais de 50 habitantes era sujeita a tratamento, como segue:

- água de origem subterrânea: desinfectada com hipoclorito de sódio ou cloro gasoso em postos de cloragem;
- águas superficiais: normalmente tratadas em estações que incluem as seguintes operações, ou algumas delas: pré-cloragem ou pré-ozonização, correcção da agressividade, coagulação/floculação, decantação, filtração e desinfecção.

Estavam quase finalizadas as obras de reforço e de ampliação das infra-estruturas de adução da EPAL, nomeadamente a construção do Adutor de Circunvalação. Este adutor, com 47 km, para além de vir aumentar a fiabilidade e segurança do sistema de abastecimento, permitia aumentar a capacidade de transporte de água a jusante de Vila Franca de Xira (o principal ponto fraco do sistema) e a entrega directa dos volumes de água a vários concelhos limítrofes de Lisboa, sem que esses caudais transitassem na rede de distribuição de Lisboa. A construção deste adutor tinha como objectivo proporcionar uma considerável melhoria no sistema de exploração da rede de distribuição de Lisboa e de adução aos municípios de Vila Franca de Xira, Loures, Amadora, Sintra, Oeiras e Cascais, beneficiando-se assim o sistema de abastecimento de água à região da Grande Lisboa. O Adutor de Circunvalação tem início no recinto da Estação Elevatória de Vila Franca de Xira, numa nova infra-estrutura elevatória, e



termina numa ligação à conduta da Costa do Sol, depois do designado Reservatório Final, junto à povoação de Vila Fria, em Porto Salvo, no concelho de Oeiras.

Na totalidade da bacia foram inventariados 361 reservatórios com aproximadamente 225 000 m<sup>3</sup> de capacidade total, tendo 355 reservatórios a capacidade de 224 515 m<sup>3</sup>.

A legislação existente (Decreto-Lei n.º 379/93, de 5 de Novembro) distinguia os “sistemas multimunicipais” dos “sistemas municipais”, classificando no primeiro grupo os sistemas “em alta” (a montante da distribuição de água), de importância estratégica, que abrangem a área de, pelo menos, dois municípios e exijam um investimento predominante do Estado, e considerando “municipais” todos os restantes sistemas, independentemente da sua gestão poder ser municipal ou intermunicipal.

Na área da BHO existia um sistema multimunicipal, o da área da Grande Lisboa, integrando, total ou parcialmente, os municípios de: Lisboa, Alcanena, Alenquer, Amadora, Arruda dos Vinhos, Azambuja, Cartaxo, Cascais, Entroncamento, Loures, Mafra, Oeiras, Santarém, Sintra, Sobral de Monte Agraço, Torres Vedras, Vila Franca de Xira, Constância, Ourém, Tomar, Torres Novas e Vila Nova da Barquinha, gerido pela EPAL, cujo capital social é detido pela Águas de Portugal, S.A.. A EPAL é responsável pela rede de distribuição de Lisboa e pelo fornecimento de água tratada aos outros municípios citados.

No que respeita aos sistemas municipais, a legislação em vigor previa um leque alargado de opções de gestão, como sejam:

- **Serviços Municipais:** com gestão directa pelas Câmaras dos sistemas de abastecimento de água. Todas as receitas e despesas são incluídas nos orçamentos municipais, sendo esta a opção que menos autonomiza a prestação dos serviços em termos técnicos e financeiros. O grau de intervenção política na gestão é máximo e a gestão de tipo empresarial neste contexto é praticamente impossível;
- **Serviços Municipalizados:** com autonomia administrativa e financeira, mas sem personalidade jurídica (os contratos são sempre outorgados pelo município) e que se pretendia funcionassem em regime próximo do empresarial.
- Uma vez que os Serviços Municipalizados têm contabilidade própria, nos orçamentos municipais figuram apenas as transferências de verbas entre o Município e os Serviços Municipalizados, não a totalidade das receitas e despesas, como acontece no caso anterior. Parte dos problemas relacionados

com a gestão directa pelos municípios põem-se também, aos Serviços Municipalizados, nomeadamente a sujeição ao limite máximo de endividamento municipal, ao regime remuneratório da função pública, aos formalismos dos concursos públicos e ao visto prévio do Tribunal de Contas;

- Empresas Públicas Municipais: dotadas de personalidade jurídica e autonomia administrativa, financeira e patrimonial, regidas pelo respectivo regulamento, pelo regime das empresas públicas e pelas normas aplicáveis às sociedades comerciais, e que podem assumir o carácter de “empresas públicas”, “empresas de capitais públicos” e “empresas de capitais maioritariamente públicos”; a gestão destas empresas deve assegurar a viabilidade económica e o equilíbrio financeiro;
- Contratos de Concessão: podem ser atribuídos a entidades públicas ou privadas de natureza empresarial; a propriedade dos sistemas permanece pública; a exploração é efectuada por conta e risco da empresa concessionária, que se remunera através de tarifas cobradas aos utentes.

Na BHO estava concessionado o sistema de abastecimento de água do concelho de Mafra, tendo sido assinado o contrato de concessão do Sistema Municipal de Distribuição de Água de Cascais em Novembro de 2002.

O funcionamento das Empresas Públicas Municipais foi regulamentado pela Lei n.º 58/98, de 18 de Agosto, não havendo na BHO nenhum caso concreto da sua aplicação.

A solução baseada em Serviços Municipalizados permite ultrapassar algumas das limitações que afectam os Serviços Municipais, existindo em 6 municípios da bacia (Sintra, Alcobça, Caldas da Rainha, Nazaré, Peniche e Torres Vedras).

A situação mais generalizada na bacia era a gestão directa pelas Câmaras Municipais (Alenquer, Bombarral, Cadaval, Lourinhã, Óbidos, Sobral de Monte Agraço e Porto de Mós), apesar das grandes limitações que afectam este tipo de gestão (falta de flexibilidade na celebração de contratos, na gestão do pessoal e em restrições ao endividamento e, conseqüentemente, ao investimento).

#### 1.3.1.1.2 Situação actual

A caracterização apresentada no presente capítulo teve por base os dados disponibilizados pela Entidade Reguladora dos Serviços de Águas e Resíduos

(ERSAR), relativamente ao estado do sector das águas à data de Dezembro de 2009, bem como o Relatório do Estado do Abastecimento de Água e da Drenagem e Tratamento de Águas Residuais publicado pelo Instituto da Água em 2007, adiante designado por INSAAR 2007.

O sector das águas subdivide-se em dois serviços distintos, embora complementares no âmbito do saneamento básico, abrangendo os serviços de abastecimento de água para consumo humano e de saneamento de águas residuais urbanas.

A contabilização dos sistemas de abastecimento público de água e dos sistemas de drenagem e tratamento de águas residuais urbanas assentou no critério de que a cada entidade gestora corresponde um sistema para cada tipologia de serviço prestado.

No que toca aos modelos de gestão, o Decreto-Lei n.º 379/93, de 5 de Novembro, no qual consta o quadro legal dos serviços públicos de abastecimento de água para consumo humano e de saneamento de águas residuais urbanas, enuncia sumariamente o regime de exploração e gestão dos sistemas municipais e multimunicipais. De acordo com este diploma, “são sistemas multimunicipais os que sirvam pelo menos dois municípios e exijam um investimento predominante a efectuar pelo Estado em função de razões de interesse nacional, sendo a sua criação precedida de parecer dos municípios territorialmente envolvidos”, sendo considerados sistemas municipais todos os demais não abrangidos pela designação anterior, bem como os sistemas geridos através de associações de municípios.

A publicação do Decreto-Lei n.º 379/93, de 5 de Novembro, veio dar lugar à estatização dos serviços em alta em parte significativa do território continental, subtraindo estas competências à esfera autárquica. O Decreto-Lei n.º 195/2009, de 20 de Agosto, veio introduzir alterações a este diploma no sentido de simplificar, aperfeiçoar e clarificar alguns mecanismos e procedimentos, com vista a permitir uma gestão mais eficiente dos sistemas multimunicipais.

No que se refere aos sistemas municipais, situados na esfera dos municípios e onde se incluem também os sistemas intermunicipais, a legislação em vigor prevê, para além do modelo de gestão directa dos serviços de abastecimento público de água e de saneamento de águas residuais urbanas através das unidades orgânicas do município (serviços municipais ou municipalizados), a possibilidade de empresarialização dos sistemas municipais prestadores destes serviços, a faculdade de serem explorados através de associações de utentes e a hipótese de abertura da sua gestão ao sector privado, através de concessão. Estas últimas hipóteses foram abertas pelo Decreto-

Lei n.º 372/93, de 29 de Outubro, que veio alterar a lei de delimitação dos sectores, aprovada pela Lei n.º 46/77, de 8 de Julho, entretanto revogada pela Lei n.º 88-A/97, de 25 de Julho, e pelo Decreto-Lei n.º 379/93, de 5 de Novembro. A Lei n.º 58/98, de 18 de Agosto, entretanto substituída pela Lei n.º 53-F/2006, de 29 de Dezembro, possibilitou a delegação destes serviços em entidades do sector empresarial local, com eventual participação da iniciativa privada.

O Decreto-Lei n.º 194/2009, de 20 de Agosto, define cada um dos modelos de gestão pelos quais os sistemas municipais podem ser regidos como segue:

- Gestão directa: através de serviços municipais, de serviços intermunicipais, de serviços municipalizados ou de serviços 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.

Para cada um dos serviços de águas, abastecimento público de água e drenagem e tratamento de águas residuais urbanas, o panorama em termos de gestão na área da bacia hidrográfica das ribeiras do Oeste é apresentado nos pontos seguintes.

Os serviços de águas e resíduos têm sido classificados segundo as designações de “alta”<sup>2</sup> e “baixa”<sup>3</sup>, consoante as actividades realizadas pelas várias entidades gestoras dos sistemas. A análise dos serviços foi realizada tendo em conta esta classificação. De acordo com a ERSAR, a actividade “em alta” é explorada exclusivamente por entidades multimunicipais de titularidade maioritariamente pública. Na actividade “em

---

<sup>2</sup> No serviço de abastecimento de água, são designados por sistemas “em alta” os que permitem a captação, o tratamento, a adução, a elevação e a reserva, incluindo os pontos de entrega de água aos sistemas “em baixa”, responsáveis pela sua distribuição às populações.

<sup>3</sup> Os sistemas de abastecimento de água “em baixa” permitem o armazenamento e a distribuição de água até ao domicílio das populações servidas.

baixa” existem diversos modelos de gestão dos sistemas municipais, com diversas composições do seu capital social.

O panorama dos serviços de abastecimento público de água da área da bacia hidrográfica das ribeiras do Oeste, no que se refere ao número de entidades e concelhos abrangidos, é o apresentado no quadro seguinte.

**Quadro 1.44 – Panorama dos serviços de abastecimento público de água por modelo de gestão**

Modelo de gestão		Alta		Baixa	
		N.º EG	N.º concelhos abrangidos	N.º EG	N.º concelhos abrangidos
Gestão directa	Serviços Municipais	4	4	8	8
	Serviços Municipalizados	4	4	8	8
Gestão delegada	Empresa Municipal e Intermunicipal	0	0	0	0
	Junta de Freguesia / Associações / Serviços intermunicipais	1	1	1	1
Concessão	Concessão Municipal	6	7	3	3
	Concessão Multimunicipal	3	16	1	1
TOTAL		18	17	21	17

Fonte: Entidade Reguladora dos Serviços de Água e Resíduos, 2010 (dados de 2009)

As actividades relativas ao abastecimento público em alta na área da bacia hidrográfica das ribeiras do Oeste são da responsabilidade de 18 entidades gestoras. O serviço nos concelhos da bacia hidrográfica é garantido maioritariamente através de gestão concessionada, sendo que as entidades gestoras concessionárias multimunicipais representam 17% do total de entidades gestoras responsáveis. Este conjunto de entidades serve, total ou parcialmente, 94% dos concelhos abrangidos pela bacia hidrográfica das ribeiras do Oeste.

O sistema em alta da EPAL contribui em grande parte para estes quantitativos, dado que serve 47% dos concelhos total ou parcialmente abrangidos pela área da bacia hidrográfica das ribeiras do Oeste.

O sistema da Águas do Oeste é o sistema com maior representatividade em termos de número de concelhos servidos, abrangendo 14 concelhos (82%) da área da bacia hidrográfica das ribeiras do Oeste.

A gestão directa dos sistemas, realizada através dos serviços municipais e serviços municipalizados, está presente em 47% dos concelhos da área da bacia hidrográfica das ribeiras do Oeste.

Existem várias situações em que no mesmo concelho operam várias entidades gestoras, uma vez que os sistemas de abastecimento público em alta abrangem áreas distintas do concelho. O concelho em que essas situações ocorrem em maior número é Sobral de Monte Agraço, onde o serviço de abastecimento público em alta é garantido por um total de cinco entidades gestoras distintas: Águas do Oeste, Câmara Municipal de Arruda dos Vinhos, Câmara Municipal de Sobral de Monte Agraço, Águas de Mafra e EPAL.

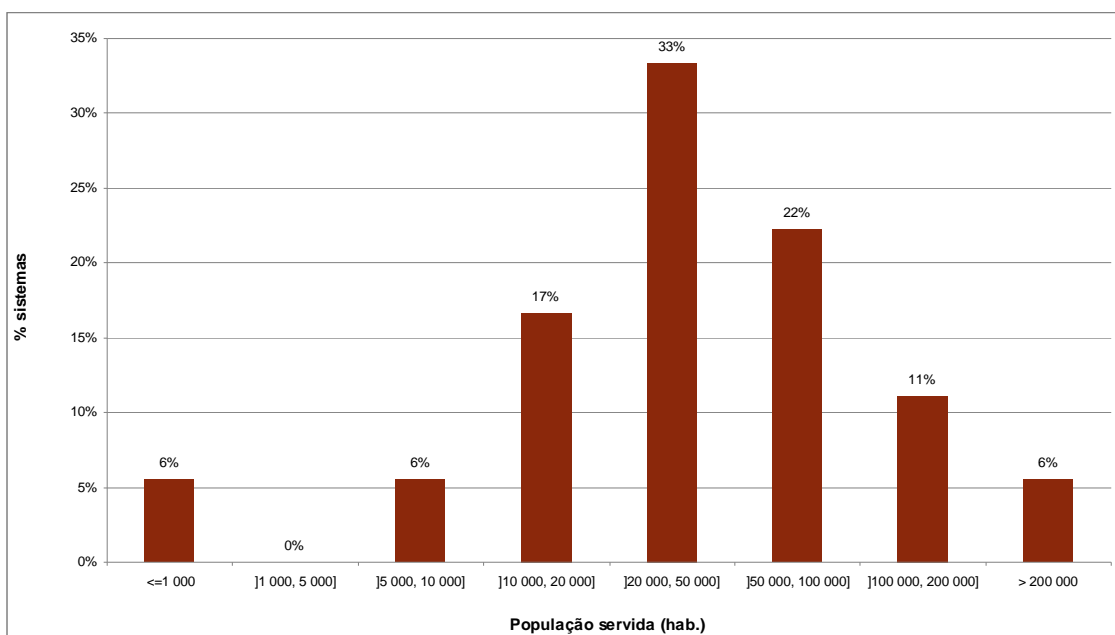
O panorama dos serviços de abastecimento público de água em baixa na área da bacia hidrográfica das ribeiras do Oeste apresenta uma organização bastante distinta do panorama dos serviços em alta. A gestão concessionada dos sistemas, através das concessionárias multimunicipais e municipais, assegura, total ou parcialmente, os serviços em apenas 24% dos concelhos da área da bacia hidrográfica.

À semelhança do que ocorre nos serviços de abastecimento público em alta, nos serviços em baixa existem sistemas de abastecimento público que abrangem áreas distintas do concelho. No caso dos serviços em baixa esta situação ocorre essencialmente nas áreas limítrofes dos concelhos, nas quais ocorrem frequentemente situações em que franjas de um município são abastecidas pelo município vizinho. Os concelhos que se encontram nesta situação em particular são Alenquer, Mafra e Sobral de Monte Agraço. Com duas entidades gestoras a operar na sua área territorial encontram-se igualmente os concelhos de Óbidos e Torres Vedras. No caso do primeiro, para além da Câmara Municipal de Óbidos, o serviço é, parcialmente garantido pela Junta de Freguesia de Olho Vivo, em regime de delegação de competências. No caso de Torres Vedras, adicionalmente ao serviço prestado pela EPAL, o serviço em baixa é complementado em algumas áreas do concelho pelos Serviço Municipalizados de Água e Saneamento de Torres Vedras.

A gestão directa nestes serviços tem uma representatividade bastante superior face ao verificado nos serviços em alta existindo serviços de abastecimento de água em baixa da responsabilidade de serviços municipais e serviços municipalizados em 94% dos

concelhos da área da bacia hidrográfica. Apenas no concelho de Cascais o serviço, ou parte dele, não é garantido por qualquer entidade gestora em regime de gestão directa.

Para a análise da dimensão dos sistemas de abastecimento público de água foram considerados os dados disponibilizados relativos à população servida em baixa. Conforme referido, foi considerado que cada entidade gestora é responsável por um sistema de abastecimento, existindo por isso a operar em cada concelho tantos sistemas quantas as entidades gestoras.



Fonte: Entidade Reguladora dos Serviços de Água e Resíduos, 2010 (dados de 2009)

**Figura 1.19 – Histograma de dimensão dos sistemas de abastecimento público de água, por escalão de população servida**

Uma das características dos serviços de abastecimento público de água é a existência de um número considerável de sistemas de pequenas dimensões.

Cerca de 62% dos sistemas de abastecimento público de água existentes na área da bacia hidrográfica das ribeiras do Oeste abastecem até 50 000 habitantes. A ocorrência destes sistemas de baixa a média dimensão vai ao encontro do panorama em termos dos modelos de gestão predominantes na área da bacia hidrográfica, em que a gestão directa representa o principal modelo de gestão dos serviços de abastecimento de água em baixa.

Os sistemas de abastecimento de maiores dimensões, com populações servidas superiores a 100 000 habitantes, e que representam 17% do total dos sistemas, estão associados aos centros urbanos de Leiria, Cascais e Sintra. Estes sistemas são responsáveis pelo abastecimento de água a cerca de metade da população servida dos concelhos abrangidos total ou parcialmente pela bacia hidrográfica das ribeiras do Oeste. Destaca-se o sistema gerido pela EPAL, pela sua importância no abastecimento de água à população residente na bacia hidrográfica das ribeiras do Oeste. O sistema assenta nos três subsistemas principais seguintes, cada qual associado a uma das três grandes origens de água da EPAL:

- o subsistema do Alviela, com origem nas nascentes dos Olhos de Água do rio Alviela e que tem continuidade no Aqueduto do Alviela; pode ser alimentado no seu percurso pelas águas provenientes do subsistema de Castelo do Bode, através da ligação em Alcanhões, e pelas provenientes das captações da Ota, de Alenquer e Lezírias. Finalizando em Lisboa, abastece no seu percurso vários concelhos da margem norte do Rio Tejo, nomeadamente Alenquer, Torres Vedras, Mafra e Sobral de Monte Agraço;
- o subsistema do Tejo, que tem origem nas águas superficiais do rio Tejo, captadas em Valada, e que tem continuidade no Aqueduto do Tejo; alimenta na sua chegada a Lisboa o Reservatório dos Olivais, estando interligado com o subsistema de Castelo do Bode em vários locais. No seu percurso há igualmente ligações para fornecimento de água a vários concelhos. A água que transporta tem também origem em várias captações subterrâneas, como seja as de Valada, Lezíria, Ota, Alenquer, Carregado, Quinta do Campo e Espadanal;
- o subsistema de Castelo do Bode, que tem origem nas águas superficiais do rio Zêzere captadas na albufeira da barragem de Castelo do Bode e que tem continuidade no Adutor do Castelo do Bode; transporta água desde a albufeira até à Central Elevatória de Vila Franca de Xira, não só através do Adutor de Castelo do Bode, como ainda pelo Aqueduto do Tejo por meio das ligações existentes entre ambos. Para jusante desta central, o transporte de água é feito através do Aqueduto do Tejo e pelo Adutor Vila Franca de Xira-Telheiras. No seu percurso existem também ligações para fornecimento de água a vários concelhos.

As origens secundárias subterrâneas, consoante a camada aquífera de captação, são:



- nas aluviões: Carregado, Quinta do Campo, Espadanal, Valada I, II e III;
- profundas: Valada I, Espadanal, Lezíria II e III;
- calcários: Ota e Alenquer.

O sistema da EPAL dispõe das seguintes instalações de tratamento:

- Vale da Pedra, onde é tratada a água captada no rio Tejo, na secção de Valada;
- Asseiceira, onde é tratada a água captada na albufeira de Castelo do Bode.

As condutas de adução do sistema de abastecimento da EPAL apresentam um comprimento conjunto de aproximadamente 316 km, tendo os adutores principais (Adutor do Castelo do Bode, Aqueduto do Tejo e Aqueduto do Alviela) um comprimento de cerca de 244 km e os outros adutores - Vila Franca de Xira/Rotunda do Aeroporto, da Ota, de Alenquer, das Lezírias, do Carregado, da Quinta do Campo e do Espadanal - cerca de 69 km.

Existem ainda vários subsistemas adutores de carácter regional destinados ao fornecimento/venda de água em “alta” a um conjunto de concelhos. De entre tais subsistemas regionais referem-se os seguintes:

- o subsistema Torres Vedras/Mafra, com origem em derivação ao Aqueduto do Alviela alimentadora da Estação Elevatória de Alenquer IV e responsável pelo fornecimento de água aos concelhos de Torres Vedras e Mafra;
- o subsistema Arruda dos Vinhos/Sobral de Monte Agraço, com origem em derivação ao Aqueduto do Alviela alimentadora da Estação Elevatória da Castanheira EE1 e responsável pelo fornecimento de água aos concelhos de Arruda dos Vinhos e de Sobral de Monte Agraço.

Além destes subsistemas, de que se referiram os que alimentam municípios incluídos no PBHRO, existe ainda um numeroso conjunto de derivações directas às linhas adutoras, que se desenvolvem em pequenos troços alimentadores, geralmente, de reservatórios localizados a pequena distância.

Na extremidade de jusante das linhas adutoras encontram-se os três reservatórios de chegada da rede de distribuição da cidade de Lisboa: Barbadinhos, Olivais e Vila Franca de Xira. A partir deste último tem continuidade uma outra linha adutora estratégica, de funcionamento por bombagem, o Adutor Vila Franca de Xira-Telheiras (Lisboa).

A jusante destes reservatórios estabelece-se a rede de distribuição da Cidade de Lisboa, a partir da qual se desenvolvem as extensões de adutoras do fornecimento em “alta” aos concelhos limítrofes de Loures, Sintra, Oeiras, Amadora e Cascais. As linhas adutoras em questão são as seguintes:

- a conduta de Cascais, que se desenvolve a partir da rede da Zona Média da cidade e é apoiada pelo Reservatório de Campo de Ourique (Lisboa), abastecendo no percurso, de forma gravítica, um conjunto de reservatórios dos concelhos de Oeiras e Cascais, terminando no Reservatório de Pampilheira (Cascais);
- o Adutor da Costa do Sol, que se desenvolve a partir da rede da Zona Alta da cidade e é apoiado pelo Reservatório de Telheiras, abastecendo no percurso, de forma gravítica, um conjunto alargado de reservatórios principais das Zonas Média e Alta dos concelhos de Oeiras e Cascais, terminando no Reservatório do Cobre (Cascais). Apresenta ainda dentro do perímetro da Cidade de Lisboa dois nós de derivação para os Reservatórios de Alfragide e do Restelo e um outro de ligação com a conduta elevatória Campo de Ourique-Amadora;
- a conduta Telheiras-Amadora que se desenvolve a partir da rede da Zona Alta da cidade e é apoiada pelo Reservatório de Telheiras, podendo o seu regime de funcionamento ser gravítico ou por bombagem. O Reservatório da Amadora (da EPAL) constitui a unidade de entrega do fornecimento em “alta” ao concelho da Amadora e a algumas zonas reduzidas do Concelho de Oeiras;
- a conduta Amadora-Carenque que se desenvolve a partir do Reservatório da Amadora e que liga à Estação Elevatória de Carenque, ponto de entrega de fornecimento em “alta” ao Concelho de Sintra;
- a conduta Telheiras-Alto de Carenque apoiada pelo Reservatório de Telheiras, funciona em regime de bombagem (parte da Central Elevatória de Telheiras) e termina no Reservatório do Alto de Carenque, que constitui o outro ponto de entrega ao Concelho de Sintra;
- a conduta Telheiras-Carriche que se desenvolve a partir da rede da Zona Alta da cidade e é apoiada pelo Reservatório de Telheiras, procedendo à entrega de caudais a uma parcela do Concelho de Loures;
- a conduta Camarate-Santo António dos Cavaleiros que se desenvolve a partir do Reservatório de Camarate, integrado na rede da Zona Alta da Cidade de

Lisboa, que por sua vez é alimentado por um ramal estabelecido a partir de derivação ao Adutor Vila Franca de Xira-Telheiras. Com base neste reservatório estabelece-se a adutora gravítica para o Reservatório de Guerreiros I, que apresenta derivações para os Reservatórios de Santo António de Cavaleiros e de Loures, todos constituindo pontos de entrega do fornecimento “em alta” ao Concelho de Loures. A partir da estação elevatória anexa ao Reservatório de Guerreiros I existe o ramo para o Reservatório de Guerreiros II, o qual alimenta graviticamente o Reservatório de Lousa, que constitui simultaneamente o ponto de entrega mais de jusante do Concelho de Loures e o ponto de entrega seguido de bombagem do Concelho de Mafra.

O levantamento das infra-estruturas associadas aos sistemas de abastecimento público de água foi efectuado, essencialmente, com base nas informações resultantes do levantamento levado a cabo na Administração da Região Hidrográfica do Tejo, tendo esta informação sido complementada, no caso dos sistemas urbanos, com informação disponibilizada pelo Instituto da Água, no âmbito do Inventário Nacional de Sistemas de Abastecimento de Água e de Águas Residuais 2007 (INSAAR 2007). A caracterização é efectuada por concelho, total ou parcialmente incluído na área da bacia hidrográfica.

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 afectação determinado para cada concelho abrangido pela bacia hidrográfica e que determina a representatividade da população residente na área face à totalidade da população residente no concelho.

Na área da bacia hidrográfica das ribeiras do Oeste estão localizadas as infra-estruturas pertencentes a sistemas públicos de abastecimento de água constantes no quadro seguinte.

**Quadro 1.45 – Infra-estruturas de abastecimento público de água**

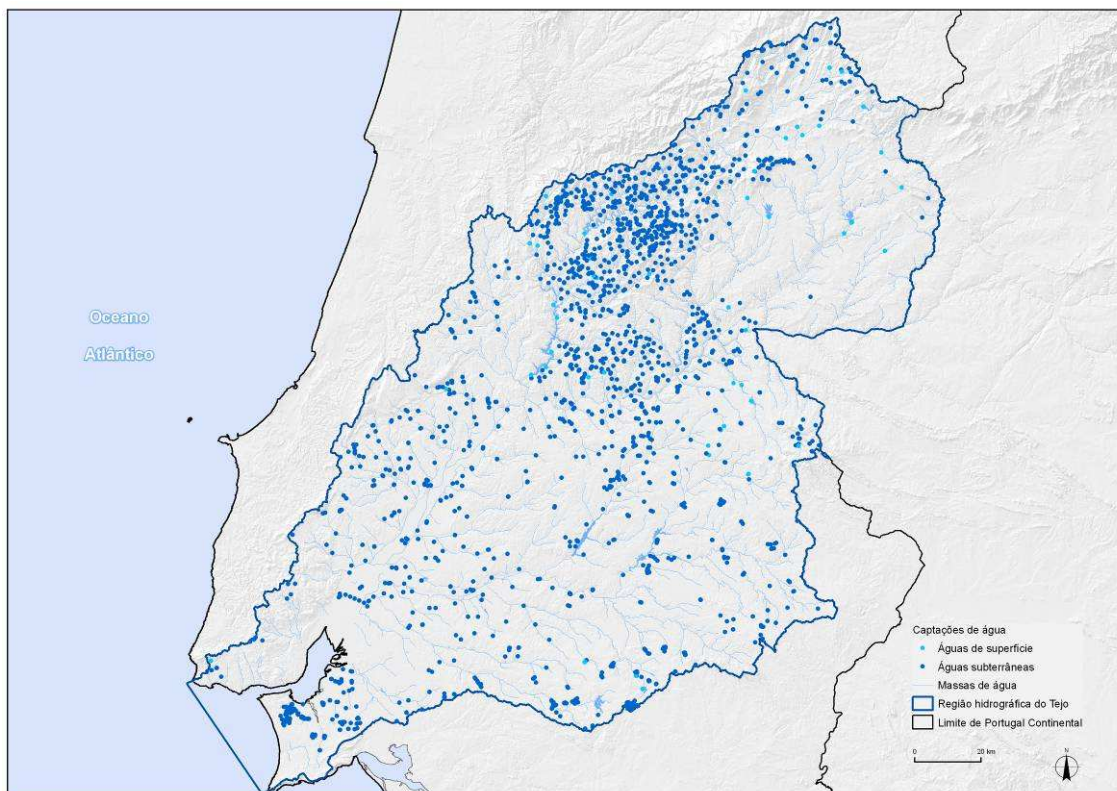
Tipo de infra-estrutura		N.º
Captações de água	Superficiais	2
	Subterrâneas	168
Estações de tratamento de água	ETA	17
	PC	77
Redes de distribuição de água		572

Fonte: Títulos de utilização dos recursos hídricos, ARH Tejo (Dados relativos a 2009). Inventário Nacional de Sistemas de Abastecimento de Água e de Águas Residuais, INAG 2010 (Dados relativos a 2007)

De acordo com o levantamento realizado, foram inventariadas um total de 170 captações de água situadas em concelhos total ou parcialmente abrangidos pela área da bacia hidrográfica das ribeiras do Oeste, das quais 2 são de origem superficial e 168 de origem subterrânea (ver figura seguinte).

Destaca-se que o cadastro das captações de água superficiais teve origem no levantamento realizado na ARH Tejo, complementando-se alguns dos dados com recurso ao INSAAR 2007. No caso das captações subterrâneas, a análise apresentada baseia-se exclusivamente nos dados disponibilizados pelo INSAAR 2007.

Das 168 captações de água subterrâneas localizadas em concelhos total ou parcialmente abrangidos pela área da bacia hidrográfica das ribeiras do Oeste, apenas 148 foram consideradas na análise, dado que só estas apresentavam coordenadas de localização que permitiram associá-las às respectivas massas de água subterrâneas.



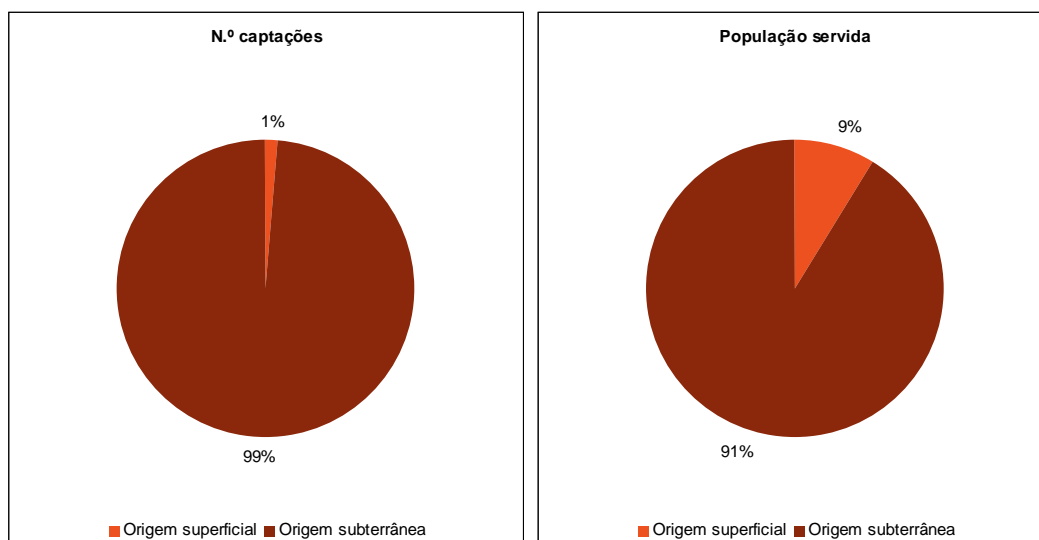
Fonte: Títulos de utilização dos recursos hídricos, ARH Tejo (Dados relativos a 2009). Inventário nacional de Sistemas de Abastecimento de Água e de Águas Residuais, INAG 2010 (Dados relativos a 2007)

**Figura 1.20 – Captações de água, por tipo de origem**

O total de população servida por captações de água localizadas em massas de água da bacia hidrográfica das ribeiras do Oeste é de 267 593 habitantes. Do total de

habitantes servidos, que abrange população residente fora da bacia hidrográfica das ribeiras do Oeste, 241 497 (90%) são residentes na área de estudo.

Ainda que o número de captações superficiais constitua apenas 1% do total de captações existentes na área da bacia hidrográfica, a população servida por estas captações representa 9% face ao total de população servida na área da bacia hidrográfica, como se vê na figura seguinte.



Fonte: Títulos de utilização dos recursos hídricos, ARH Tejo (Dados relativos a 2009). Inventário nacional de Sistemas de Abastecimento de Água e de Águas Residuais, INAG 2010 (Dados relativos a 2007)

**Figura 1.21 – Número de captações e populações servidas, por tipo de origem de água**

Quanto às duas captações superficiais, uma localiza-se na sub-bacia Ribeiras Costeiras do Oeste e a outra na Ribeira de São Domingos, nas massas de água de Vale Paredes (PT04RDW1151) e Rio de São Domingos (HMWB - Jusante B. São Domingos, PT04RDW1170), respectivamente. Estas duas captações abastecem um total de 25 687 habitantes dos concelhos de Alcobaça e Peniche.

No caso das massas de água subterrâneas, a maior concentração de captações de água para abastecimento público verifica-se na Orla Ocidental Indiferenciado das bacias das ribeiras do Oeste (PTO04RH4), onde ocorrem 84 captações subterrâneas (ver quadro seguinte). Contudo, a massa de água onde é captado o volume de água responsável pelo abastecimento do maior quantitativo populacional (78 689 habitantes) é Caldas da Rainha – Nazaré (PTO33), que abastece os concelhos de Alcobaça, Caldas da Rainha, Nazaré e Óbidos.

**Quadro 1.46 – Número de captações presentes nas massas de água subterrânea**

Massa de águas subterrâneas		N.º captações
Código único	Designação	
PTO04RH4	Orla Ocidental Indiferenciado das bacias das ribeiras do Oeste	84
PTO12*	Vieira de Leiria – Marinha Grande	2
PTO19	Alpedriz	4
PTO20	Maciço Calcário Estremenho	2
PTO23	Paço	11
PTO24	Cesareda	1
PTO25	Torres Vedras	4
PTO33	Caldas da Rainha – Nazaré	40

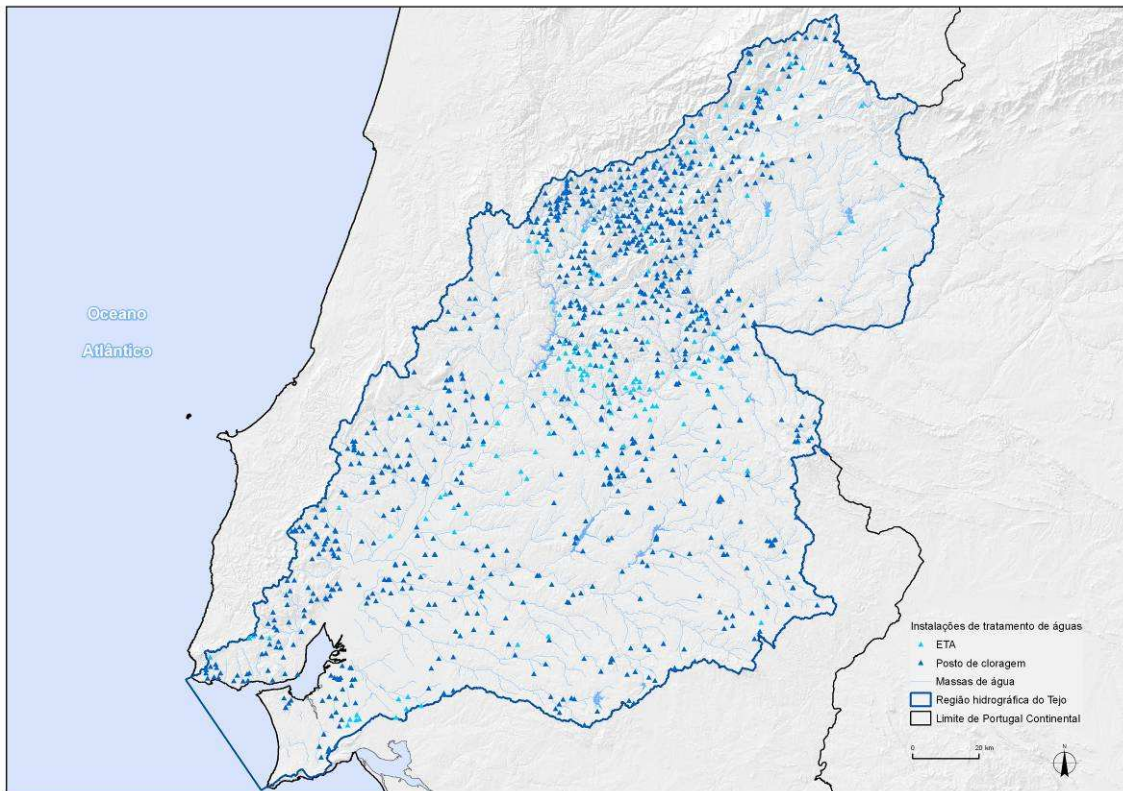
Fonte: Inventário nacional de Sistemas de Abastecimento de Água e de Águas Residuais, INAG 2010 (Dados relativos a 2007)

Nota: (\*) Duas das captações estão situadas numa massa de água subterrânea identificada como pertencente à Região Hidrográfica 4, mas contudo fora dos limites da bacia das ribeiras do Oeste.

Vinte das captações subterrâneas (14% do total de captações subterrâneas) são responsáveis pelo abastecimento de água a metade da população abastecida por água subterrânea. Este mesmo universo, se se considerar a totalidade da população servida, é responsável por 45% da população servida por captações de água situadas na área da bacia hidrográfica.

Localizadas nos concelhos, total ou parcialmente abrangidos pela área da bacia hidrográfica das ribeiras do Oeste, foram contabilizadas 94 instalações de tratamento de água. Para a análise destas infra-estruturas foram utilizados os dados do INSAAR2007. Do universo presente neste inventário, apenas foram consideradas 50 instalações de tratamento, uma vez que as restantes não possuíam caracterização que permitisse saber a sua localização, e por consequência identificar se se encontram localizadas dentro da área de estudo da bacia hidrográfica das ribeiras do Oeste (ver figura seguinte).





Fonte: Inventário nacional de Sistemas de Abastecimento de Água e de Águas Residuais, INAG 2010 (Dados relativos a 2007)

**Figura 1.22 – Instalações de tratamento de água, por tipo de instalação**

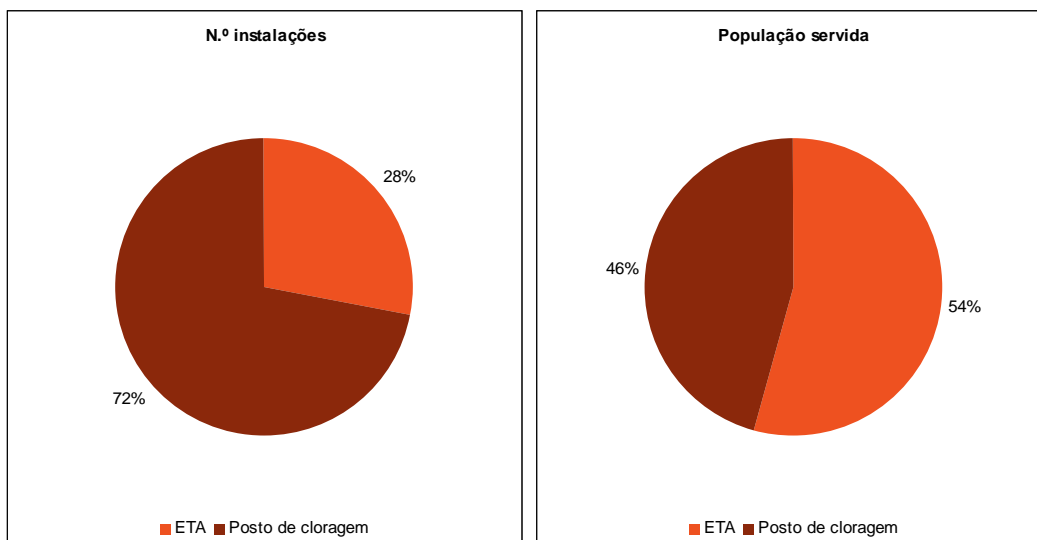
Deste universo de instalações de tratamento, 72% são postos de cloragem. Mais de metade da população é servida por volumes tratados em Estações de Tratamento de Água (ETA), sendo cerca de 46% do total da população servida é abastecida por água tratada em postos de cloragem (PC), como se vê no gráfico da Figura 1.23.

O total de população servida por instalações de tratamento de água situadas na bacia hidrográfica das ribeiras do Oeste é de 191 369 habitantes. Do total de habitantes servidos, que abrange população residente fora da bacia hidrográfica das ribeiras do Oeste, 185 172 (7%) são residentes na área de estudo.

A responsabilidade de servir cerca de 44% da totalidade da população servida por instalações de tratamento localizadas na área da bacia hidrográfica está centralizada em cinco instalações de tratamento.

A sub-bacia hidrográfica rio Arnóia é a sub-bacia em que se encontra a maior densidade de instalações de tratamento, com 14 instalações de tratamento localizadas dentro dos limites da mesma, entre as quais 12 são ETA. Em relação aos PC, as sub-

bacias rio Tornada e Ribeiras Costeiras do Oeste são as que apresentam maior densidade destas instalações de tratamento com um total de 9 instalações cada.



Fonte: Inventário nacional de Sistemas de Abastecimento de Água e de Águas Residuais, INAG 2010 (Dados relativos a 2007)

**Figura 1.23 – Número de instalações de tratamento e população servida, por tipo de instalação**

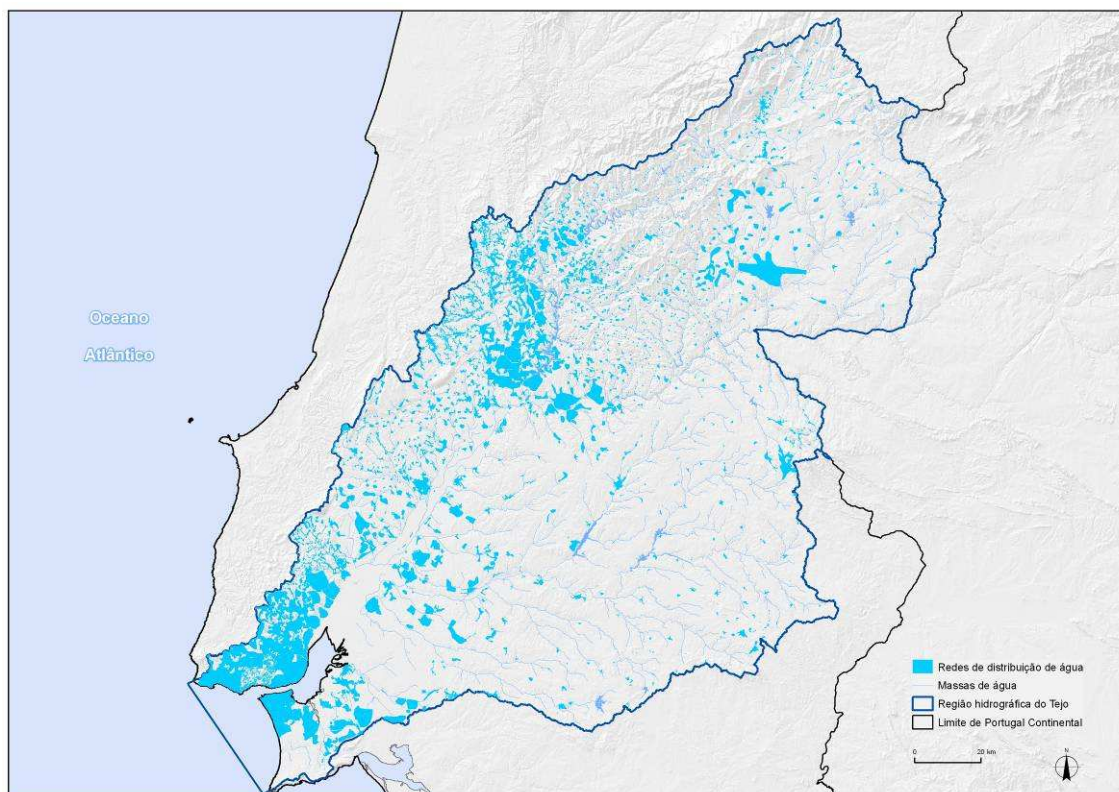
De acordo com os dados disponibilizados no INSAAR 2007, os concelhos abrangidos pela área da bacia hidrográfica estão cobertos por um total de 572 redes de distribuição de água, garantindo na sua maioria (86%) um serviço domiciliário à população servida (ver figura seguinte). O total de população servida por redes de distribuição que abrangem concelhos total ou parcialmente abrangidos pela área da bacia hidrográfica das ribeiras do Oeste cifra-se em 1 143 731 habitantes. Deste universo de habitantes servidos, que abrange população residente fora da bacia hidrográfica das ribeiras do Oeste, 413 044 são residentes na área de estudo.

A grande maioria das redes (88%) é de pequenas dimensões, servindo populações inferiores a 1 000 habitantes. Este facto é explicado pelas características da bacia hidrográfica, a qual apresenta vastas áreas sem agregados populacionais de grandes dimensões.

A informação existente não permite a análise por sector abastecido pela rede de distribuição, uma vez que os dados associados aos sectores distintos do Doméstico apresentam grandes lacunas.



O volume distribuído pela população servida na área da bacia hidrográfica é de 24 671 hm<sup>3</sup>.



Fonte: Inventário nacional de Sistemas de Abastecimento de Água e de Águas Residuais, INAG 2010 (Dados relativos a 2007)

**Figura 1.24 – Redes de distribuição de água**

Os dados do INSAAR 2007 permitiram estimar, para a bacia hidrográfica em análise, uma capitação útil média de 162 l/hab/dia e uma capitação total (com perdas incluídas) de 234 l/hab/dia. Relativamente às médias dos valores obtidos no âmbito do anterior Plano, verifica-se que enquanto a capitação útil apresentou uma redução da ordem de 6%, a capitação total aumentou cerca de 21%. Refira-se que, de uma maneira geral, as capitações úteis estimadas naquele Plano apresentaram valores relativamente elevados face às capitações consideradas normais, o que poderá explicar o facto de não se ter registado um aumento no respectivo valor médio. Quanto à capitação geral, considera-se que o aumento registado é justificado pelo maior número de dados de medição de volumes captados disponível, que permitiram uma melhor quantificação deste indicador. Contudo, a grande variabilidade detectada, desde valores de capitação útil inferiores a 100 l/hab/dia até valores superiores a 250l/hab/dia (como

nos concelhos de Mafra e de Nazaré) indica que poderão subsistir ainda algumas imprecisões nos dados referentes a volumes e populações reportados no INSAAR 2007.

No quadro seguinte apresentam-se as capitações consideradas para o cálculo das necessidades de água de abastecimento público na bacia hidrográfica em estudo. A definição dos valores de capitação atribuídos a cada categoria de concelho (concelhos predominantemente rurais (CPR), concelhos predominantemente urbanos (CPU) e concelhos medianamente urbanos (CMU) foi efectuada com base na análise dos valores de capitações determinadas a partir dos dados do INSAAR 2007 e em valores constantes da bibliografia da especialidade, em particular de Serra *et al*, 2010. As capitações atribuídas à população flutuante basearam-se, igualmente, nos valores constantes desta referência bibliográfica.

**Quadro 1.47 – Capitações consideradas para o cálculo das necessidades de água de abastecimento público na região hidrográfica**

Capitações	CPU	CMU	CPR
População residente	150	170	190
População flutuante - ocupantes temporários	150	170	190
Da população flutuante – turistas	300		

As perdas totais foram estimadas em 40% do volume total de água captada, correspondendo 10% a perdas na adução, 30% a perdas na distribuição, 27% a perdas físicas e 13% a perdas aparentes. Os resultados obtidos referentes às necessidades actuais de água na região hidrográfica do Tejo, por sub-bacia, são apresentados no Quadro seguinte.

**Quadro 1.48 – Necessidades actuais de água para usos urbanos na região hidrográfica por sub-bacia**

<b>Sub-bacia hidrográfica</b>	<b>Necessidades hídricas actuais (hm<sup>3</sup>/ano)</b>
Ribeira de S. Domingos	1,306
Ribeiras Costeiras do Oeste	13,861
Rio Alcabrichel	2,179
Rio Alcobaça	6,032
Rio Arnóia	6,607
Rio Lisandro	6,440
Rio Sizandro	7,886
Rio Tornada	4,511
Total na Bacia Hidrográfica	48,824

As necessidades hídricas actuais na bacia hidrográfica das ribeiras do Oeste, a satisfazer pelas redes de abastecimento público foram pois estimadas em cerca de 49 hm<sup>3</sup>/ano. Este valor não se distancia muito do valor que, de acordo com os dados do INSAAR 2007, foi efectivamente consumido (captado) durante o ano 2007 nesta área.

No anterior Plano, as necessidades de água para usos urbanos tinham sido estimadas em 60 hm<sup>3</sup>/ano. A diferença de valores registada deve-se não só à utilização de diferentes dados de base (designadamente capitações e perdas), mas sobretudo ao facto das áreas de abrangência dos dois planos serem diferentes. Refira-se, por exemplo, o caso do concelho de Cascais, onde o consumo de água é bastante relevante, que estava todo incluído no anterior plano e cuja população abrangida pelo presente plano é de apenas 2,5% do total.

A sub-bacia da área em estudo onde as necessidades de água atingem o maior valor é a sub-bacia das ribeiras Costeiras do Oeste, seguindo-se as sub-bacias Rio Sizandro, Rio Arnóia e Rio Lisandro.

## **1.3.2 Avaliação dos níveis de atendimentos dos serviços hídricos (1.8.3)**

### **1.3.2.1 Situação no Plano anterior**

No Plano anterior concluía-se que a BHO era das regiões mais bem servidas do país no que respeita ao abastecimento de água às populações, através de sistemas completos, envolvendo redes públicas domiciliárias. De facto, para um universo de população total residente em 1998 de cerca de 543 000 habitantes, dos quais cerca de 530 000 habitantes residentes em aglomerados habitacionais, encontravam-se servidos por redes domiciliárias cerca de 528 500 habitantes (99,8%); os restantes cerca de 1 500 habitantes não dispunham de abastecimento de água ao domicílio.

O Sistema de Abastecimento da EPAL, sistema multimunicipal, abastecia, total ou parcialmente, 5 concelhos da bacia. A população servida com água fornecida pela EPAL era estimada em cerca de 295 000 habitantes. No quadro seguinte apresenta-se a percentagem de atendimento da população em 1998, por concelho, por sub-região e no total da bacia.

**Quadro 1.49 – Percentagem de atendimento da população (1998)**

Sub-região	Concelho	População residente (1998) [hab.] (1)	População residente considerada (1998) [hab.] (2)=[1-hab. Isolados"(INE)]	População residente abastecida por distribuição domiciliária (1998) [hab.]		% de atendimento (1998) (5)=[(3+4)/(2)]
				Por sistemas servindo < 50 hab (3)	Por sistemas servindo > 50 hab (4)	
Grande Lisboa	Cascais	165 840	165 356	35	165 321	100,0%
	Sintra*	62 808	59 326		59 326	100,0%
	<b>Total da Sub-região</b>	<b>228 648</b>	<b>224 682</b>	<b>35</b>	<b>224 647</b>	<b>100,0%</b>
Oeste	Alcobaça	55 647	54 019		53 852	99,7%
	Alenquer*	1 350	1 117		1 117	100,0%
	Bombarral	12 201	11 794		11 794	100,0%
	Cadaval	12 957	12 244		12 215	99,8%
	Caldas da Rainha	44 558	43 224		43 224	100,0%
	Lourinhã	21 835	21 508		21 508	100,0%
	Mafra*	34 117	33 274		33 160	99,7%
	Nazaré	14 989	14 943		14 943	100,0%
	Óbidos	11 619	11 233		11 233	100,0%
	Peniche	26 349	26 289		26 289	100,0%
	Sobral de Monte Agraço*	4 219	4 192	38	4 154	100,0%
Torres Vedras	68 195	65 070		64 104	98,5%	
<b>Total da Sub-região</b>	<b>308 036</b>	<b>298 907</b>	<b>38</b>	<b>297 593</b>	<b>99,6%</b>	
Pinhal Litoral	Porto de Mós*	6 153	6 104		6 104	100,0%
<b>Total da Sub-região</b>	<b>6 153</b>	<b>6 104</b>	<b>0</b>	<b>6 104</b>	<b>100,0%</b>	
<b>Total da bacia</b>		<b>542 837</b>	<b>529 693</b>	<b>73</b>	<b>528 344</b>	<b>99,8%</b>

Fonte: PBHRO (2001)

Quanto às necessidades de água da indústria transformadora, estimou-se que o volume de água fornecido às indústrias pelas redes de distribuição públicas se situa à volta de 57% das necessidades totais requeridas, pelo que os restantes 43% estavam associados a captações próprias, não existindo dados seguros acerca das condições reais em que se processa o abastecimento, uma vez que o controlo exercido pelas entidades que tutelam o sector é limitado.

### **1.3.2.2 Situação no Plano actual**

No presente Plano, a avaliação dos níveis de atendimento dos serviços de abastecimento público de água foi realizada com base em dados provenientes de duas fontes: a Entidade Reguladora dos Serviços de Águas e Resíduos (ERSAR), através dos Planos de Controlo da Qualidade da Água apresentados pelas entidades gestoras dos sistemas a esta entidade relativos ao ano de 2009, e o Instituto da Água, através dos dados disponibilizados pelo Inventário Nacional de Sistemas de Abastecimento de Água e de Águas Residuais (INSAAR), no que se refere aos dados associados à população servida por rede de distribuição relativamente ao ano de 2007.

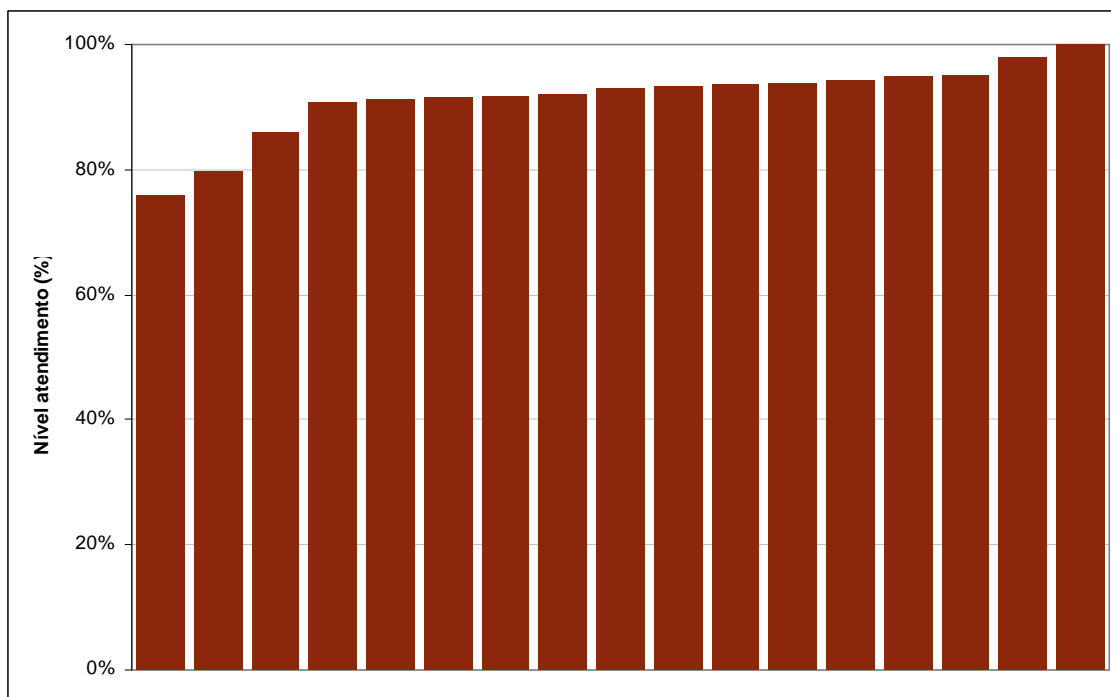
Dado que o ano de referência de cada uma das fontes é diferente, o cálculo dos níveis de atendimento recorreu igualmente a duas projecções distintas do Instituto Nacional de Estatística relativamente à população residente nos concelhos abrangidos pela área da bacia hidrográfica das ribeiras do Oeste: 2007 e 2009.

A avaliação dos níveis de atendimentos dos serviços de saneamento de águas residuais urbanas, nas duas vertentes de drenagem e de tratamento, foi realizada recorrendo aos dados disponibilizados pelo Inventário Nacional de Sistemas de Abastecimento de Água e de Águas Residuais e ao levantamento dos títulos de utilização dos recursos hídricos realizado na ARH Tejo. Neste caso, o ano de referência foi 2007 e 2009, respectivamente.

A avaliação do nível de atendimento dos serviços de abastecimento de água às populações apresenta valores distintos de acordo com a natureza dos dados utilizados.

Recorrendo aos dados disponibilizados pelo INSAAR 2007, e tendo em conta a população residente em 2007 na área da bacia hidrográfica das ribeiras do Oeste, o nível de atendimento dos serviços de abastecimento público de água para a área da bacia hidrográfica atinge os 93%.

De acordo com estes dados, da totalidade dos concelhos abrangidos pela bacia hidrográfica, apenas um, Caldas da Rainha, apresenta o nível máximo de atendimento com a totalidade da população servida por sistemas de abastecimento público de água, como se pode ver na figura seguinte.



Fonte: Inventário nacional de Sistemas de Abastecimento de Água e de Águas Residuais, INAG 2010 (Dados relativos a 2007)

**Figura 1.25 – Nível de atendimento de abastecimento público de água**

O sistema de abastecimento dos Serviços Municipalizados de Torres Vedras abastece o concelho de Torres Vedras, e parcialmente o concelho da Lourinhã. A cobertura a este concelho representa cerca de 17% do total de população servida na bacia hidrográfica das ribeiras do Oeste.

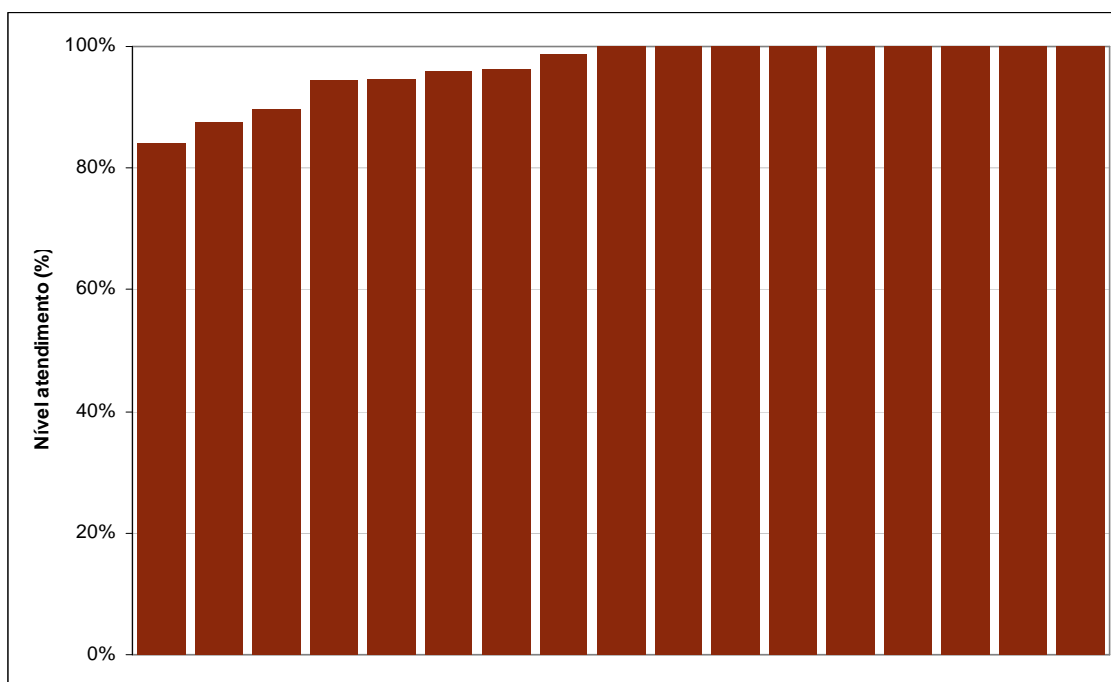
O Plano Estratégico de Abastecimento de Água e de Saneamento de Águas Residuais 2007-2013 (PEAASAR II) aponta como meta a atingir no final deste período um nível de cobertura de 95% da população. Na bacia hidrográfica das ribeiras do Oeste, este objectivo não se encontra totalmente atingido dado que o nível de atendimento global se encontra nos 93%. Para este facto contribuem os baixos níveis de atendimento de concelhos como Óbidos e Porto de Mós, os quais apresentam valores inferiores a 80%.

O objectivo definido por este plano estratégico é atingido em apenas três dos concelhos (18%) da totalidade dos concelhos abrangidos para a população residente na bacia hidrográfica das ribeiras do Oeste.

A mesma avaliação foi realizada tendo em conta os dados disponibilizados pela Entidade Reguladora de Águas e Resíduos, relativamente ao ano de 2009. Para esta avaliação foram considerados os dados disponibilizados no âmbito dos Planos de Controlo da Qualidade da Água, e tendo em conta a população residente em 2009 na área da bacia hidrográfica das ribeiras do Oeste.

De acordo com estes dados, o nível de atendimento dos serviços de abastecimento público de água para a área da bacia hidrográfica atinge os 98%, ficando este valor acima do calculado com os dados do INSAAR 2007 (93%).

Da totalidade dos concelhos abrangidos pela bacia hidrográfica, mais de metade (53%) apresenta o nível máximo de atendimento com a totalidade da população servida por sistemas de abastecimento público de água (Figura 1.26), o que representa um valor bastante acima do obtido com os dados do INSAAR 2007 (6%).



Fonte: Entidade Reguladora dos Serviços de Águas e Resíduos, 2010 (Dados relativos a 2009, NB: Figura cedida pela DHV; Concelhos do PBHR Oeste em abcissas).

**Figura 1.26 – Nível de atendimento de abastecimento público de água**



Tendo em consideração os objectivos definidos pelo Plano Estratégico de Abastecimento de Água e de Saneamento de Águas Residuais 2007-2013 (PEAASAR II) de um nível de cobertura de 95% da população, e de acordo com esta avaliação, a bacia hidrográfica das ribeiras do Oeste, atinge na sua globalidade este objectivo, com 98% da população residente servida por rede de distribuição de água.

Da totalidade dos concelhos abrangidos, 71% atingem os objectivos definidos neste plano estratégico.

Na tabela seguinte apresenta-se o panorama geral das sub-bacias hidrográficas em relação aos níveis de atendimento de abastecimento público de água, tendo em conta dos dados disponibilizados pela ERSAR para cada concelho e a sua ponderação face à população de cada um nas várias sub-bacias consideradas.

**Quadro 1.50 – Níveis de atendimento de abastecimento de água por sub-bacia**

<b>Sub-bacia hidrográfica</b>	<b>Necessidades hídricas actuais (hm<sup>3</sup>/ano)</b>
Ribeira de S. Domingos	100
Ribeiras Costeiras do Oeste	99
Rio Alcabrichel	99
Rio Alcobaça	99
Rio Arnóia	99
Rio Lisandro	96
Rio Sizandro	95
Rio Tornada	95
Total na Bacia Hidrográfica	100

Todas as sub-bacias apresentam níveis de atendimento que permitem atingir o objectivo definido no PEAASAR II. O panorama do nível de atendimento por sub-bacia é mais favorável nesta avaliação quando comparada com os valores obtidos pela avaliação realizada recorrendo aos dados do INSAAR 2007. A posição relativa das sub-bacias em relação aos níveis de atendimento verificados é igualmente distinta para as duas fontes de dados, sendo a sub-bacia Rio Tornada aquela que apresenta maior nível de atendimento, para ambos os casos.

## **2. CARACTERIZAÇÃO DAS MASSAS DE ÁGUA (2)**

### **2.1 MASSAS DE ÁGUA SUBTERRÂNEAS (2.2)**

#### **2.1.1 Delimitação das massas de água (2.2.1)**

Os limites das sete massas de águas subterrâneas, que se representaram na Figura 1.3, foram apresentados pelo INAG em 2005 em resposta ao Art.º 13.º da DQA.

#### **2.1.2 Caracterização das massas de água (2.2.2)**

##### **2.1.2.1 Área de drenagem das massas de águas subterrâneas (2.2.2.1)**

A área de drenagem, no seio do contorno definido para cada massa de águas subterrâneas, é apresentada no Quadro 1.1. No entanto há diversas situações para as quais a área de drenagem se estende para além dos limites geográficos definidos para as massas de águas subterrâneas, nomeadamente nos casos em que as áreas de recarga que se localizam em zonas fora desses limites. Na pormenorização dos modelos conceptuais das massas, apresentada nos anexos procura-se enquadrar esse conceito.

##### **2.1.2.2 Características gerais dos estratos da área de drenagem (2.2.2.2)**

Entende-se como características gerais dos estratos da área de drenagem, as características geológicas e hidrogeológicas das formações que compõem as massas de águas subterrâneas. Esta descrição é um misto de caracterização inicial (DL 77/2006, Anexo I, 2.1) e de caracterização mais aprofundada (DL 77/2006, Anexo I, 2.2), sendo que esta última deveria ser feita apenas para as massas de águas subterrâneas em risco.

###### **2.1.2.2.1 Caracterização geológica**

O Quadro 2.1 sintetiza a geologia das massas de águas subterrâneas, referindo para as diversas épocas/andares as principais formações geológicas ou litologias presentes.

No Anexo pormenoriza-se a geologia por massa de águas subterrâneas.

**Quadro 2.1 – Estratigrafia e litologia das massas de águas subterrâneas**

Massa de águas subterrâneas	Estratigrafia	Litologia
O18 – Maceira	Dogger	Calcários, calcários margosos, calcários xistosos, calcários margosos compactos com intercalações xistosas a argilosas, margas.
	Lias	Dolomias e calcários dolomíticos, calcários margosos, calcários, calcários ferruginosos, margas, margas xistosas, margas dolomíticas.
O19 – Alpedriz	Pliocénico	Complexo predominantemente arenoso.
	Miocénico	Argilas arenosas, grés argilosos, argilas, areias argilosas e na base um grés consolidado com leitos argilosos.
	Turoniano	Margas, calcários, calcários margosos, grés margosos muito finos, margo-calcários, alternância de calcários com margas, calcários siliciosos, grés calcários muito finos, calcários ferruginosos.
	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.
O23 – Paço	Plio-Plistocénico	Areias e argilas.
O24 – Cesareda	Malm	Calcários, calcários margosos, calcários areníticos, margas, margas conglomeráticas, conglomerados calcários.
	Dogger	Calcários, calcários siliciosos, calcários margosos, calcários margo-xistosos, calcários oolíticos.
O25 - Torres Vedras	Jurássico superior a Cretácico inferior	Arenitos feldspáticos caulíniferos a ferruginosos de granulometria variável, mal calibrados, por vezes compactos, com abundantes intercalações de argilas e siltes.
O33 - Caldas da Rainha – Nazaré	Plio-Plistocénico	Areias por vezes com burgaus e calhaus, areias argilosas, grés argilosos com calhaus, calcários gresosos, conglomerados, argilas, intercalações de lignitos e diatomitos.
	Holocénico	Aluviões: areias e cascalheiras
	Plio-Plistocénico a Holocénico	Areias finas a grosseiras por vezes com seixos e calhaus, conglomerados, cascalheiras, intercalações de argilas e lignitos ou turfas, areias argilosas com intercalações de margas e margo-calcários dolomíticos, cascalheiras de antigas praias e terraços, areias eólicas bem calibradas.
	Eocénico-Oligocénico	Complexo de Benfica: margas, argilas, conglomerados, grés e calcários
	Cretácico terminal a Terciário	Rochas intrusivas (granitos, sienitos, dioritos, gabros, mafraítos), brechas eruptivas)
	Senoniano	Complexo Vulcânico de Lisboa: basaltos (predominantes), riólitos, doleritos, sienitos, dioritos, mafraítos, basanitóides, piroclastos e tufos e brechas vulcânicas.
	Cretácico	Calcários dolomíticos, dolomias, calcários, calcários margosos, calcários gresosos, argilas, argilas xistosas, siltes gresosos, siltes argilosos, grés finos a grosseiros por vezes argilosos, margas xistosas, margas argilosas, margo-calcários. Séries detriticas e carbonatadas: calcários, calcários detriticos, arenitos finos, arenitos grosseiros, margas, argilas, siltes, conglomerados, dolomias.
	Cretácico inferior	Arenitos caulíniferos com calhaus rolados e leitos de argilas e raramente com leitos conglomeráticos.
	Jurássico superior a Cretácico inferior	Alternância de calcários compactos, fossilíferos, nodulares, calcários margosos e algumas margas que podem conter nódulos calcários.
		Malm
	Dogger	Calcários margosos, calcários dolomíticos, calcários, calcários detriticos, calcários dolomitizados, dolomitos, margas arenosas.

Fonte: Almeida *et al.*, 2000, MAOT, 2001, Oliveira *et al.*, 2001 e Lobo Ferreira *et al.*, 2001

### 2.1.2.2.2 Caracterização hidrogeológica

Apresenta-se no Quadro 2.2 uma síntese da caracterização da transmissividade das massas de águas subterrâneas, adaptada com os dados de Almeida *et al.* (2000), a partir de Oliveira *et al.*, 2001 e Lobo Ferreira *et al.*, 2001. Os valores apresentados foram na sua maior parte estimados a partir dos caudais específicos. Só em alguns casos foi possível obter valores de transmissividade determinados em ensaios de bombagem.

Também com base em Almeida *et al.* (2000) os coeficientes de armazenamento (S) de dois furos da massa de águas subterrâneas “Cesareda” são de  $2 \times 10^{-5}$ . Um furo na massa de águas subterrâneas Paço deu  $S = 3,1 \times 10^{-2}$ . Outro furo na massa de águas Cesareda deu  $S = 2 \times 10^{-5}$ . A escassez de valores de coeficiente de armazenamento deve-se ao facto de a sua determinação ser feita a partir da interpretação de ensaios de bombagem com observações num piezómetro (furo) que não o furo em bombagem, sendo que a informação sobre este dados está a ser actualizada.

**Quadro 2.2 – Caracterização da transmissividade das massas de águas subterrâneas**

Código	Designação		Transmissividade (m <sup>2</sup> /d)				N.º de determinações
			Média	Mediana	Mínima	Máxima	
O18	Maceira		–	–	150 <sup>(a)</sup>	350 <sup>(a)</sup>	?
O19	Alpedriz		39 <sup>(a)</sup>	3 <sup>(a)</sup>	4 <sup>(a)</sup>	156 <sup>(a)</sup>	16
O23	Paço		158 <sup>(a)</sup>	68 <sup>(a)</sup>	10 <sup>(a)</sup>	1250 <sup>(a)</sup>	28
O24	Cesareda		–	–	41 <sup>(qb)</sup>	520 <sup>(qb)</sup>	5
O25	Torres Vedras		–	–	2,5 <sup>(a)</sup>	400 <sup>(a)</sup>	67
O33	Caldas da Rainha – Nazaré	Sector de Caldas da Rainha	–	–	30 <sup>(a)</sup>	450 <sup>(a)</sup>	?
		Sector da Nazaré	–	–	8 <sup>(a)</sup>	570 <sup>(a)</sup>	26
O04RH4	Orla ocidental indiferenciado das bacias das ribeiras do Oeste				1 <sup>(qb)</sup>	3000 <sup>(qb)</sup>	36

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

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

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

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

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

Os resultados, obtidos com base em Almeida *et al.* (2000) são apresentados no Quadro 2.3.

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

**Quadro 2.3 – Caracterização da produtividade das massas de águas subterrâneas**

Código	Designação		Produtividade (l/s)			N.º de determinações	Classe de produtividade
			Mediana	Mínima	Máxima		
O18	Maceira		-	2,2	17,8	3	(Média a Alta)
O19	Alpedriz		2,2	0,44	15	34	Média
O23	Paço		8,3	2,2	34,7	32	Alta
O24	Cesareda		-	2,8	25	4	(Média a Alta)
O25	Torres Vedras		6,0	2,0	20,0	25	Alta
O33	Caldas da Rainha – Nazaré	Sector de Caldas da Rainha	10,0	1,1	36,0	60	Alta
		Sector da Nazaré	11,8	3	20	10	Alta
O04RH 4	Orla ocidental indiferenciado das bacias das ribeiras do Oeste			0,0	117	> 260	(Baixa a Alta)

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

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

No Anexo 3 pormenoriza-se a caracterização hidrogeológica por massa de águas subterrâneas.

### 2.1.2.2.3 Modelo conceptual de funcionamento hidráulico

#### 2.1.2.2.3.1 Introdução

Na presente aproximação considera-se que todas as massas de águas subterrâneas têm como principal entrada de água a infiltração da água da chuva, que se processa dependendo das condições de ocupação do solo e da própria natureza do solo, em toda a extensão de afloramento, assunto a abordar mais detalhadamente a propósito da caracterização espaço-temporal da recarga. Outras origens de entrada de água, mais localizadas são a recarga proveniente dos excedentes de rega, e as perdas de águas nas redes de distribuição e de saneamento.

Só em situações muito pontuais (não definidas) é que se prevê que possa haver entrada de água a partir da infiltração de cursos de águas superficiais. Poderão estar

nesta situação zonas aluvionares actuais, onde devido à exploração intensa de águas subterrâneas das aluviões possa existir recarga induzida a partir dos cursos de água.

Todas as massas de águas subterrâneas podem ter localmente trocas de água por escoamento subterrâneo, embora se preveja que as quantidades envolvidas sejam muito reduzidas.

Dentro das massas de águas o escoamento faz-se maioritariamente segundo os tipos principais de porosidade identificados no Quadro 1.2, em regime de escoamento livre ou confinado a semi-confinado.

As saídas das massas de águas subterrâneas processam-se globalmente em direcção aos cursos de água que as drenam e, no caso das massas de águas costeiras, em direcção ao mar, casos da “Orla ocidental indiferenciado das bacias das ribeiras do Oeste” e da massa de água “Caldas da Rainha – Nazaré” junto a S. Martinho do Porto. Na zona de contacto com a água do mar pode haver situações de intrusão marinha, que não se prevêem importantes.

Pormenoriza-se seguidamente o modelo conceptual preliminar, por massa de águas subterrâneas.

#### 2.1.2.2.3.2 O18 – Maceira

Existe pouca informação, em especial ao nível da piezometria, que permita esboçar um modelo conceptual de funcionamento. Pode apenas referir-se que é um sistema cársico, livre, eventualmente com dupla porosidade, que recebe recarga directa da água das chuvas, podendo eventualmente receber recarga diferida a partir das formações pliocénicas na área onde estas recobrem os calcários mas não existe informação que permita confirmar ou anular esta hipótese. Não é possível definir direcções de fluxo e há apenas a hipótese de que existam descargas difusas para os sedimentos que envolvem o sistema.

#### 2.1.2.2.3.3 O19 – Alpedriz

Existe pouca informação, em especial ao nível da piezometria, que permita esboçar um modelo conceptual de funcionamento. Com efeito, o modelo conceptual de escoamento que pode actualmente ser proposto, será sobretudo uma proposta de definição das áreas de recarga e descarga naturais baseada no conhecimento sobre a recarga e localização das áreas de descarga natural, entre as quais se processa o escoamento quantificado como correspondente à recarga anual média. Considera-se

assim que as redes de monitorização deste sistema aquífero deverão aumentar a sua densidade de forma a permitir o esclarecimento do seu modelo conceptual. De uma forma geral pode sugerir-se o seguinte modelo conceptual:

Sistema multicamada, de porosidade intergranular, livre a confinado, devendo ser confinado na maior parte da sua extensão. As principais unidades aquíferas, e mais produtivas, são as formações mais profundas, de idade cretácica (Complexo Gresoso de Cós-Juncal e Formações carbonatadas do Cretácico superior) o que é reflectido pelo facto de que só as captações com mais de 150 m (as que captam o complexo detrítico Cretácico) captam caudais superiores a 10 L/s. As unidades miocénicas e eocénicas-oligocénicas são também exploradas embora pareçam possuir menor capacidade aquífera. As formações pliocénicas de cobertura serão no geral pouco produtivas, com interesse apenas local, dado que segundo Zbyszewski *et al.* (1974), as captações no Pliocénico são geralmente de tipo poço, com grandes oscilações de caudal conforme as épocas do ano, o que indicia a sua forte dependência dos regimes de chuva. Assim o sistema aquífero terá um sector mais superficial menos produtivo e um sector mais profundo, com maior produtividade. Será de admitir também uma sensível heterogeneidade do aquífero dado que as produtividades têm uma distribuição muito irregular.

A alimentação do sistema aquífero faz-se essencialmente por recarga directa da precipitação, estando as principais zonas de recarga – pelo menos para os aquíferos das formações cretácicas e eocénicas-oligocénicas – situadas a S e SE e a área de recarga das formações aquíferas menos importantes (especialmente as formações miocénicas), na restante área do sistema aquífero, onde não seja coberta pelas formações pliocénicas. Poderá admitir-se a existência de drenância mas, de acordo com as grandes diferenças nos níveis piezométricos das diferentes camadas, é provável que esta seja pouco importante. 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: (1) um sector ocidental cujo fluxo geral seja para W ou NW, pois existem descargas naturais no extremo W deste sistema; (2) e um sector oriental onde o fluxo se faça para NE, em direcção às zonas de descarga natural sitas a S de Leiria, no vale do rio Lis e na ribeira de Caraguejeira (Almeida *et al.*, 2000).

#### 2.1.2.2.3.4 O23 – Paço

A informação é escassa para a elaboração de um modelo conceptual. Assim, com base na informação existente pode definir-se que este é um sistema aquífero poroso, de porosidade intergranular, multicamada, livre a confinado, com um aquífero freático superficial e níveis subjacentes confinados, localmente com artesianismo repuxante, sendo o seu confinamento devido à presença de unidades argilosas.

Contudo os dados piezométricos sugerem que os casos de artesianismo parecem ser algo restritos e parecem sobretudo associados a águas cujo quimismo sugere a sua origem fora do sistema aquífero de Paço (no caso originárias do sistema de Cesareda).

Com efeito os dados de piezometria sugerem que os níveis produtivos situados abaixo do nível produtivo superficial têm em regra níveis piezométricos inferiores ao do nível superficial e, deste modo, haverá uma drenância no sentido descendente (Almeida *et al.*, 2000), sendo estes níveis mais profundos recarregados a partir do nível superficial.

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 (Figura A3. 1).

O zonamento vertical do quimismo das águas sugere a existência de: (1) um nível de circulação superficial, mais propenso a ser afectado pela contaminação por nitratos, (2) níveis de circulação mais profunda cuja circulação se fará na proximidade dos depósitos evaporíticos e alguns destes níveis poderão mesmo provir duma circulação originária no planalto da Cesareda.



Deste modo o sistema aquífero de Paço estará em ligação hidráulica com o sistema aquífero de Cesareda, do qual recebe recarga por via lateral. Atendendo à diferença de cotas entre o planalto da Cesareda e os níveis produtivos onde estas águas alcançam e circulam no sistema aquífero de Paço, estabelecer-se-ia assim condições para o artesianismo repuxante verificado à data da construção das captações nestes níveis.

Além da recarga a partir do sistema aquífero de Cesareda, o sistema aquífero de Paço tem recarga directa a partir da precipitação e os níveis confinados deverão receber recarga onde estão ausentes os níveis argilosos, ou por drenância, como se viu atrás. Admite-se que toda a área do aquífero funcione como área de recarga, sendo desconhecidas até ao momento zonas de recarga preferencial.

Em termos de produtividade há zonas menos produtivas – o extremo S do sistema aquífero – o que é atribuível à presença de numerosas intercalações argilosas; isto indicia para que a sucessão litológica condiciona fortemente as características do sistema aquífero e poderá também explicar a variabilidade das suas transmissividades.

Finalmente, e retornando às ligações entre o meio hídrico superficial e subterrâneo, a ribeira de S. Domingos – que parece funcionar como zona de descarga deste sistema – atravessa a montante o sistema aquífero de Cesareda, o que pode favorecer condições de transferência de águas entre estes dois sistemas, caso esta ribeira seja alimentada pelo aquífero de Cesareda. Contudo, atendendo a que esta ribeira parece ser zona de descarga do aquífero de Paço, tal transferência apenas poderia ocorrer em condições de depressão do nível piezométrico.

#### 2.1.2.2.3.5 O24 – Cesareda

Este é um sistema aquífero cársico, livre, admissivelmente de dupla porosidade. O modelo conceptual é apresentado com base em Almeida *et al.* (2000) e na interpretação de outra informação de base existente relativa a esta massa de águas subterrâneas.

Considera-se que toda a área do aquífero, correspondente ao planalto de Cesareda, seja área de recarga. 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.

Os dados de piezometria, para esta massa de águas subterrâneas, são insuficientes para uma definição detalhada das principais direcções de fluxo subterrâneo pelo que a sua rede de monitorização deverá aumentar a sua densidade de forma a permitir o esclarecimento do seu modelo conceptual.

Não sendo possível definir as principais direcções de fluxo admite-se que os principais eixos de drenagem subterrânea se dirijam na direcção das áreas de descarga mais importantes (atrás citadas) o que sugere a hipótese de que possa haver fluxo para N (alimentando as nascentes de Olho Marinho) e E (alimentando as exurgências de Pó).

Há também a possibilidade de que ocorram transferências entre o aquífero e o curso de água mais importante que o atravessa – ribeira de S. Domingos – não sendo contudo conhecida a relação entre estes dois meios hídricos; o sistema aquífero é também zona de cabeceira de numerosas pequenas ribeiras que poderão funcionar como zonas de descarga temporária (embora o seu funcionamento efectivo seja desconhecido).

Este sistema aquífero parece estabelecer ainda relações hidráulicas com o sistema de Paço (o qual apresenta águas com características que sugerem terem-se infiltrado no planalto de Cesareda), o que indicaria uma circulação com sentido para W. Também poderão estabelecer-se ligações com o de Caldas da Rainha, por meio de descargas ocultas a partir de Cesareda (o que definiria um fluxo em direcção a N).

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, num sentido de circulação genérico para SW.

#### 2.1.2.2.3.6 O25 – Torres Vedras

Sistema de forma grosseiramente lenticular, deformada pelo conjunto de falhas que o atravessam, multicamada, de porosidade intergranular – embora Vieira da Silva (2009) considere existir também uma componente por fractura – e confinado, sendo os níveis produtivos as unidades arenosas da formação dos Grés de Torres Vedras e algumas unidades similares do Jurássico superior. As unidades argilosas funcionam como

unidades confinantes dos diferentes níveis produtivos, sendo no geral lateralmente menos contínuas do que os níveis gresosos, e permitem admissivelmente a ocorrência de processos de drenância.

Quanto à relação com os corpos de água superficiais, 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.

Há uma variação significativa dos valores de transmissividade, o que se reflecte no zonamento da produtividade, sendo as regiões S e E caracterizadas por apresentarem maiores caudais (Almeida *et al.*, 2000); este autor considera que esta maior produtividade se deve a uma fracturação mais intensa das camadas e a menores teores de argila. Esta zonalidade será também vertical dado que Vieira da Silva (2009) refere uma produtividade maior em Ramalhal – que capta níveis mais superficiais – e uma menor produtividade em Maxial (que capta os níveis mais profundos em 65% das captações); assim, segundo este autor, a primeira centena e meia de metros de sedimentos tem melhor produtividade do que as camadas inferiores do sistema aquífero.

Este zonamento vertical da produtividade é também seguido por um zonamento do quimismo das águas, com as águas mais superficiais de fácies cloretada, de fraca mineralização (podendo apontar para menores tempos de residência) e as dos furos mais profundos com uma fácies bicarbonatada/ cloretada-calco/sódica, fraca a medianamente mineralizada.

A grande variabilidade da piezometria reflecte, de acordo com Almeida *et al.* (2000), as piezometrias individuais dos diversos níveis produtivos, o que indica que diferentes níveis terão piezometrias distintas, constituindo corpos independentes a semi-independentes entre si. O confinamento de alguns destes níveis foi especialmente sublinhado pelas captações que apresentavam artesianismo repuxante à data da sua construção.

As direcções de fluxo, se 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, 2009b) – 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 (1) efeito do rebaixamento da superfície piezométrica (se se admitir que o sistema aquífero ainda não recuperou completamente a sua piezometria natural), (2) distribuição natural do fluxo natural (caso a piezometria tenha já atingido as condições anteriores à exploração intensiva do aquífero).

A recarga faz-se de forma directa, nos níveis mais superficiais, e no sector S, a esta poderá associar-se a recarga proveniente da infiltração das águas da Vala dos Amiais. Nos níveis subjacentes a recarga far-se-á admissivelmente por drenância a partir dos níveis superiores.

Não são referenciadas na bibliografia consultada quaisquer ligações hidráulicas com as áreas envolventes mas considera-se que deverá ser estudada a possibilidade de eventuais conexões hidráulicas a partir das formações jurássicas envolventes a N e E (neste último caso, o sector da serra de Montejunto) atendendo às direcções de fluxo admitidas para este sistema aquífero.

O estudo dos elementos existentes mostra que os dados sobre piezometria do sistema são escassos para a definição de um modelo conceptual de escoamento mais aprofundado pelo que as redes de monitorização deste sistema aquífero deveriam aumentar a sua densidade.

#### 2.1.2.2.3.7 O33 – Caldas da Rainha – Nazaré

Este sistema aquífero é constituído por 2 sectores separados em área: o vale tifónico de Caldas da Rainha, a S, e o vale tifónico da Nazaré, a N. É um sistema multicamada, de porosidade intergranular, livre a confinado (Almeida *et al.*, 2000). É alimentado através de recarga directa ou eventualmente, rios influentes (Almeida *et al.*, 2000) como por exemplo o rio Arnóia (Paz, 2009). Estes rios influentes podem estabelecer assim ligações hidráulicas entre este e outros sistemas aquíferos; poderá ser este o caso das ribeiras da Areia e da Lama que, vindo do sistema de Alpedriz contactam e/ou atravessam o sector Norte do sistema Caldas da Rainha-Nazaré (vale tifónico de Nazaré); o mesmo poderá talvez ocorrer para as ribeiras de Arnóia e outras que provenham de leste e atravessem o vale tifónico das Caldas da Rainha. Poderá eventualmente ocorrer também recarga, neste último sector, a partir de descargas ocultas 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, embora

Zbyszewski (1959) assinala a existência de diversas outras nascentes, entre elas as que abastecem a Poça dos Ninhos, zona húmida mantida pela presença a pequena profundidade do substrato hetangiano. Deste modo o fluxo ocorre aproximadamente de Leste para Oeste (Paz, 2009), embora possa localmente ser modificado devido à presença de depressões locais na superfície piezométrica, originadas pelos pólos de captação para abastecimento público. Além das nascentes o aquífero descarrega também em direcção aos cursos de água que as drenam e, no caso das massas de águas costeiras, em direcção ao mar, casos da “Orla ocidental indiferenciado das bacias das ribeiras do Oeste” e da massa de água “Caldas da Rainha – Nazaré” junto a S. Martinho do Porto. Na zona de contacto com a água do mar pode haver situações de intrusão marinha, que não se prevêem importantes.

De acordo com Paz (2009) o vale tifónico de Caldas da Rainha pode ser dividido em três zonas de condutividades distintas, sendo a mais condutiva situada a N, diminuindo progressivamente para S:  $K1 = 4,00 \times 10^{-3}$  m/s,  $K2$  (sector central) =  $6,40 \times 10^{-4}$  m/s e  $K3$  (sector S) =  $7,20 \times 10^{-4}$  m/s.

Dos trabalhos de simulação matemática do vale tifónico das Caldas da Rainha, Paz (2009) conclui-se que o regime de interacção rios/aquíferos pode ser modificado pelos regimes de bombagem. Deduz-se, do trabalho desta autora, que os rios mais sensíveis neste aspecto poderão ser os de Tornada e Alfeizerão.

De referir ainda que as águas mais profundas, e que entram em contacto com as formações hetangianas, têm características hidroquímicas específicas.

#### 2.1.2.2.3.8 O04RH4 – Orla ocidental indiferenciado das bacias das ribeiras do Oeste

É uma região muito hidrogeologicamente variável, dividida em diferentes sectores admissivelmente com funcionamentos hidrogeológicos distintos. Pretende-se em fase posterior do estudo e seguindo o zonamento tanto definido acima por Almeida *et al.* (2000) como por Oliveira *et al.* (2000) avançar na definição de modelos conceptuais de funcionamento nestas diferentes zonas.

### **2.1.2.3 Avaliação das disponibilidades (2.2.2.3)**

#### **2.1.2.3.1 Introdução**

Nesta fase apresenta-se o estudo da evolução dos níveis piezométricos registados nos piezómetros pertencentes à actual rede de piezometria das massas de águas subterrâneas.

A análise das séries de níveis piezométricos foi feita a dois níveis: 1 – utilizando a totalidade das séries, independentemente das lacunas existentes; 2 – 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 pendore dá uma tendência de evolução. 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).

A avaliação de tendências das séries piezométricas contribui para a classificação do estado quantitativo das massas de águas subterrâneas, tendo sido encontrados alguns casos onde há uma tendência de descida que poderia conferir à massa de águas subterrâneas o estado quantitativo medíocre. Contudo, independentemente dos resultados obtidos, a avaliação deste estado prosseguirá com a realização do balanço hídrico subterrâneo e com a aplicação dos testes relativos aos ecossistemas dependentes ou associados às águas subterrâneas.

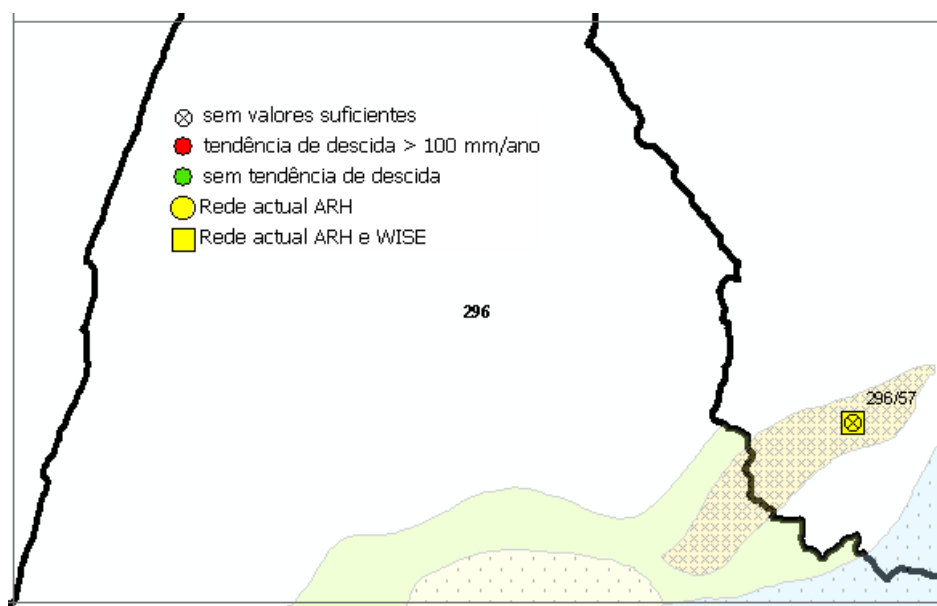
A avaliação das disponibilidades de água proveniente das massas de águas subterrâneas será posteriormente desenvolvida na sequência da análise espaciotemporal da recarga.

Pormenoriza-se seguidamente por massa de águas subterrâneas a análise da piezometria.

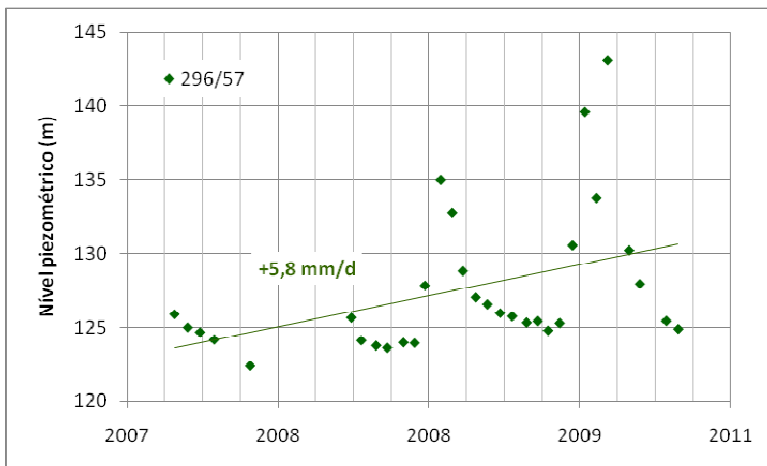
### 2.1.2.3.2 O18 – Maceira

#### 2.1.2.3.2.1 Evolução dos níveis piezométricos

O único ponto de monitorização da massa de águas subterrâneas O18 – Maceira está representado na Figura 2.1. A série de dados apresenta registos relativos aos quatro anos hidrológicos de 2006/7 a 2009/10 (Figura 2.2) mas somente os anos hidrológicos de 2008/9 e 2009/10 apresentam registos aproximadamente completos. A tendência apresentada na Figura 2.2 relativamente aos quatro anos hidrológicos está enviesada por faltarem os registos máximos dos primeiros dois anos. Por esse motivo e porque a série é curta não é possível concluir acerca de quaisquer tendências de evolução de níveis piezométricos na massa de águas subterrâneas de Maceira.



**Figura 2.1 – Distribuição dos pontos da rede de monitorização na massa de águas subterrâneas de Maceira**



**Figura 2.2 – Níveis piezométricos e tendência obtida para o piezômetro 296/57. Note-se que a tendência apresentada está enviesada por faltarem os valores máximos dos anos hidrológicos 2006/7 e 2007/8**

#### 2.1.2.3.2.2 Avaliação espaço-temporal da recarga

Para esta massa de água subterrânea foram utilizados os valores de precipitação diária da estação meteorológica de Maceira (Lís) (15D/03), sendo as lacunas completadas através dos dados de estações mais próximas. Procedeu-se à interpolação dos valores dessas lacunas pelo método do inverso do quadrado da distância a partir das estações de Alfeizerão (16C/02G), Cela (16C/01C), Óbidos (17C/07C), Pataias (gare) (16D/03UG), Salir de Matos (17C/05UG), Sapeiros (17C/01C).

Nos períodos em que não se registou a precipitação ocorrida em nenhuma das séries foi atribuída a precipitação do dia anterior. O modelo numérico foi corrido para o período de 01-10-1982 a 30-09-2008.

A série de evapotranspiração de referência (ET<sub>o</sub>) mensal utilizada é a correspondente à estação meteorológica de Alcobaça (Est. Frut.), calculada para o Plano de Bacia Hidrográfica das Ribeiras do Oeste, desde Outubro de 1959 até Setembro de 1986. Para os restantes anos, nomeadamente até 1-9-2008 os valores de evapotranspiração de referência foram calculados pela média dos meses homólogos de anos anteriores.

Os solos foram identificados com base na interpretação da geologia. Estando na presença de calcários jurássicos considerou-se as características dos solos mediterrâneos vermelhos ou amarelos, normais, de calcários compactos ou dolomias (Vcd), cujas características se apresentam no Quadro 2.4, de acordo com Oliveira (2004, 2006).



**Quadro 2.4 – Parâmetros característicos do solo (Maceira)**

Solo (IHERA)	Retenção específica (-)	Ponto de emurchecimento (-)	Porosidade (-)	Condutividade hidráulica vertical (mm/d)	Material do horizonte superior do solo
Vcd	0,31	0,18	0,47	647,8	4

A caracterização dos parâmetros relativos aos cobertos vegetais e restantes ocupações do solo, nomeadamente os ciclos vegetativos, coeficientes culturais basais, profundidades das raízes, limite de depleção da água do solo a 100%, fracção ocupada pela cobertura e altura máxima do coberto vegetal, foi feita a partir da cartografia de ocupação do solo CORINE Land Cover 2006, do CNIG, à escala 1:100 000. Na área correspondente à massa de água foram identificadas sete ocupações de solo diferentes, sendo que dentro do mesmo tipo de ocupação podem ocorrer dois tipos de cultura (por exemplo, numa mancha de tecido urbano descontínuo pode ser considerada a ocupação urbana e os terrenos descampados vizinhos), apresentados no Quadro 2.5.

**Quadro 2.5 – Ocupação do solo segundo o CORINE Land Cover 2006 e parâmetros caracterizadores da ocupação (Maceira)**

Código de Ocupação do Solo	Nº de culturas	Permeável	Calcula Kcb_esp	Dia_ini	L_ini	L_des	L_med	L_fim	Kcb_ini	Kcb_med	Kcb_fim	h_cult	rp_1	rp_0	sld	Kc_min	Kcb_tot	fraccao	fraccao_0	fraccao_nada
112	2	1	1	1	1	1	361	2	0.95	0.95	0.95	10	2750	2750	0.7	0.15	0.95	0.1	0.1	0.1
		0	0	1	1	1	361	2	0.01	0.01	0.01	1	1	1	1	0.01	0.01	0.65	0.65	0.65
121	2	1	1	1	1	1	361	2	0.95	0.95	0.95	10	2750	2750	0.7	0.15	0.95	0.1	0.1	0.1
		0	0	1	1	1	361	2	0.01	0.01	0.01	1	1	1	1	0.01	0.01	0.8	0.8	0.8
131	2	1	1	1	1	1	361	2	0.95	0.95	0.95	10	2750	2750	0.7	0.15	0.95	0.1	0.1	0.1
		0	0	1	1	1	361	2	0.01	0.01	0.01	1	1	1	1	0.01	0.01	0.35	0.35	0.35
242	2	1	1	1	1	1	361	2	0.95	0.95	0.95	10	2750	2750	0.7	0.15	0.95	0.35	0.35	0.35
		1	0	183	30	40	50	30	0.15	1.15	0.15	2	1200	150	0.55	0.15	1.15	0.45	0.1	0
243	2	1	1	1	1	1	361	2	0.6	0.95	0.75	4	1500	1500	0.5	0.15	0.95	0.4	0.4	0.4
		1	1	1	1	1	361	2	0.95	0.95	0.95	10	2750	2750	0.7	0.15	0.95	0.5	0.5	0.5
312	1	1	1	1	1	1	361	2	0.95	0.95	0.95	10	2750	2750	0.7	0.15	0.95	0.1	0.1	0.1
313	2	1	1	1	1	1	361	2	1.2	1.2	1.2	10	2750	2750	0.8	0.15	1.2	0.4	0.4	0.4
		1	1	1	1	1	361	2	0.95	0.95	0.95	10	2750	2750	0.7	0.15	0.95	0.4	0.4	0.4

A Figura 2.3 representa a recarga anual média para os 26 anos de corrida do modelo. Tendo em conta que se trata de um aquífero cársico, pressupõe-se que todo o escoamento directo que existe, após um pequeno percurso à superfície, se infiltra, contribuindo também para a recarga. Estão representados no Quadro 2.6, para cada mancha de ocupação do solo os valores médios anuais de recarga. A recarga anual média foi calculada em 640 mm/ano, o que corresponde a 71 % da precipitação (Quadro 2.7).

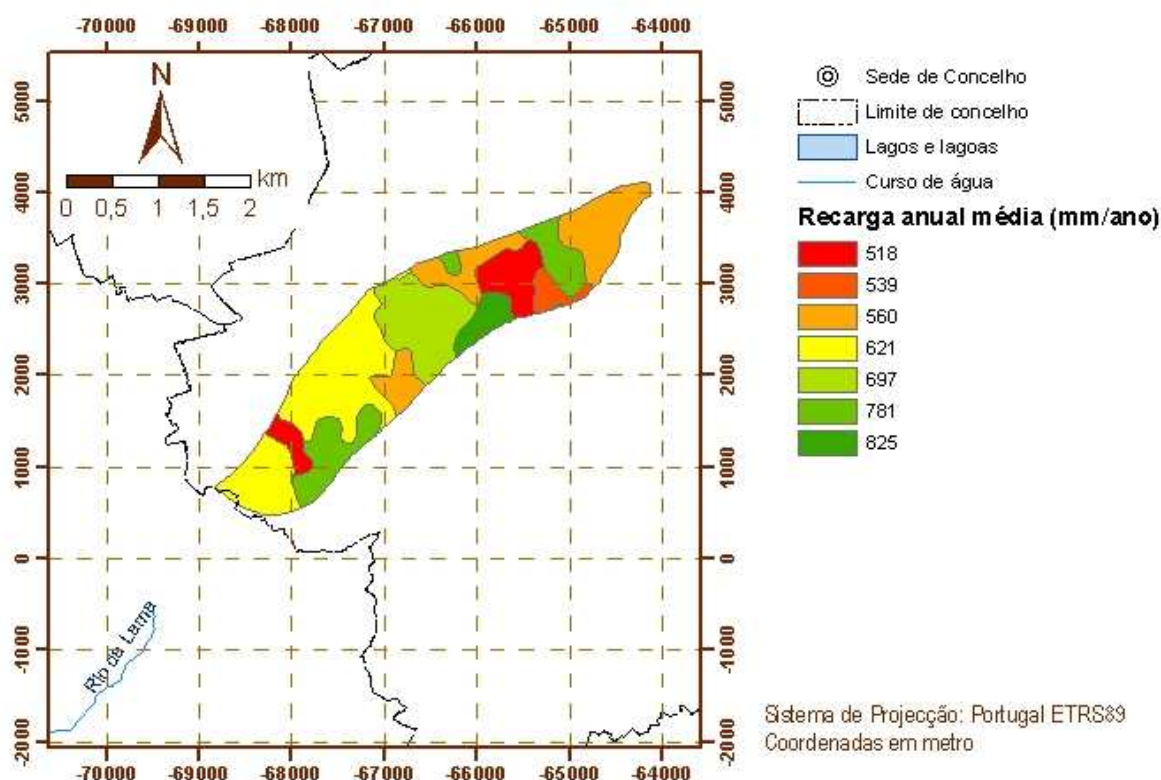


Figura 2.3 – Recarga da massa de águas subterrâneas de Maceira

Quadro 2.6 – Associação solo/ocupação de solo, áreas de ocorrência e resultados anuais médios do balanço hídrico sequencial diário (Maceira)

Código de Ocupação de Solo	Precipitação (mm/ano)	Evapotranspiração real (mm/ano)	Escoamento directo (mm/ano)	Recarga (mm/ano)
112	896	115	0	781
121	896	71	0	825
131	896	199	0	697
242	896	336	0	560
243	896	378	0	518
312	896	275	0	621
313	896	357	0	539

Quadro 2.7 – Resultados anuais médios do balanço hídrico sequencial diário (Maceira)

Precipitação (mm/ano)	Evapotranspiração real (mm/ano)	Escoamento directo (mm/ano)	Recarga (mm/ano)	Recarga (hm <sup>3</sup> /ano)
700	267	0	433	3,24

### 2.1.2.3.3 O19 – Alpedriz

#### 2.1.2.3.3.1 Evolução dos níveis piezométricos

Os pontos de monitorização da massa de águas subterrâneas O19 – Alpedriz são os indicados na Figura 2.1. Actualmente só 3 pontos pertencem à rede de monitorização, sendo que um dos pontos está fora da área de jurisdição da ARH Tejo. A distribuição destes pontos cobre aproximadamente 3/4 da área da massa de águas subterrâneas sendo útil que na área mais a SW possa existir também um ponto de monitorização.

A mesma figura indica, a partir de uma análise de regressão linear dos valores de piezometria observados, uma representação da tendência de evolução dos valores máximos anuais em cada piezómetro, tendo-se considerado com valor crítico a tendência de descida de 100 mm/ano (= 0,274 mm/dia). Este valor máximo foi determinado para os anos hidrológicos aproximadamente completos. Para a totalidade dos registos de cada piezómetro apresenta-se na Figura 2.2 a tendência de evolução. Para os anos hidrológicos com registos mensais aproximadamente completos apresenta-se na Figura 2.6 os valores máximos anuais obtidos assim como uma recta de regressão que procura estabelecer a tendência de evolução dos valores máximos.

A partir dos elementos apresentados, conclui-se que os piezómetros apresentam desde 2001 uma tendência de descida superior a 1,3 mm/d em todos eles. O piezómetro 307/131 ainda tem mostrado alguma oscilação dos níveis máximos (embora também tenha apresentado valores anómalos). Nos outros dois piezómetros os níveis máximos têm vindo a descer nos últimos anos. Esta situação deve ser acompanhada e espera-se que o balanço hídrico subterrâneo, a executar na próxima fase, possa explicar esta observação.

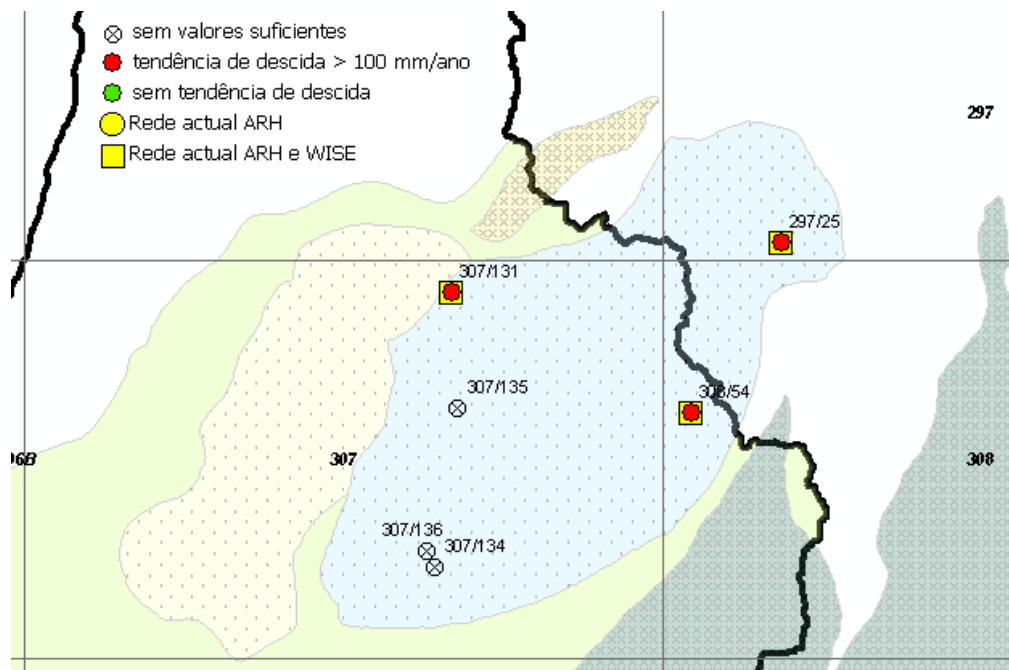


Figura 2.4 – Distribuição dos pontos da rede de monitorização na massa de água de Alpedriz

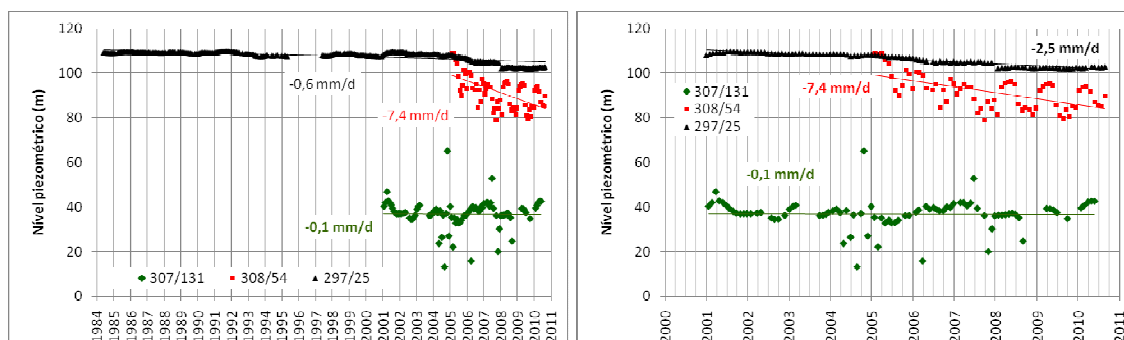
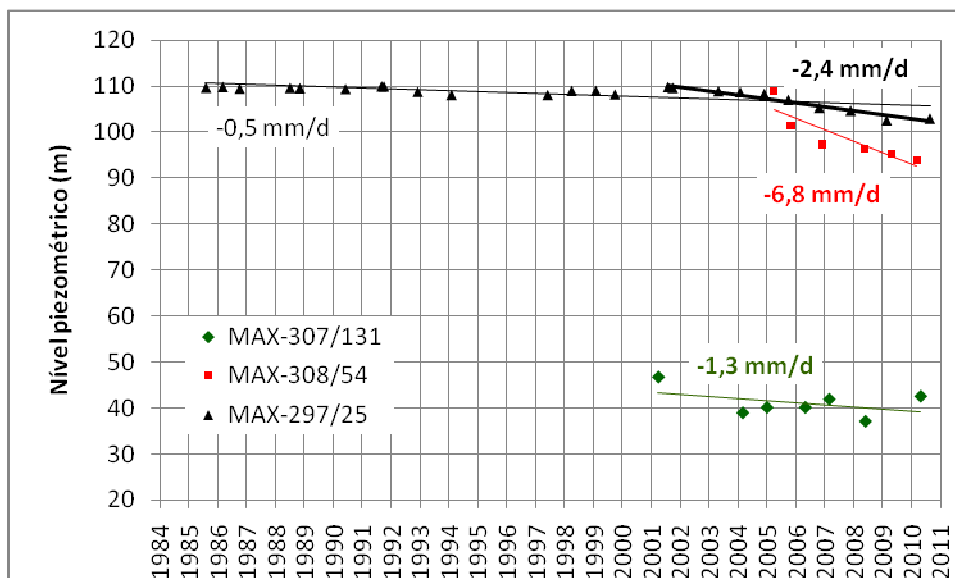


Figura 2.5 – Níveis piezométricos por piezómetro e tendências obtidas. Os dois gráficos representam as mesmas séries. As tendências apresentadas são para as totalidades das séries no gráfico da esquerda e para o período representado no gráfico da direita



**Figura 2.6 – Níveis piezométricos anuais máximos por ano hidrológico e respectivas tendências de evolução. A série 297/25 apresenta duas tendências, uma para a totalidade da série e outra para os valores a partir de Outubro de 2000**

#### 2.1.2.3.3.2 Avaliação espaço-temporal da recarga

Para a série de precipitação foram usados os valores calculados para a estação meteorológica de Maceira visto as estações mais próximas da MAS se encontrarem desactivadas ou não possuírem valores de precipitação diária.

Para a evapotranspiração de referência utilizaram-se os valores calculados para a estação de Alcobaça (Est. Frut.).

Para a caracterização dos solos fez-se uma correspondência entre as formações geológicas representadas na carta geológica à escala 1:500 000 e os possíveis solos associados considerados na classificação do IHERA à escala 1:25 000, tendo sido atribuídos os parâmetros de acordo com Oliveira (2004, 2006) - Quadro 2.8.

Na área correspondente à massa de águas foram identificadas 13 ocupações de solo diferentes com as características representadas no Quadro 2.9.

**Quadro 2.8 – Parâmetros característicos do solo (Alpedriz)**

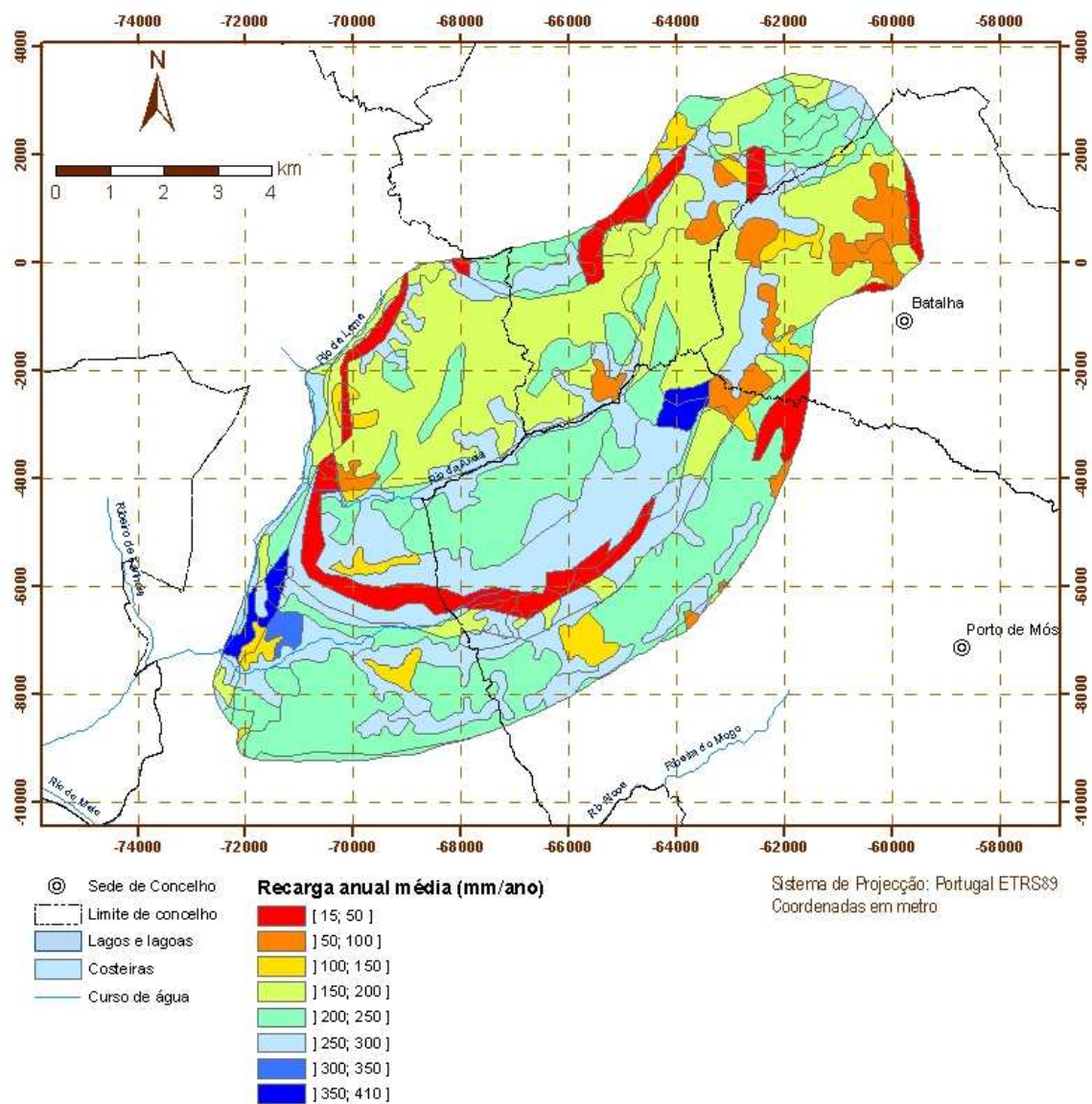
<b>Solo (IHERA) / Geologia</b>	<b>Retenção específica (-)</b>	<b>Ponto de emurchecimento (-)</b>	<b>Porosidade (-)</b>	<b>Condutividade e hidráulica vertical (mm/d)</b>	<b>Material do horizonte superior do solo</b>
Al / aluviões	0,14	0,06	0,44	1466,4	2
Vcd / restante Jurássico superior, Cretácico médio	0,31	0,18	0,47	647,8	4
Par / formações pliocénicas	0,16	0,03	0,32	332,8	7
Vt / Grés superiores do Jurássico, Cretácico inferior, Oligocénico	0,13	0,04	0,38	1081	7
Vts / Belasiano e formações da Dagorda	0,17	0,06	0,42	1506	7

**Quadro 2.9 – Ocupação do solo segundo o CORINE Land Cover 2006 e parâmetros caracterizadores da ocupação (Alpedriz)**

Código de Ocupação do Solo	Ocupação	Permeável	Calcula Kcb_esp	Dia_ini	L_ini	L_des	L_med	L_fim	Kcb_ini	Kcb_med	Kcb_fim	h_cult	rp_1	rp_0	sld	Kc_min	Kcb_tot	fraccao	fraccao_0	fraccao_nada
112	Zonas Impermeáveis	0	0	1	1	1	361	2	0,01	0,01	0,01	1	1	1	1	0,01	0,01	0,6	0,6	0,6
	Pomares (Pomoideas)	1	1	1	1	1	361	2	0,6	0,95	0,75	4	1500	1500	0,5	0,15	0,95	0,2	0,2	0,2
121	Indústria densa	0	0	1	1	1	361	2	0,01	0,01	0,01	1	1	1	1	0,01	0,01	0,8	0,8	0,8
131	Zonas impermeabiliz.	0	0	1	1	1	361	2	0,01	0,01	0,01	1	1	1	1	0,01	0,01	0,1	0,1	0,1
	Pinhal	1	1	1	1	1	361	2	0,95	0,95	0,95	10	2750	2750	0,7	0,15	0,95	0,3	0,3	0,3
221	Sequeiro	1	1	32	30	140	40	30	0,15	1,1	0,15	1	1200	150	0,55	0,15	1,1	0,5	0,1	0
	Vinha	1	1	152	20	50	75	60	0,15	0,65	0,4	2	1500	150	0,45	0,15	0,65	0,35	0,2	0
222	Pomares (Pomoideas)	1	1	1	1	1	361	2	0,6	0,95	0,75	4	1500	1500	0,5	0,15	0,95	0,75	0,75	0,75
223	Olivais (muito denso)	1	1	152	30	90	60	90	0,6	0,7	0,7	4	1500	1500	0,65	0,15	0,7	0,75	0,75	0
241	Pomares	1	1	1	1	1	361	2	0,6	0,95	0,75	4	1500	1500	0,5	0,15	0,95	0,15	0,15	0,15
242	Pomares	1	1	1	1	1	361	2	0,6	0,95	0,75	4	1500	1500	0,5	0,15	0,95	0,45	0,45	0,45
	Regadio	1	1	183	30	40	50	30	0,15	1,15	0,15	2	1200	150	0,55	0,15	1,15	0,45	0,45	0
243	Pomares	1	1	1	1	1	361	2	0,6	0,95	0,75	4	1500	1500	0,5	0,15	0,95	0,45	0,45	0,45
	Pinhal	1	1	1	1	1	361	2	0,95	0,95	0,95	10	2750	2750	0,7	0,15	0,95	0,45	0,45	0,45
311	Eucalipto	1	1	1	1	1	361	2	1,2	1,2	1,2	10	2750	2750	0,8	0,15	1,2	0,75	0,75	0,75
312	Pinhal	1	1	1	1	1	361	2	0,95	0,95	0,95	10	2750	2750	0,7	0,15	0,95	0,75	0,75	0,75
313	Eucalipto	1	1	1	1	1	361	2	1,2	1,2	1,2	10	2750	2750	0,8	0,15	1,2	0,65	0,65	0,65
	Pinhal	1	1	1	1	1	361	2	0,95	0,95	0,95	10	2750	2750	0,7	0,15	0,95	0,15	0,15	0,15
324	Eucalipto	1	1	1	1	1	361	2	1,2	1,2	1,2	10	2750	2750	0,8	0,15	1,2	0,75	0,75	0,75
	Zona impermeável	0	0	1	1	1	361	2	0,01	0,01	0,01	1	1	1	1	0,01	0,01	0,15	0,15	0,15

A Figura 2.7 representa a recarga anual média para os 26 anos de corrida do modelo. Estão representados no Quadro 2.10, para cada combinação ocupação do solo / solo os valores médios anuais de recarga. A recarga anual média foi calculada em 204 mm/ano, o que corresponde a 23 % da precipitação (Quadro 2.11).





**Figura 2.7 – Recarga da massa de águas subterrâneas de Alpedriz**

**Quadro 2.10 – Associação solo/ocupação de solo, áreas de ocorrência e resultados anuais médios do balanço hídrico sequencial diário (Alpedriz)**

<b>Código de Ocupação de Solo</b>	<b>Solo</b>	<b>Precipitação (mm/ano)</b>	<b>Evapotranspiração real (mm/ano)</b>	<b>Escoamento directo (mm/ano)</b>	<b>Recarga (mm/ano)</b>
112	Al	896	190	572	134
112	Par	896	194	609	93
112	Vcd	896	140	736	20
112	Vt	896	185	609	102
112	Vts	896	190	609	97
121	Par	896	71	753	72
121	Vcd	896	59	818	19
121	Vt	896	67	753	76
131	Par	896	382	252	262
131	Vt	896	360	252	285
221	Al	896	421	88	386
221	Par	896	467	184	244
221	Vcd	896	350	512	33
221	Vt	896	425	183	288
221	Vts	896	448	183	264
222	Al	896	436	88	372
222	Par	896	472	182	242
222	Vcd	896	352	503	41
222	Vt	896	434	182	279
222	Vts	896	454	182	259
223	Al	896	401	88	408
223	Vt	896	405	182	308
241	Par	896	357	182	357
241	Vt	896	337	182	377
242	Al	896	425	88	383
242	Par	896	457	183	256
242	Vcd	896	345	510	41
242	Vt	896	419	183	294
242	Vts	896	439	183	274
243	Par	896	539	179	177
243	Vcd	896	375	495	26
243	Vt	896	497	181	218
243	Vts	896	520	180	196
311	Vt	896	480	179	237
312	Par	896	542	178	175
312	Vcd	896	375	493	28
312	Vt	896	498	180	218
312	Vts	896	523	179	194
313	Al	896	514	87	295
313	Par	896	540	177	179
313	Vcd	896	358	492	47
313	Vt	896	502	179	215
313	Vts	896	523	178	195
324	Par	896	507	283	106
324	Vcd	896	332	547	17
324	Vts	896	490	284	122

**Quadro 2.11 – Resultados anuais médios do balanço hídrico sequencial diário (Alpedriz)**

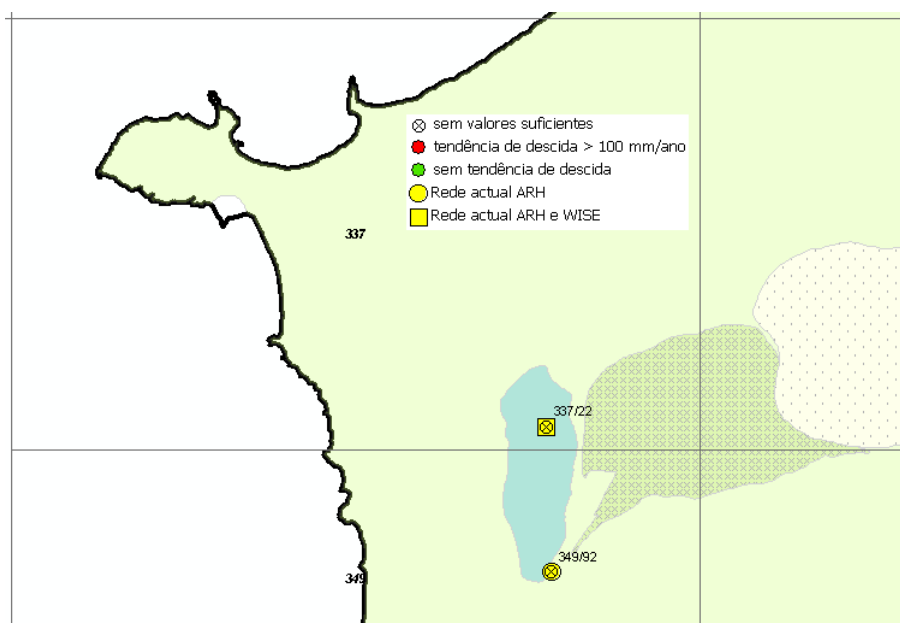
Precipitação (mm/ano)	Evapotranspiração real (mm/ano)	Escoamento directo (mm/ano)	Recarga (mm/ano)	Recarga (hm <sup>3</sup> /ano)
896	455	236	204	18,87

#### 2.1.2.3.4 O23 – Paço

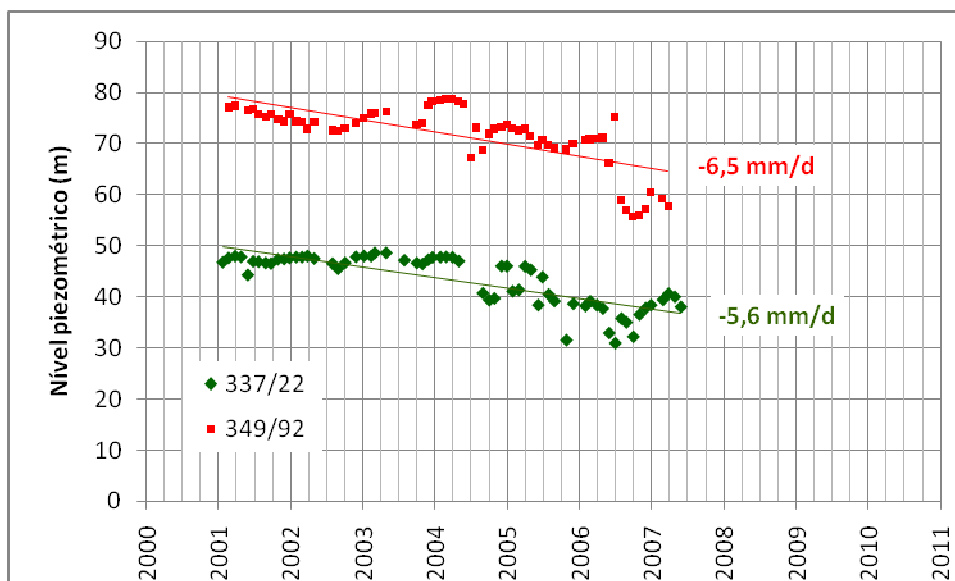
##### 2.1.2.3.4.1 Evolução dos níveis piezométricos

Os dois pontos de monitorização da massa de águas subterrâneas O23 – Paço são os indicados na Figura 2.1. Refira-se que o piezómetro 349/92 apresenta-se projectado fora do limite da massa de águas subterrâneas, situação que deve ser esclarecida. A partir de Maio de 2007 não há dados pelo que não se pode confirmar as tendências apresentadas na Figura 2.2, para as séries totais, e na Figura 2.6, para os valores máximos anuais obtidos (considerando-se que apesar de algumas lacunas intermédias de dados, os valores máximos deverão estar próximos dos apresentados).

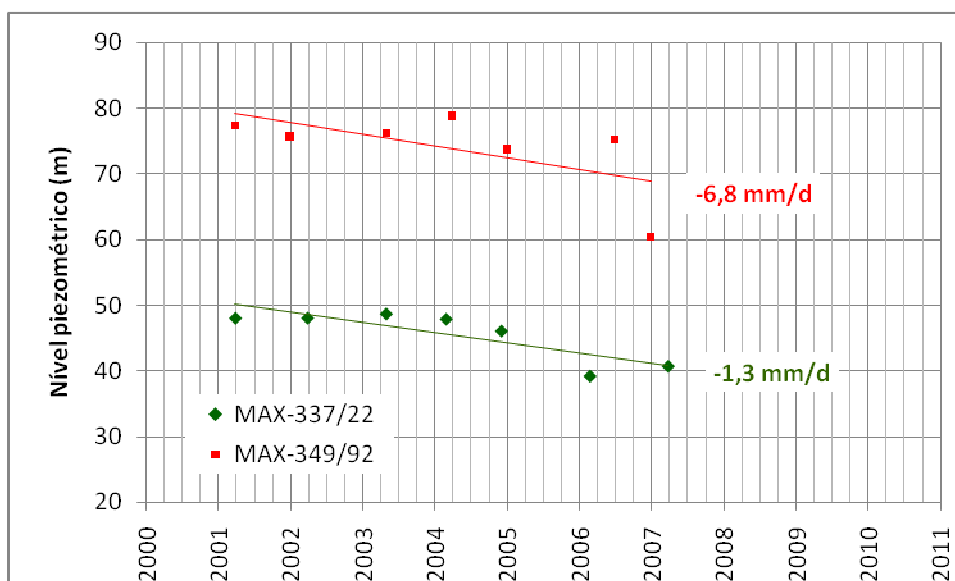
Dado que não há dados a partir de Maio de 2007 não se pode concluir acerca da tendência de evolução dos níveis piezométricos nesta massa de águas subterrâneas. A rede de monitorização desta massa de águas subterrâneas deve ser reactivada para que se possa verificar as tendências (de descida) registadas desde 2001 a 2007.



**Figura 2.8 – Distribuição dos pontos da rede de monitorização na massa de água do Paço**



**Figura 2.9 – Níveis piezométricos por piezômetro e tendências obtidas. Há ausência de informação posteriormente a Maio de 2007, inviabilizando a análise. Deve ser confirmado se o piezômetro 349/92 pertence à massa de águas subterrâneas do Paço**



**Figura 2.10 – Níveis piezométricos anuais máximos por ano hidrológico e respectivas tendências de evolução. Há lacuna posterior ao ano hidrológico de 2006/7, inviabilizando a análise. Deve ser confirmado se o piezômetro 349/92 pertence à massa de águas subterrâneas do Paço**

#### 2.1.2.3.4.2 Avaliação espaço-temporal da recarga

O modelo numérico foi corrido para o período de 01-10-1979 a 30-10-2009, num total de 30 anos hidrológicos. A série de precipitação usada na corrida do modelo numérico corresponde aos valores da estação meteorológica de Moledo, tendo as lacunas temporais sido completadas por interpolação a partir dos valores das estações

próximas – Alfeizerão (16C/02G), Cela (16C/01C), Óbidos (17C/07C), Pataias (gare) (16D/03UG), Salir de Matos (17C/05UG), Sapeiros (17C/01C), Maceira (LIS) (15D/03UG).

A série de evapotranspiração de referência (ET<sub>o</sub>) mensal corresponde àquela que foi determinada na estação meteorológica de Dois Portos para os anos hidrológicos de 1959 a 1986, sendo os restantes valores de evapotranspiração de referência calculados pela média dos meses homólogos de anos anteriores.

Dado que geologicamente, esta massa de águas subterrâneas é composta por areias médias a finas, com intercalações argilosas e algumas cascalheiras na base, assumiram-se as propriedades de um solo com a classificação Pz - Podzóis com surraipa de areias ou arenitos (Quadro 2.12).

A ocupação do solo é a representada no Quadro 2.13.

A Figura 2.11 representa a recarga anual média. Estão representados no Quadro 2.14, para cada combinação ocupação do solo / solo os valores médios anuais de recarga. A recarga anual média foi calculada em 232 mm/ano, o que corresponde a 33 % da precipitação (Quadro 2.15).

**Quadro 2.12 – Parâmetros característicos do solo (Paço)**

Solo (IHERA)	Retenção específica (-)	Ponto de emurchecimento (-)	Porosidade e (-)	Condutividade hidráulica vertical (mm/d)	Material do horizonte superior do solo
Pz	0,10	0,02	0,26	3051	7

**Quadro 2.13 – Ocupação do solo segundo o CORINE Land Cover 2006 e parâmetros caracterizadores da ocupação (Paço)**

Código de Ocupação do Solo	Ocupação	Permeável	Calcula Kcb_esp	Dia_ini	L_ini	L_des	L_med	L_fim	Kcb_ini	Kcb_med	Kcb_fim	h_cult	rp_1	rp_0	sld	Kc_min	Kcb_tot	fraccao	fraccao_0	fraccao_nada
112	Hortas	1	1	183	30	40	50	30	0,15	1,15	0,15	2	1200	150	0,55	0,15	1,15	0,4	0,1	0
	Zona impermeável	0	0	1	1	1	361	2	0,01	0,01	0,01	1	1	1	1	0,01	0,01	0,45	0,45	0,45
242	Regadio	1	1	183	30	40	50	30	0,15	1,15	0,15	2	1200	150	0,55	0,15	1,15	0,65	0,1	0
	Pomares (pereiras)	1	1	1	1	1	361	2	0,6	0,95	0,75	4	1500	1500	0,5	0,15	0,95	0,25	0,25	0,25
243	Regadio	1	1	183	30	40	50	30	0,15	1,15	0,15	2	1200	150	0,55	0,15	1,15	0,65	0,1	0
	Pinhal	1	1	1	1	1	361	2	0,95	0,95	0,95	10	2750	2750	0,7	0,15	0,95	0,15	0,15	0,15
311	Eucalipto	1	1	1	1	1	361	2	1,2	1,2	1,2	10	2750	2750	0,8	0,15	1,2	0,75	0,75	0,75
313	Eucalipto	1	1	1	1	1	361	2	1,2	1,2	1,2	10	2750	2750	0,8	0,15	1,2	0,65	0,65	0,65
	Pinhal	1	1	1	1	1	361	2	0,95	0,95	0,95	10	2750	2750	0,7	0,15	0,95	0,15	0,15	0,15
324	Eucalipto	1	1	1	1	1	361	2	1,2	1,2	1,2	10	2750	2750	0,8	0,15	1,2	0,25	0,25	0,25
	Regadio	1	1	183	30	40	50	30	0,15	1,15	0,15	2	1200	150	0,55	0,15	1,15	0,55	0,1	0

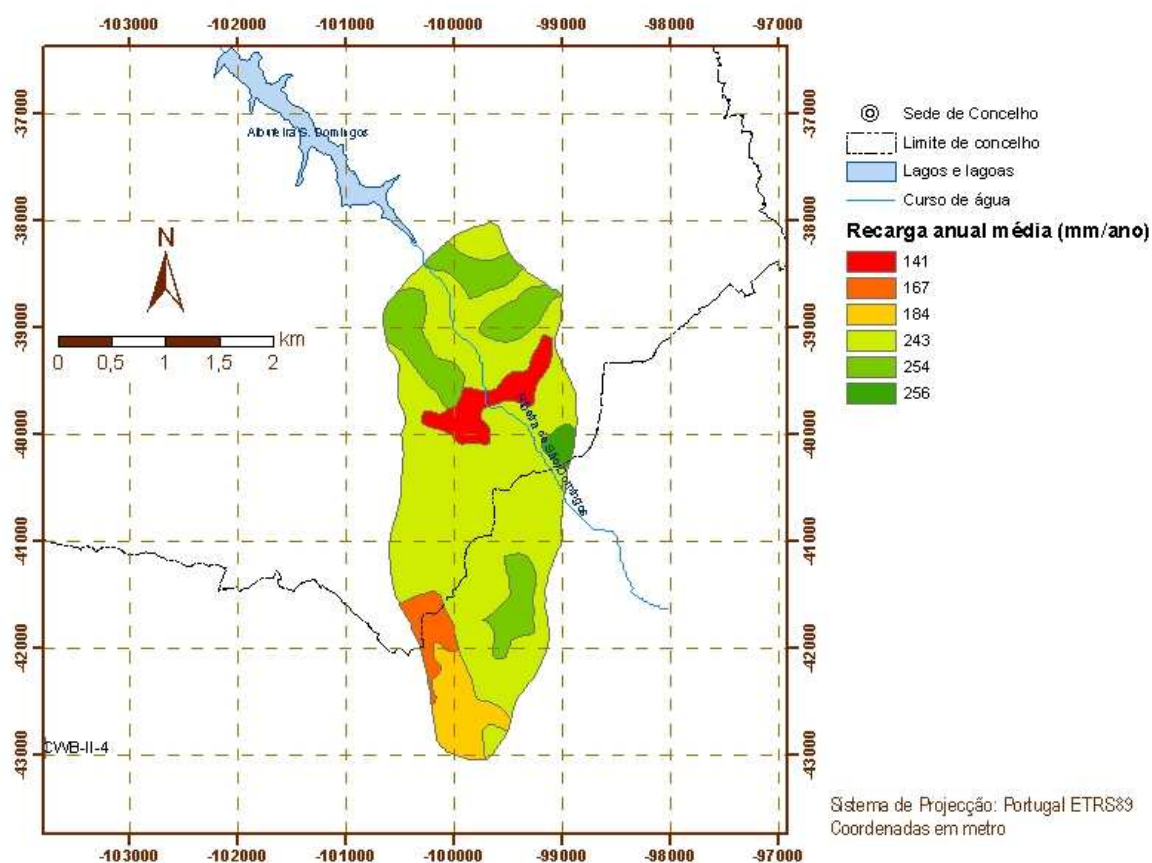


Figura 2.11 – Recarga da massa de águas subterrâneas do Paço

Quadro 2.14 – Associação solo/ocupação de solo, áreas de ocorrência e resultados anuais médios do balanço hídrico sequencial diário (Paço)

Código de Ocupação de Solo	Precipitação (mm/ano)	Evapotranspiração real (mm/ano)	Escoamento directo (mm/ano)	Recarga (mm/ano)
112	700	172	387	141
242	700	326	131	243
243	700	315	131	254
311	700	387	130	184
313	700	404	129	167
324	700	313	131	256

Quadro 2.15 – Resultados anuais médios do balanço hídrico sequencial diário (Paço)

Precipitação (mm/ano)	Evapotranspiração real (mm/ano)	Escoamento directo (mm/ano)	Recarga (mm/ano)	Recarga (hm <sup>3</sup> /ano)
700	322	146	232	1,48

### 2.1.2.3.5 O24 – Cesareda

#### 2.1.2.3.5.1 Evolução dos níveis piezométricos

As duas estações de monitorização com dados de piezometria para a massa de águas subterrâneas da Cesareda (337/94 e 349/101), apresentam um número de observações escasso não permitindo fazer a análise da evolução temporal dos níveis piezométricos.

#### 2.1.2.3.5.2 Avaliação espaço-temporal da recarga

O modelo numérico para esta MAS foi corrido para o período de 01-10-1979 a 30-10-2009, num total de 30 anos hidrológicos. A série de precipitação usada corresponde aos valores da estação meteorológica de Moledo, sendo as lacunas temporais completadas por interpolação a partir dos valores das estações próximas – Alfeizerão (16C/02G), Cela (16C/01C), Óbidos (17C/07C), Pataias (gare) (16D/03UG), Salir de Matos (17C/05UG), Sapeiros (17C/01C), Maceira (LIS) (15D/03UG).

A série de evapotranspiração de referência (ET<sub>o</sub>) mensal é a determinada com os dados da estação meteorológica de Dois Portos para os anos hidrológicos de 1959 a 1986, sendo os restantes valores de evapotranspiração de referência calculados pela média dos meses homólogos de anos anteriores, até ao ano de 2009.

Com base nas litologias predominantes e na Carta de Solos de Portugal (1:1 000 000), consideraram-se solos mediterrâneos vermelhos ou amarelos, normais, de calcários compactos ou dolomias, que segundo a classificação SROA corresponde à sigla Vcd. Os parâmetros atribuídos a este solos apresentam-se no Quadro 2.16.

**Quadro 2.16 – Parâmetros característicos do solo (Cesareda)**

Solo (IHERA)	Código	Retenção específica (-)	Ponto de emurchecimento (-)	Porosidade (-)	Condutividade hidráulica vertical (mm/d)	Material do horizonte superior do solo
Vcd	521104	0,31	0,18	0,47	647,8	4

Para a área deste aquífero foram identificadas, através da cartografia de ocupação do solo CORINE Land Cover (1:100 000), seis tipos de ocupação diferentes, cujas fracções totais de cada ocupação podem englobar mais que uma cultura. Os parâmetros atribuídos estão representados no Quadro 2.17.



**Quadro 2.17 – Ocupação de solo de acordo com CORINE Land Cover 2006 e parâmetros caracterizadores da ocupação do solo (Cesareda)**

Código de Ocupação do Solo	Nº de culturas	Permeável	Calcula Kcb_esp	Dia_ini	L_ini	L_des	L_med	L_fim	Kcb_ini	Kcb_med	Kcb_fim	h_cult	rp_1	rp_0	sld	Kc_min	Kcb_tot	fraccao	fraccao_0	fraccao_nada
112	2	1	1	1	1	1	361	2	0,95	0,95	0,95	10	2750	2750	0,7	0,15	0,95	0,1	0,1	0,1
		0	0	1	1	1	361	2	0,01	0,01	0,01	1	1	1	1	0,01	0,01	0,45	0,45	0,45
242	2	1	1	198	35	40	50	30	0,15	1,1	0,7	0,6	90	150	0,4	0,15	1,1	0,5	0,1	0
		1	1	183	30	35	50	30	0,15	1,1	0,65	0,6	500	150	0,35	0,15	1,1	0,5	0,1	0
243	2	1	1	1	1	1	361	2	0,95	0,95	0,95	10	2750	2750	0,7	0,15	0,95	0,15	0,15	0,15
		1	1	32	30	140	40	30	0,15	1,1	0,15	1	1200	150	0,55	0,15	1,1	0,3	0,1	0
313	2	1	1	1	1	1	361	2	1,2	1,2	1,2	10	2750	2750	0,8	0,15	1,2	0,35	0,35	0,35
		1	1	1	1	1	361	2	0,95	0,95	0,95	10	2750	2750	0,7	0,15	0,95	0,25	0,25	0,25
322	1	1	1	1	1	1	361	2	0,8	0,8	0,8	1	1000	1000	0,5	0,15	0,8	0,8	0,8	0,8
324	2	1	1	1	1	1	361	2	1,2	1,2	1,2	10	2750	2750	0,8	0,15	1,2	0,4	0,4	0,4
		1	1	1	1	1	361	2	0,8	0,8	0,8	1	1000	1000	0,5	0,15	0,8	0,4	0,4	0,4

A Figura 2.12 apresenta os resultados para a recarga anual média obtidos através da corrida do modelo. Estão representados no Quadro 2.18 os valores obtidos para cada ocupação do solo. Por se tratar de um aquífero cársico todo o escoamento directo calculado pelo modelo infiltra-se constituindo também recarga. A recarga anual média estima-se em 433 mm/ano, correspondendo a 62 % da precipitação (Quadro 2.19).

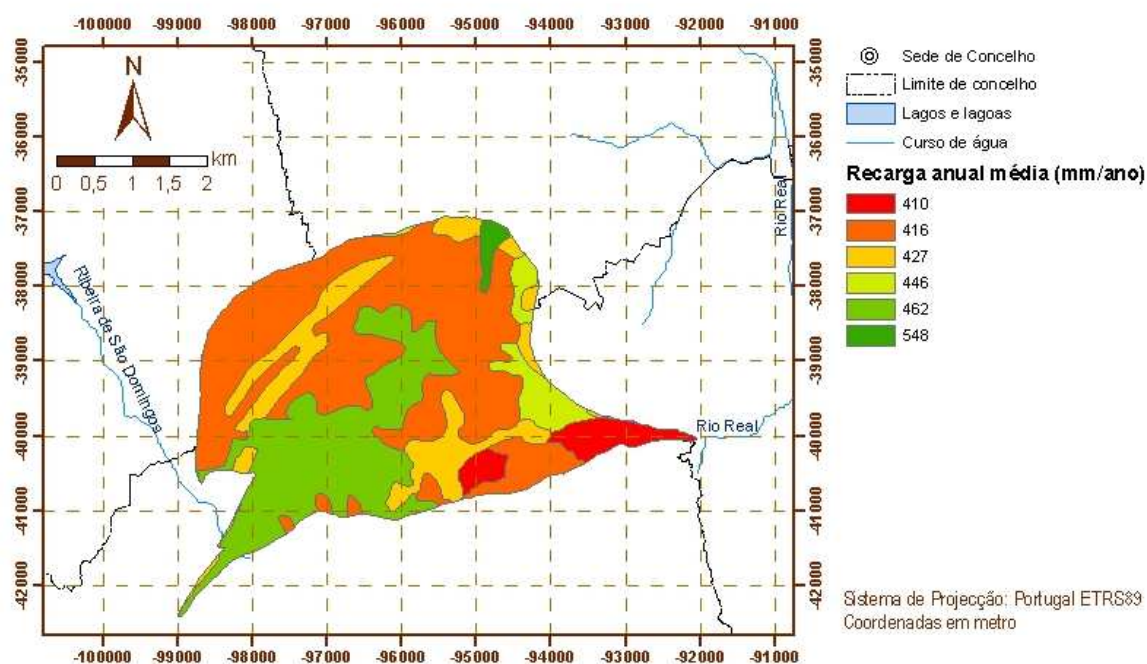


Figura 2.12 – Recarga da massa de águas subterrâneas da Cesareda

Quadro 2.18 – Associação solo/ocupação de solo, áreas de ocorrência e resultados anuais médios do balanço hídrico sequencial diário (Cesareda)

Código de Ocupação de Solo	Precipitação (mm/ano)	Evapotranspiração real (mm/ano)	Escoamento directo (mm/ano)	Recarga (mm/ano)
112	700	152	0	548
242	700	273	0	427
243	700	254	0	446
313	700	237	0	462
322	700	290	0	410
324	700	283	0	416

Quadro 2.19 – Resultados anuais médios do balanço hídrico sequencial diário (Cesareda)

Precipitação (mm/ano)	Evapotranspiração real (mm/ano)	Escoamento directo (mm/ano)	Recarga (mm/ano)	Recarga (hm <sup>3</sup> /ano)
700	267	0	433	7,27

### 2.1.2.3.6 O25 – Torres Vedras

#### 2.1.2.3.6.1 Evolução dos níveis piezométricos

Os quatro pontos de monitorização da massa de águas subterrâneas O25 – Torres Vedras estão representados na Figura 2.1. Destes quatro pontos, três pertencem à rede do WISE, apresentando nesta última rede uma distribuição uniforme. A mesma figura indica, a partir de uma análise de regressão linear dos valores de piezometria observados, a tendência de evolução dos valores máximos anuais em cada piezómetro, tendo-se considerado com valor crítico a tendência de descida de 100 mm/ano (= 0,274 mm/dia). Este valor máximo foi determinado utilizando todos os anos hidrológicos com dados, apesar de existirem algumas poucas lacunas de registos mensais. Na realidade estas séries de piezometria, iniciadas no ano hidrológico 2000/1, são muito completas e tornam a análise de tendências mais fiável.

As tendências de evolução para a totalidade dos registos de cada piezómetro apresenta-se na Figura 2.2 e para os valores máximos anuais apresenta-se na Figura 2.6.

A partir dos elementos apresentados conclui-se que a parte sul da área não apresenta tendência de descida ao passo que os dois piezómetros da parte norte apresentam essa tendência. Estes dois piezómetros apresentam os níveis piezométricos mais elevados. Apesar de dois piezómetros indicarem descida o estado quantitativo desta massa de águas subterrâneas será determinado mediante a realização do balanço hídrico subterrâneo.

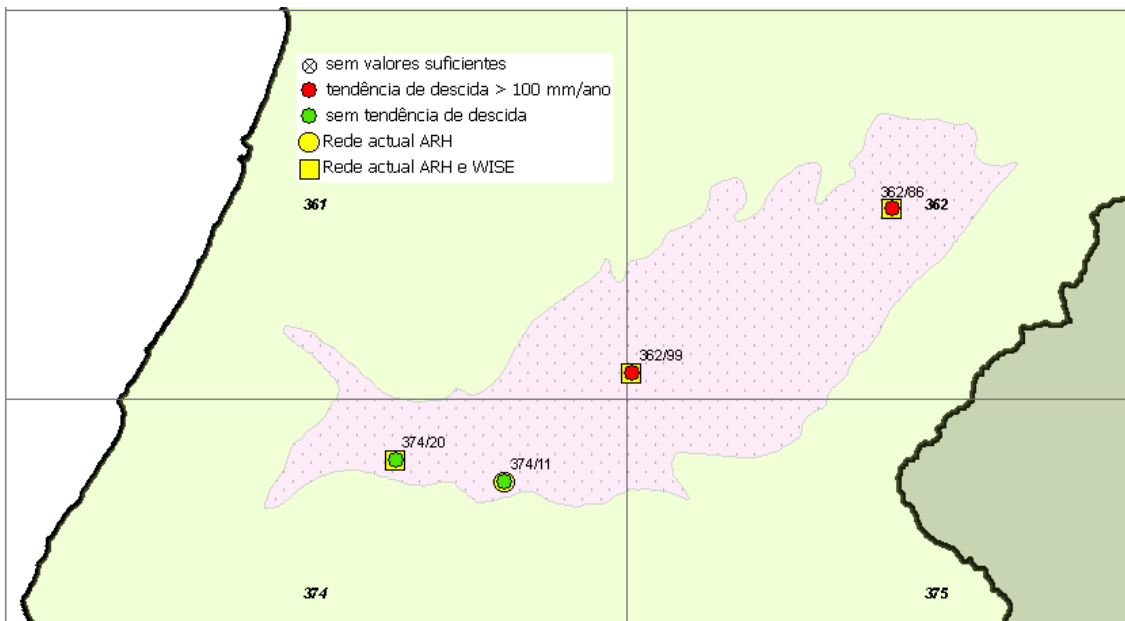


Figura 2.13 – Distribuição dos pontos da rede de monitorização na massa de água de Torres Vedras

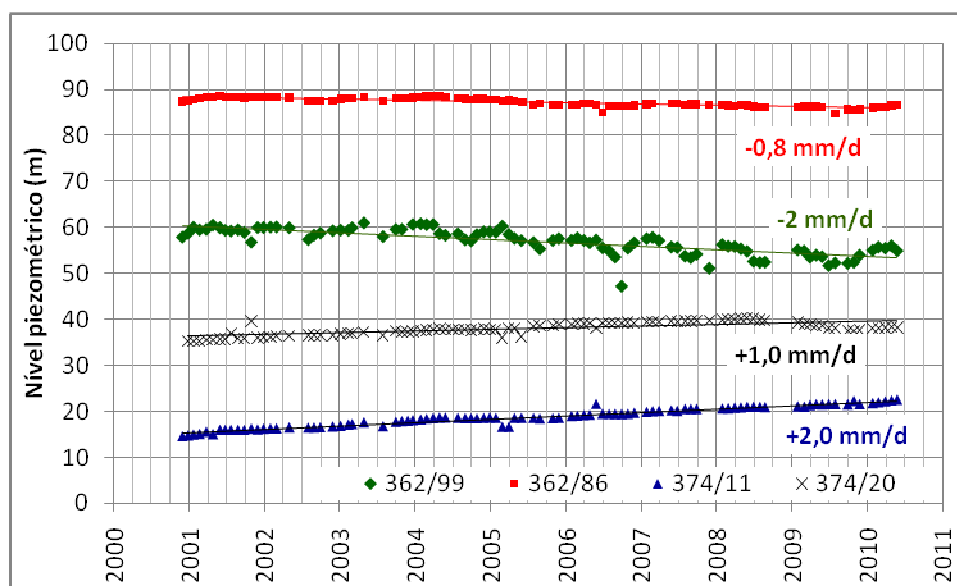
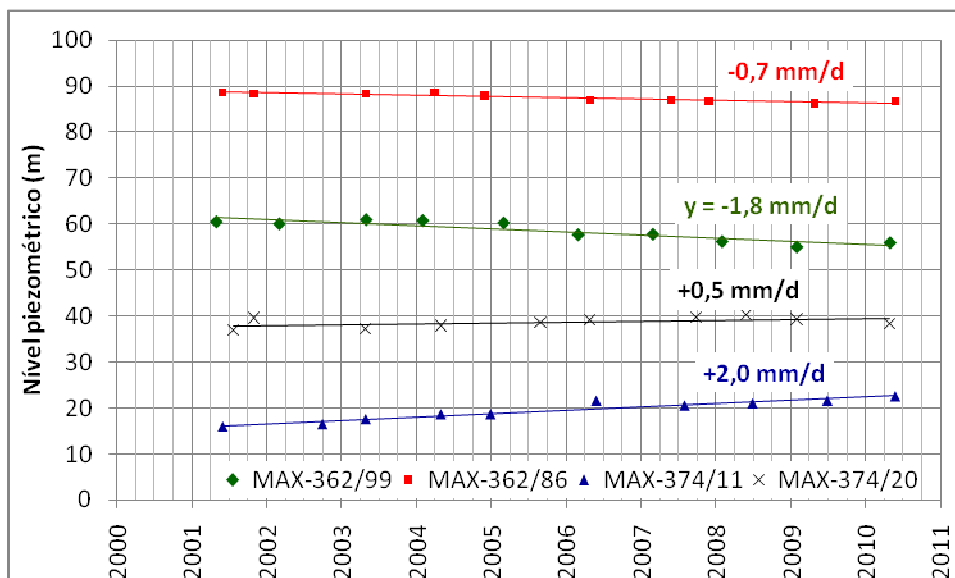


Figura 2.14 – Níveis piezométricos por piezómetro e tendências obtidas



**Figura 2.15 – Níveis piezométricos anuais máximos por ano hidrológico e respectivas tendências de evolução**

#### 2.1.2.3.6.2 Avaliação espaço-temporal da recarga

Calculou-se a recarga utilizando os dados registados para o período de 1-10-1979 até 30-09-2009. De acordo com o mapa de distribuição de precipitação de Nicolau (2002), a precipitação anual média na área da MAS Torres Vedras varia entre 705 mm/ano e 827 mm/ano, predominando uma área com valores entre 754 mm/ano e 766 mm/ano. Dentro desta área encontra-se o posto udométrico 19B/03 - Maxial que apresenta dados no SNIRH desde 1-10-1979 até 30-09-2009, com uma lacuna de apenas 2 dias (21-22/01/2007), que foi preenchida com os dados registados em 19B/05 - Orjarica, que é uma estação que se apresenta num local onde Nicolau estima prec anual média de 773 mm/a, que é um valor pouco acima do registado no Maxial.

A evapotranspiração de referência foi calculada com os dados da estação climatológica 19B/02 - Dois Portos, sendo que a partir de 1-10-1988 os valores apresentados para cada mês são as médias mensais das séries de 1-10-1959 até 30-09-1988

Os solos (Quadro 2.20) foram caracterizados a partir da carta de solos do IHERA à escala 1:25 000, folhas 361, 362, 374 e 375. Os solos aí representados foram caracterizados de acordo com Oliveira (2004, 2006), e para aqueles que aí não existiam, foram atribuídos parâmetros em função da informação acessível a partir de <http://www.dgadr.pt/ar/cartografia/notaexplisolo.htm>.

A ocupação do solo, proveniente da carta Corine Land Cover 2006, à escala 1:100 000, é a representada no Quadro 2.21.

As corridas do modelo de balanço hídrico sequencial diário foram feitas para cada associação de solo/ocupação do solo. Dado que na cartografia de solos à escala 1:25 000 podem, em cada unidade cartografada, existir associações de até três solos, as corridas do modelo foram feitas para cada combinação de solo / ocupação de solo e depois, para cada unidade, os resultados finais foram ponderados pela área de ocorrência de cada solo nessa associação. Ao todo existem 367 combinações diferentes de solo / ocupação de solo.

A recarga anual média obtida encontra-se representada na Figura 2.16 e os resultados finais obtidas para a massa de águas subterrâneas Torres Vedras encontram-se representados no Quadro 2.22. Estimou-se a recarga anual média em 176 mm/ano, o que representa 25 % da precipitação.

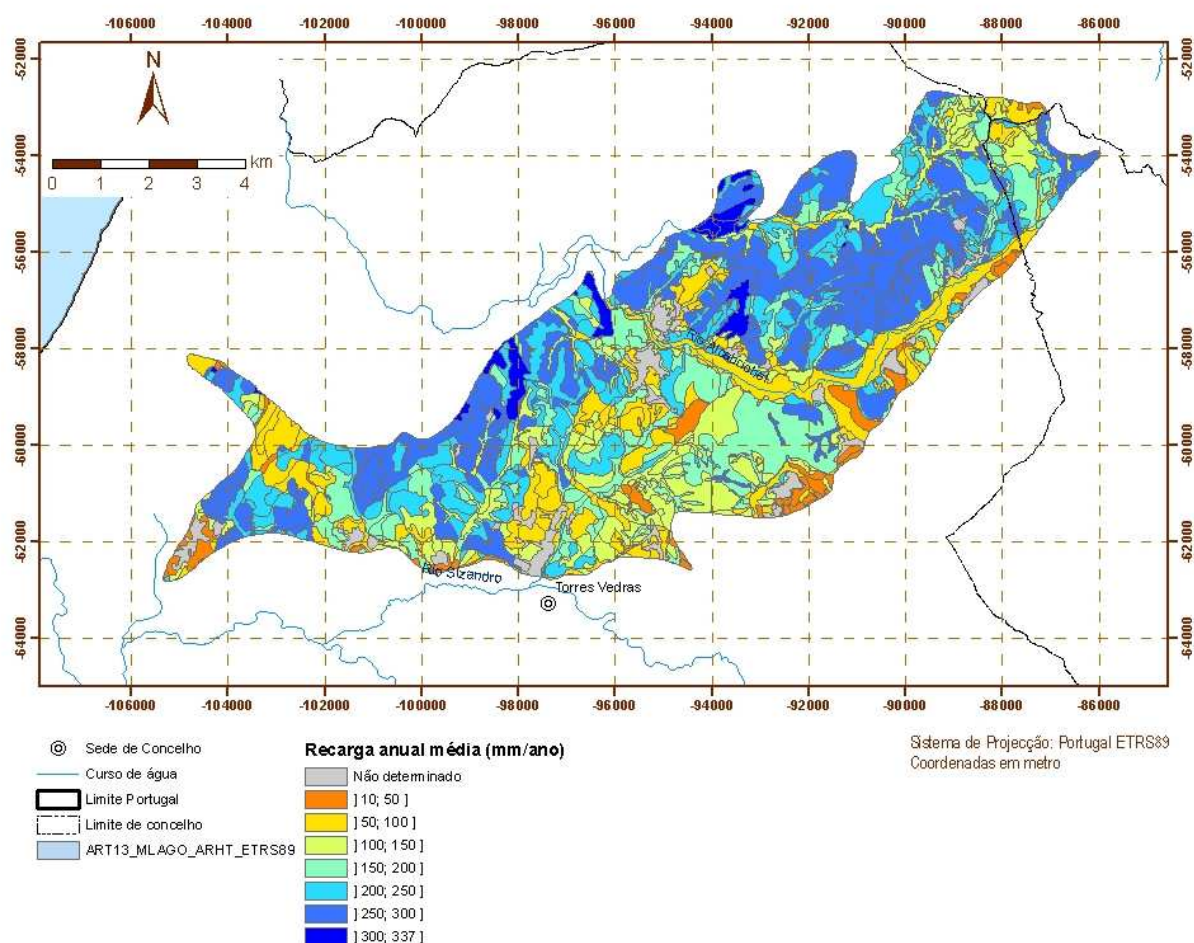
**Quadro 2.20 – Parâmetros característicos do solo (Torres Vedras)**

Solo (IHERA)	Retenção específica (-)	Ponto de emurchecimento (-)	Porosidade (-)	Condutividade hidráulica vertical (mm/d)	Material do horizonte superior do solo
A	0,27	0,12	0,44	91,32	7-Franco Arenoso
Aa	0,36	0,24	0,47	19,52	5-Argiloso
Aac	0,26	0,14	0,42	34,20	9-Franco-argilo-limoso
Ac	0,31	0,18	0,44	17,11	10-Franco Argiloso
Al	0,14	0,06	0,44	1466,40	2-Arenoso Franco
Ap	0,11	0,05	0,44	1833,89	2-Arenoso Franco
Apr	0,11	0,05	0,44	1833,89	2-Arenoso Franco
Art	0,0500	0,0200	0,150	0,10	5-Argiloso
At	0,25	0,12	0,41	102,29	6-Franco
Atl	0,15	0,06	0,37	356,10	7-Franco Arenoso
Ca	0,31	0,17	0,44	26,02	9-Franco-argilo-limoso
Cal	0,14	0,06	0,45	969,08	7-Franco Arenoso
Et	0,3	0,16	0,48	354,28	2-ArenosoFranco
Lpt	0,24	0,11	0,46	258,52	6-Franco
Lvt	0,25	0,12	0,44	161,54	7-Franco Arenoso
Mnt	0,23	0,16	0,42	186,30	2-ArenosoFranco
Paco	0,35	0,22	0,47	33,12	10-Franco Argiloso
Pao	0,4	0,27	0,48	14,40	5-Argiloso
Par	0,16	0,03	0,32	332,76	7-Franco Arenoso
Pato	0,35	0,22	0,47	27,44	10-Franco Argiloso
Pcs'	0,4	0,27	0,48	14,40	5-Argiloso
Pcsd	0,30	0,17	0,46	73,42	10-Franco Argiloso
Pcsd'	0,4	0,27	0,48	14,40	5-Argiloso
Pcst	0,27	0,12	0,46	163,20	6-Franco
Pcst'	0,4	0,27	0,48	14,40	5-Argiloso
Ppr	0,17	0,08	0,44	1162,00	2-Arenoso Franco
Ppt	0,19	0,07	0,33	639,48	7-Franco Arenoso
Ptp	0,14	0,04	0,45	3569,62	7-Franco Arenoso
Pz	0,07	0,02	0,26	3050,55	7-Franco Arenoso
Sb	0,31	0,15	0,46	86,16	11-Franco Limoso
Sba	0,36	0,22	0,48	21,60	4-Argilo-limoso
Sbc	0,31	0,16	0,50	316,80	11-Franco Limoso
Sbl	0,22	0,06	0,43	308,30	7-Franco Arenoso
Spc'	0,46	0,33	0,51	7,88	4-Argilo-limoso
Vac'	0,4	0,27	0,48	14,40	5-Argiloso
Vago	0,23	0,11	0,44	170,22	6-Franco
Vao	0,4	0,27	0,48	14,40	5-Argiloso
Vato	0,31	0,19	0,46	61,90	8-Franco-argilo-arenoso
Vcmo	0,22	0,14	0,45	163,33	5-Argiloso
Vcso	0,18	0,06	0,39	794,99	8-Franco-argilo-arenoso
Vcst	0,37	0,21	0,47	36,00	9-Franco-argilo-limoso
Vcst'	0,4	0,27	0,48	14,40	5-Argiloso
Vt	0,13	0,04	0,38	1080,62	7-Franco Arenoso
Vto	0,20	0,09	0,45	447,54	7-Franco Arenoso
Vtr	0,3	0,17	0,46	82,55	7-Franco Arenoso

**Quadro 2.21 – Ocupação do solo segundo o CORINE Land Cover 2006 e parâmetros caracterizadores da ocupação (Torres Vedras)**

Código de Ocupação do Solo	Ocupação	Permeável	Calcula Kcb_esp	Dia_ini	L_ini	L_des	L_med	L_fim	Kcb_ini	Kcb_med	Kcb_fim	h_cult	rp_1	rp_0	slid	Kc_min	Kcb_tot	fraccao	fraccao_0	fraccao_nada
112	Relva	1	0	1	1	1	361	2	0,9	0,9	0,9	0,2	500	500	0,4	0,15	0,9	0,3	0,3	0,3
	Impermeável	0	0	1	1	1	361	2	0,01	0,01	0,01	1	1	1	1	0,01	0,01	0,4	0,4	0,4
121	Indústria	0	0	1	1	1	361	2	0,01	0,01	0,01	1	1	1	1	0,01	0,01	0,6	0,6	0,6
122	Impermeável	0	0	1	1	1	361	2	0,01	0,01	0,01	1	1	1	1	0,01	0,01	0,6	0,6	0,6
131	Impermeável	0	0	1	1	1	361	2	0,01	0,01	0,01	1	1	1	1	0,01	0,01	0,05	0,05	0,05
132	Aterro sanitár.	0	0	1	1	1	361	2	0,01	0,01	0,01	1	1	1	1	0,01	0,01	0,6	0,6	0,6
133	Impermeável	0	0	1	1	1	361	2	0,01	0,01	0,01	1	1	1	1	0,01	0,01	0,3	0,3	0,3
	Mato	1	0	1	1	1	361	2	0,8	0,8	0,8	1	1000	1000	0,5	0,15	0,8	0,2	0,2	0,2
211	Trigo inverno	1	0	32	30	140	40	30	0,15	1,1	0,15	1	1200	150	0,55	0,15	1,1	1	0,1	0
221	Vinhas	1	0	152	20	50	75	60	0,15	0,65	0,4	2	1000	1000	0,45	0,15	0,65	0,75	0,75	0
222	Pomar (maçã)	1	1	152	30	50	130	30	0,5	0,9	0,7	4	1500	1500	0,5	0,15	0,9	0,7	0,7	0
242	Pomar	1	1	152	30	50	130	30	0,5	0,9	0,7	4	1500	1500	0,5	0,15	0,9	0,3	0,3	0
	Tomate	1	1	196	30	31	30	17	0,27	1,1	0,66	0,6	700	150	0,4	0,15	1,1	0,4	0,1	0
243	Tomate	1	1	196	30	31	30	17	0,27	1,1	0,66	0,6	700	150	0,4	0,15	1,1	0,4	0,1	0
	Eucalipto	1	1	1	1	1	361	2	1,2	1,2	1,2	10	2750	2750	0,8	0,15	1,2	0,2	0,2	0,2
311	Eucalipto	1	1	1	1	1	361	2	1,2	1,2	1,2	10	2750	2750	0,8	0,15	1,2	0,2	0,2	0,2
313	Eucalipto	1	1	1	1	1	361	2	1,2	1,2	1,2	10	2750	2750	0,8	0,15	1,2	0,5	0,5	0,5
	Pinheiro	1	1	1	1	1	361	2	0,95	0,95	0,95	10	2750	2750	0,7	0,15	0,95	0,4	0,4	0,4
324	Mato baixo	1	1	1	1	1	361	2	0,8	0,8	0,8	1	1000	1000	0,5	0,15	0,8	0,5	0,5	0,5
	Pinheiro	1	1	1	1	1	361	2	0,95	0,95	0,95	10	2750	2750	0,7	0,15	0,95	0,2	0,2	0,2





**Figura 2.16 – Recarga da massa de águas subterrâneas de Torres Vedras**

**Quadro 2.22 – Resultados anuais médios do balanço hídrico sequencial diário (Torres Vedras)**

Precipitação (mm/ano)	Evapotranspiração real (mm/ano)	Escoamento directo (mm/ano)	Recarga (mm/ano)	Recarga (hm <sup>3</sup> /ano)
713	310	228	176	14,05

### 2.1.2.3.7 O33 – Caldas da Rainha – Nazaré

#### 2.1.2.3.7.1 Evolução dos níveis piezométricos

Os pontos de monitorização da massa de águas subterrâneas O33 – Caldas da Rainha-Nazaré estão representados na Figura 2.1. A mesma figura indica, a partir de uma análise de regressão linear dos valores de piezometria observados, a tendência de evolução dos valores máximos anuais em cada piezómetro, tendo-se considerado com valor crítico a tendência de descida de 100 mm/ano (= 0,274 mm/dia). Este valor

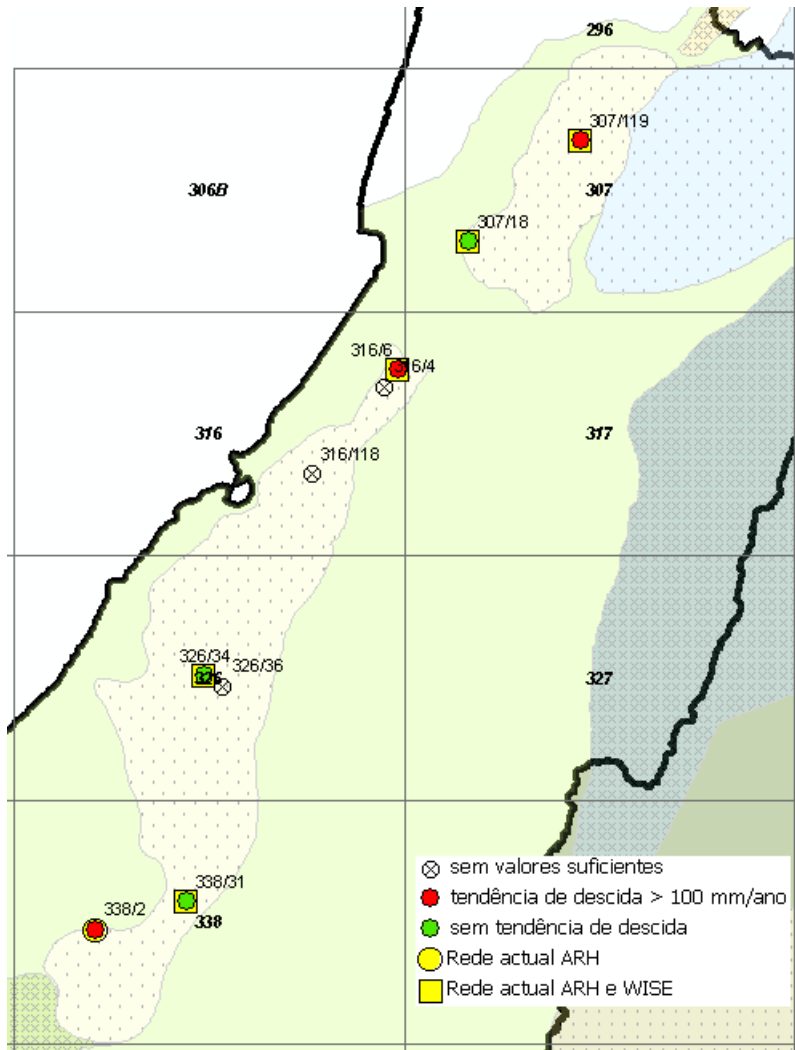
máximo foi determinado para todos os anos hidrológicos aproximadamente completos de dados.

As tendências de evolução para a totalidade dos registos de cada piezómetro apresenta-se na Figura 2.2 e para os valores máximos anuais apresenta-se na Figura 2.6.

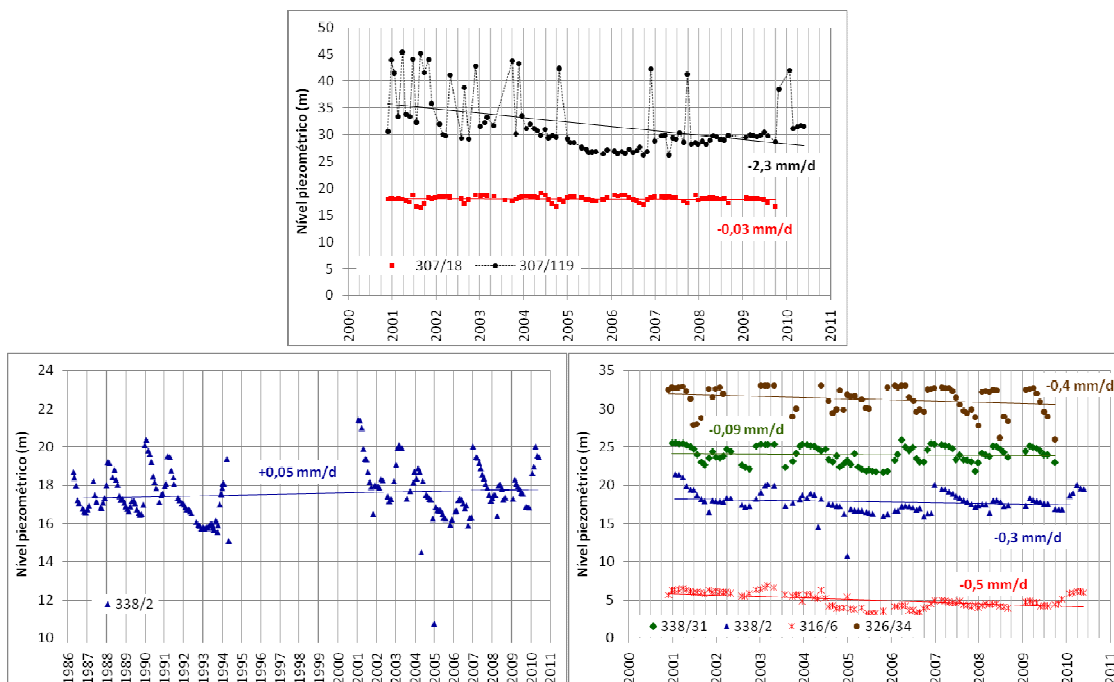
Relativamente ao sector da Nazaré, o piezómetro 307/18 não apresenta tendência de descida significativa. O piezómetro 307/119 apresenta um registo atípico ao comportamento de uma massa de águas subterrâneas sem interferência de captações próximas; apresenta subidas e descidas bruscas, que lhe confere uma tendência global de descida; mas, a partir de Outubro de 2005, traduz uma tendência de subida. Deve-se procurar averiguar a causa das subidas e descidas bruscas neste piezómetro.

Relativamente ao sector das Caldas da Rainha, se se olhar para os máximos anuais pós-2000 há dois piezómetros com tendências de descida, situados em extremos opostos da massa de águas: o piezómetro 316/6, no extremo norte, e o piezómetro 338/2, no extremo sul. Contudo, este piezómetro, se se considerarem também os dados de 1986 até 1994, apresenta uma tendência de subida. Os restantes dois piezómetros do sector das Caldas da Rainha não apresentam tendência de descida significativa.

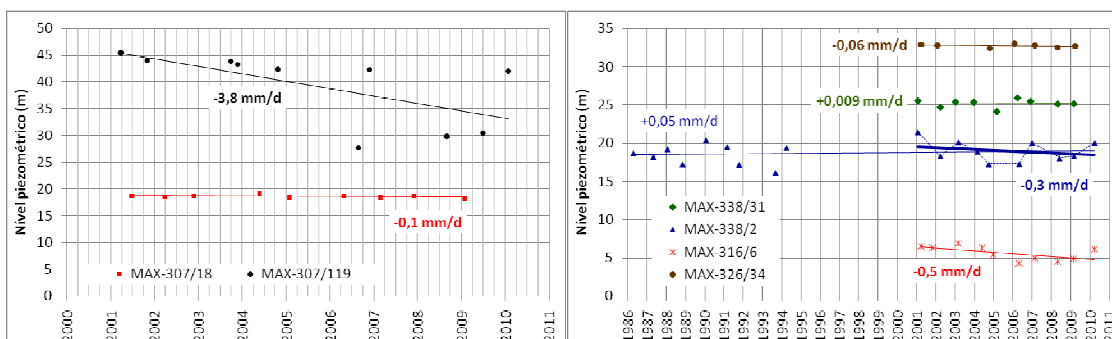
Os dados apresentados não são conclusivos relativamente à avaliação do estado quantitativo desta massa de águas subterrâneas que será determinando mediante a realização do balanço hídrico subterrâneo e dos testes dos ecossistemas dependentes.



**Figura 2.17 – Distribuição dos pontos da rede de monitorização na massa de água de Caldas da Rainha-Nazaré**



**Figura 2.18 – Níveis piezométricos por piezómetro e tendências obtidas. O gráfico superior representa o sector da Nazaré. Os gráficos inferiores representam o sector das Caldas da Rainha. O piezómetro 338/2 está representado nos dois gráficos inferiores, no da esquerda com a série completa e respectiva tendência e no da direita apenas com os valores após o ano hidrológico 2000/1 (inclusive)**



**Figura 2.19 – Níveis piezométricos anuais máximos por ano hidrológico e respectivas tendências de evolução. No gráfico da esquerda para o sector da Nazaré e no gráfico da direita para o sector das Caldas da Rainha. O piezómetro 338/2 apresenta dois valores correspondendo o valor a **negrito** ao mesmo período do dos outros piezómetros**

### 2.1.2.3.7.2 Avaliação espaço-temporal da recarga

Estudou-se um período de 30 anos de 1978-10-01 até 2008-09-30.

Os balanços hídricos foram realizados distintamente para os dois sectores em que se pode dividir esta massa de águas subterrâneas, o sector da Nazaré, a norte, e o sector das Caldas da Rainha, a sul.

No sector da Nazaré utilizou-se a série de precipitação do posto udométrico de Pataias (gare) (16D/03). Para o sector das Caldas da Rainha, utilizou-se a precipitação diária registada no posto Óbidos (17C/07). As lacunas destas séries de precipitação foram preenchidas utilizando a média, calculada pelo inverso do quadrado da distância, dos valores registados nas estações udométricas vizinhas que possuíam informação: Alfeizerão (16C/02), Cela (16C/01), Óbidos (17C/07), Pataias (gare) (16D/03), Salir de Matos (17C/05), Sapeiros (17C/01), Maceira (Lis) (15D/03) e Moledo (18B/01UG).

A evapotranspiração de referência foi a calculada neste Plano de Bacia (Lote 1) para a estação climatológica de Alcobaça (16D/06). Para o período após Setembro de 1988 utilizou-se a média dos valores mensais da série existente.

Os solos foram determinados de acordo com a carta de solos à escala 1:1 000 000 e com os dados do Harmonized World Soil Database (Versão 1.1; Março 2009 [[http://www.iiasa.ac.at/Research/LUC/External-World-soil-database/HWSD\\_Documentation.pdf](http://www.iiasa.ac.at/Research/LUC/External-World-soil-database/HWSD_Documentation.pdf)]). De acordo com estes dados o solo será predominantemente do tipo arenoso franco, tendo-se corrido o modelo de balanço hídrico sequencial diário para as características médias de um solo desta natureza de acordo com os dados de Rawls e Brakensiek (1989, *in* Oliveira, 2004, 2006) - Quadro 2.23.

A ocupação do solo considerada e respectivos parâmetros são os transcritos no Quadro 2.24.

A Figura 2.20 apresenta a distribuição espacial da recarga e o Quadro 2.25 apresenta os valores anuais médios para a totalidade da massa de águas subterrâneas. A recarga anual média foi calculada em 299 mm/ano, o que representa 39 % da precipitação.

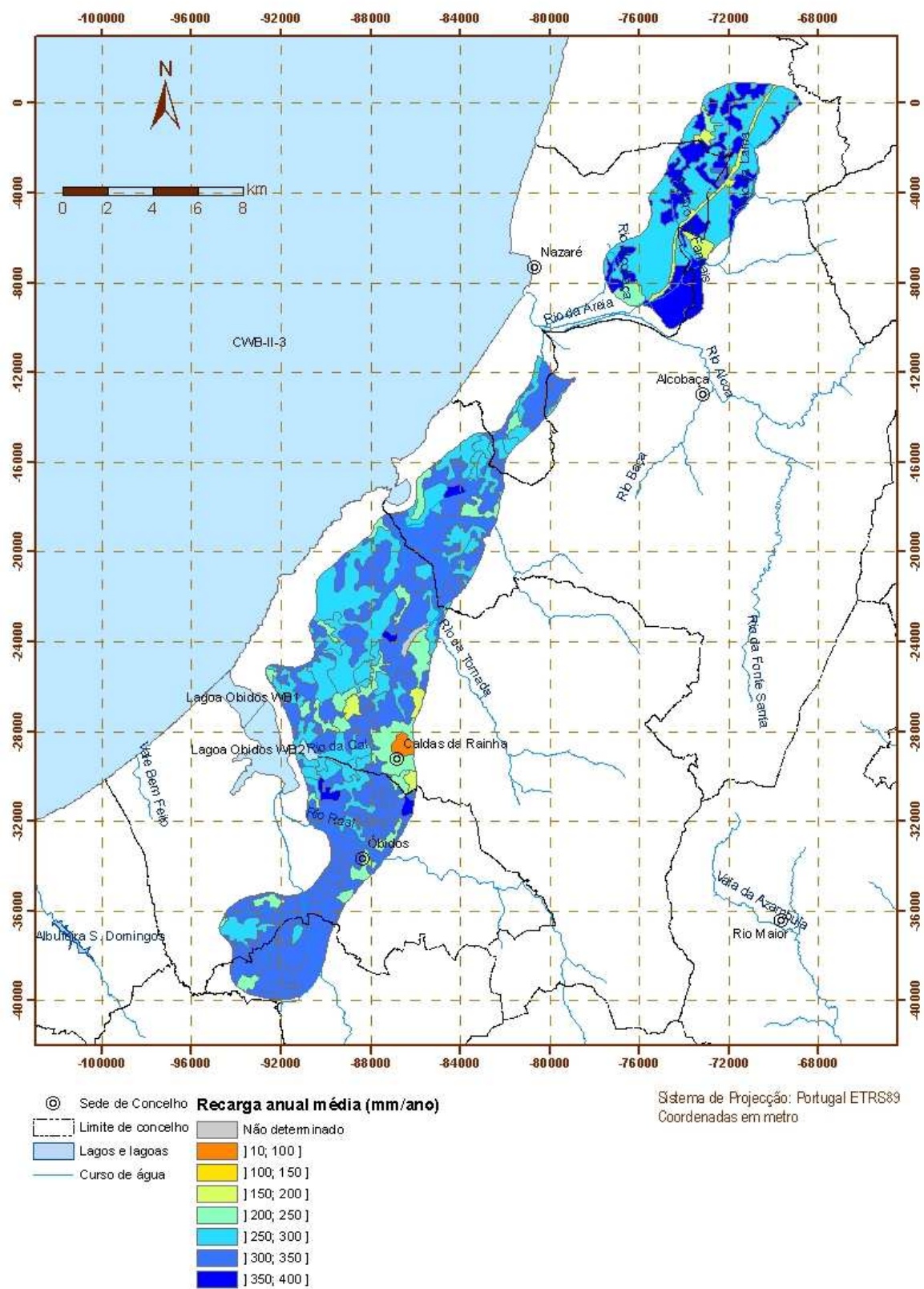
**Quadro 2.23 – Parâmetros característicos do solo (Caldas da Rainha-Nazaré)**

Solo	Retenção específica a (-)	Ponto de emurchecimento o (-)	Porosidade (-)	Condutividade hidráulica vertical (mm/d)	Material do horizonte superior do solo
Arenoso franco (AF)	0,125	0,055	0,437	1466,4	2-Arenoso franco

**Quadro 2.24 – Ocupação do solo segundo o CORINE Land Cover 2006 e parâmetros caracterizadores da ocupação (Caldas da Rainha-Nazaré)**

Código de Ocupação do Solo	Ocupação	Permeável	Calcula Kcb_esp	Dia_ini	L_ini	L_des	L_med	L_fim	Kcb_ini	Kcb_med	Kcb_fim	h_cult	rp_1	rp_0	sld	Kc_min	Kcb_tot	fraccao	fraccao_0	fraccao_nada
111		0	0	1	1	1	361	2	0,01	0,01	0,01	1	1	1	1	0,01	0,01	0,9	0,9	0,9
112		1	1	1	1	1	361	2	0,95	0,95	0,95	10	2750	2750	0,7	0,15	0,95	0,2	0,2	0,2
		0	0	1	1	1	361	2	0,01	0,01	0,01	1	1	1	1	0,01	0,01	0,3	0,3	0,3
121		0	0	1	1	1	361	2	0,01	0,01	0,01	1	1	1	1	0,01	0,01	0,6	0,6	0,6
131		0	0	1	1	1	361	2	0,01	0,01	0,01	1	1	1	1	0,01	0,01	0,1	0,1	0,1
211		1	0	32	30	140	40	30	0,15	1,1	0,15	1	1200	150	0,55	0,15	1,1	1	0,1	0
221		1	0	152	20	50	75	60	0,15	0,65	0,4	2	1000	1000	0,45	0,15	0,65	0,75	0,75	0
222		1	0	93	60	90	120	95	0,55	0,8	0,65	4	1500	1500	0,5	0,15	0,65	0,7	0,7	0,7
241		1	1	183	30	40	50	30	0,15	1,15	0,15	2	1200	150	0,55	0,15	1,15	0,5	0,1	0
		1	1	152	30	50	130	30	0,35	0,9	0,65	4	1500	1500	0,5	0,15	0,9	0,3	0,3	0
242		1	1	198	35	40	50	30	0,15	1,1	0,7	0,6	900	150	0,4	0,15	1,1	0,5	0,1	0
		1	1	183	30	35	50	30	0,15	1,1	0,65	0,6	500	150	0,35	0,15	1,1	0,5	0,1	0
243		1	1	32	30	140	40	30	0,15	1,1	0,15	1	1200	150	0,55	0,15	1,1	0,3	0,1	0
		1	1	1	1	1	361	2	0,95	0,95	0,95	10	2750	2750	0,7	0,15	0,95	0,2	0,2	0,2
311		1	1	1	1	1	361	2	1,2	1,2	1,2	10	2750	2750	0,5	0,15	1,2	0,7	0,7	0,7
312		1	1	1	1	1	361	2	0,95	0,95	0,95	10	2750	2750	0,7	0,15	0,95	0,7	0,7	0,7
313		1	1	1	1	1	361	2	1,2	1,2	1,2	10	2750	2750	0,5	0,15	1,2	0,35	0,35	0,35
		1	1	1	1	1	361	2	0,95	0,95	0,95	10	2750	2750	0,7	0,15	0,95	0,35	0,35	0,35
322		1	0	1	1	1	361	2	0,9	0,9	0,9	0,2	500	500	0,4	0,15	0,9	1	1	1
324		1	1	1	1	1	361	2	0,95	0,95	0,95	10	2750	2750	0,7	0,15	0,95	0,2	0,2	0,2
		1	1	1	1	1	361	2	0,8	0,8	0,8	1	1000	1000	0,5	0,15	0,8	0,4	0,4	0,4
331		0	0	1	1	1	361	2	0,01	0,01	0,01	1	1	1	1	0,01	0,01	0	0	0
212	forragem	1	0	182	25	65	40	22	0,29	1,17	0,57	2	1000	150	0,55	0,15	1,15	1	0,1	0
212	milho	1	0	182	25	65	61	31	0,29	1,17	0,3	2	1000	150	0,55	0,15	1,15	1	0,1	0
212	tomate	1	0	196	30	31	30	17	0,27	1,1	0,66	2	700	150	0,4	0,15	1,15	1	0,1	0





**Figura 2.20 – Recarga da massa de águas subterrâneas de Caldas da Rainha - Nazaré**

**Quadro 2.25 – Resultados anuais médios do balanço hídrico sequencial diário (Caldas da Rainha-Nazaré)**

Sector	Precipitação (mm/ano)	Evapotranspiração real (mm/ano)	Escoamento directo (mm/ano)	Recarga (mm/ano)	Recarga (hm <sup>3</sup> /ano)
Caldas da Rainha	740	345	97	299	37,13
Nazaré	821	405	114	301	12,60
Total	761	360	101	299	49,73

#### 2.1.2.3.8 O04RH4 – Orla ocidental indiferenciado das bacias das ribeiras do Oeste

##### 2.1.2.3.8.1 Evolução dos níveis piezométricos

Os pontos de monitorização da massa de águas subterrâneas O04RH4 – Orla Ocidental indiferenciado das bacias das ribeiras do Oeste estão representados na Figura 2.1. A mesma figura indica, a partir de uma análise de regressão linear dos valores máximos anuais de piezometria observados, a tendência de evolução em cada piezómetro, tendo-se considerado com valor crítico a tendência de descida de 100 mm/ano (= 0,274 mm/dia). Este valor máximo foi determinado para todos os anos hidrológicos aproximadamente completos de dados, que foram quase todos os anos hidrológicos com dados. Um aspecto que ressalta das séries de piezometria utilizadas é que não há registos para o ano hidrológico de 2009/10.

Em relação às séries apresentadas levantaram-se as seguintes questões: (1) O piezómetro 350/7 apresentou-se seco, de Março a Junho de 2009, com profundidade ao nível piezométrico superior a 152 m; esta situação é muito anómala em relação ao resto da série pelo que estes dados foram excluídos da análise, embora seja útil verificar o que aconteceu; (2) Percebe-se que há 3 dados trocados de profundidades aos níveis piezométricos nos furos 389/5 e 389/65 nos dias 6 de Janeiro, 13 de Fevereiro e 30 de Abril de 2003, pelo que se procedeu à correcção dos valores.

As tendências de evolução para a totalidade dos registos de cada piezómetro apresenta-se na Figura 2.2. Os valores máximos anuais e respectivas tendências são apresentados na Figura 2.6. Dado que os registos mensais de cada ano hidrológico estão aproximadamente completos, poderia proceder-se à análise das tendências utilizando as séries completas. Contudo, por ser mais simples e igualmente eficiente, e por, por outro lado, não estar tão sujeita à presença de erros de registo em valores



que não os máximos, opta-se por se fazer esta análise de tendências utilizando os valores máximos anuais. Na verdade o que está aqui em questão é se cada ano a massa de águas subterrâneas consegue recuperar aos níveis anteriores, ou se, pelo contrário, se nota uma tendência de descida continuada desses máximos.

De acordo com as tendências encontradas, oito piezômetros, que se encontram distribuídos pela massa de águas subterrâneas, apresentam tendência de descida, calculada com base nos valores máximos de anos hidrológicos desde 2000/1 até 2008/9. Nos piezômetros 307/123 e 337/6 verifica-se que a descida é quase contínua em anos hidrológicos seguidos; nos restantes piezômetros com tendência global de descida registam-se por vezes subidas em anos hidrológicos seguidos.

Cinco piezômetros não apresentam tendência de descida e um deles (337/4) não permite avaliar essa tendência uma vez que os máximos estão sistematicamente acima da boca do furo, não havendo indicação do seu valor.

Apesar das tendências de descida apresentadas não se considera que os dados sejam conclusivos relativamente à avaliação do estado quantitativo desta massa de águas subterrâneas, por um lado porque por as séries de piezometria serem de apenas 9 anos os dados relativos a um novo ano hidrológico com maior recarga poderem fazer alterar as tendências apresentadas. Por outro lado porque, pelo menos seis dos oito piezômetros com tendência de descida apresentam subidas de níveis de um ano hidrológico para o seguinte. A avaliação do estado quantitativo passará assim também pela realização do balanço hídrico subterrâneo e pelos testes dos ecossistemas dependentes e da intrusão salina.

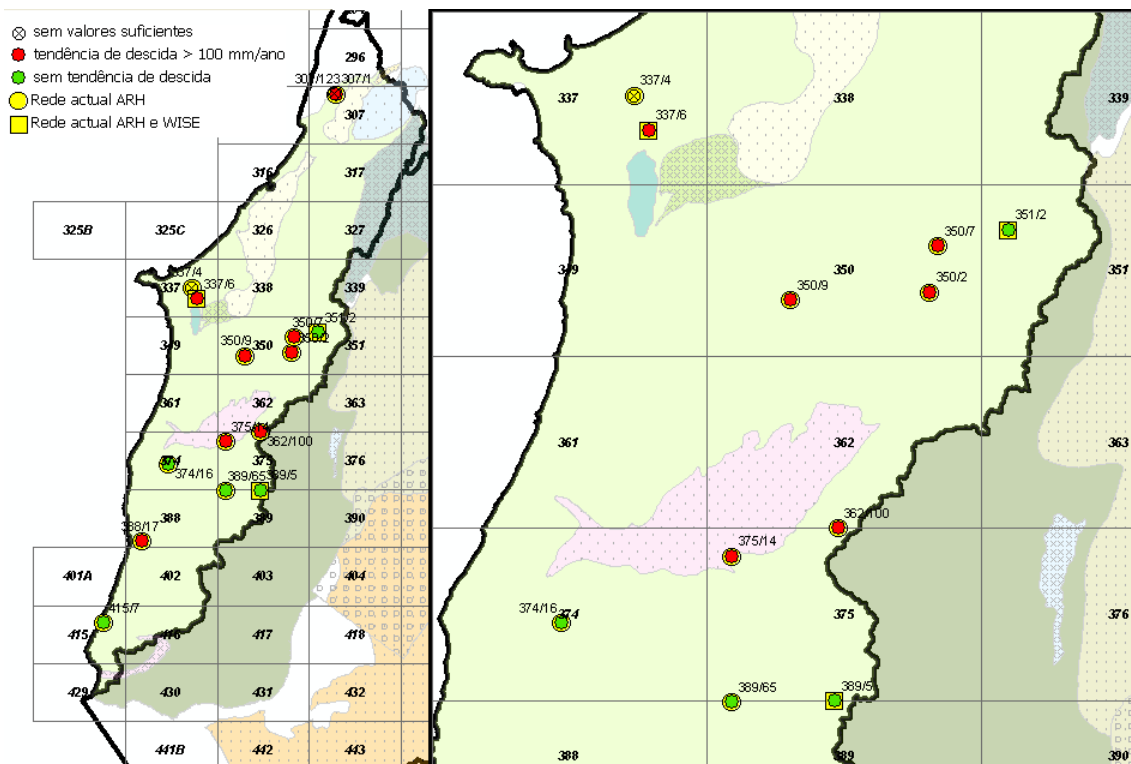
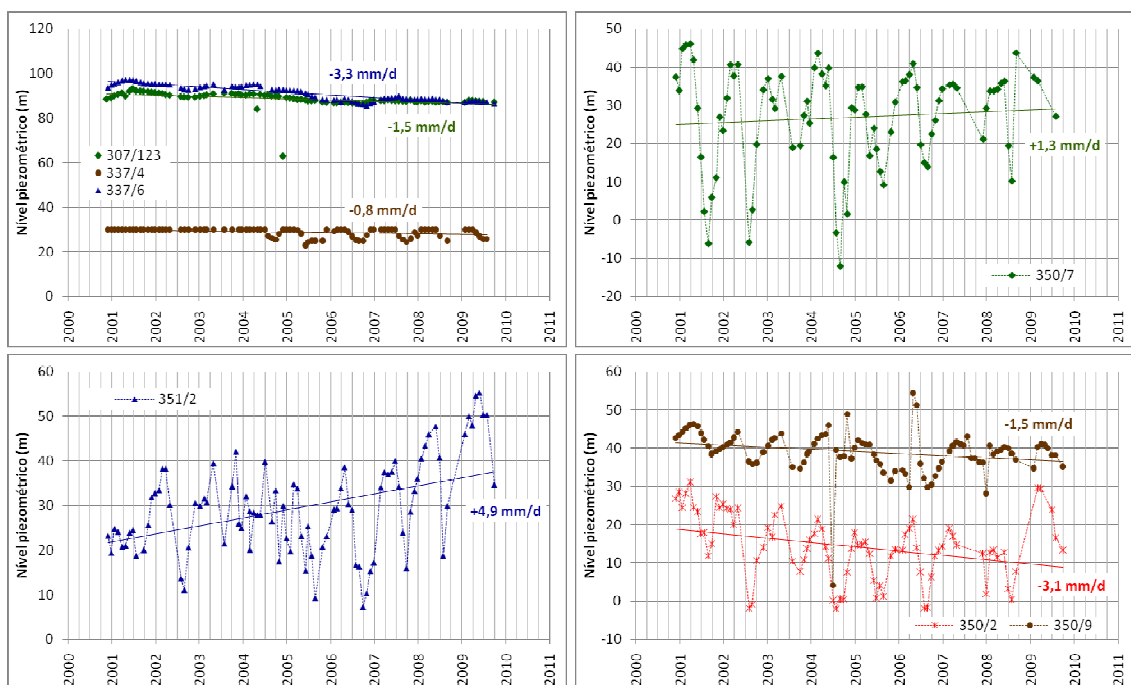


Figura 2.21 – Distribuição dos pontos da rede de monitorização na massa de água de Orla Ocidental indiferenciado das bacias das ribeiras do Oeste



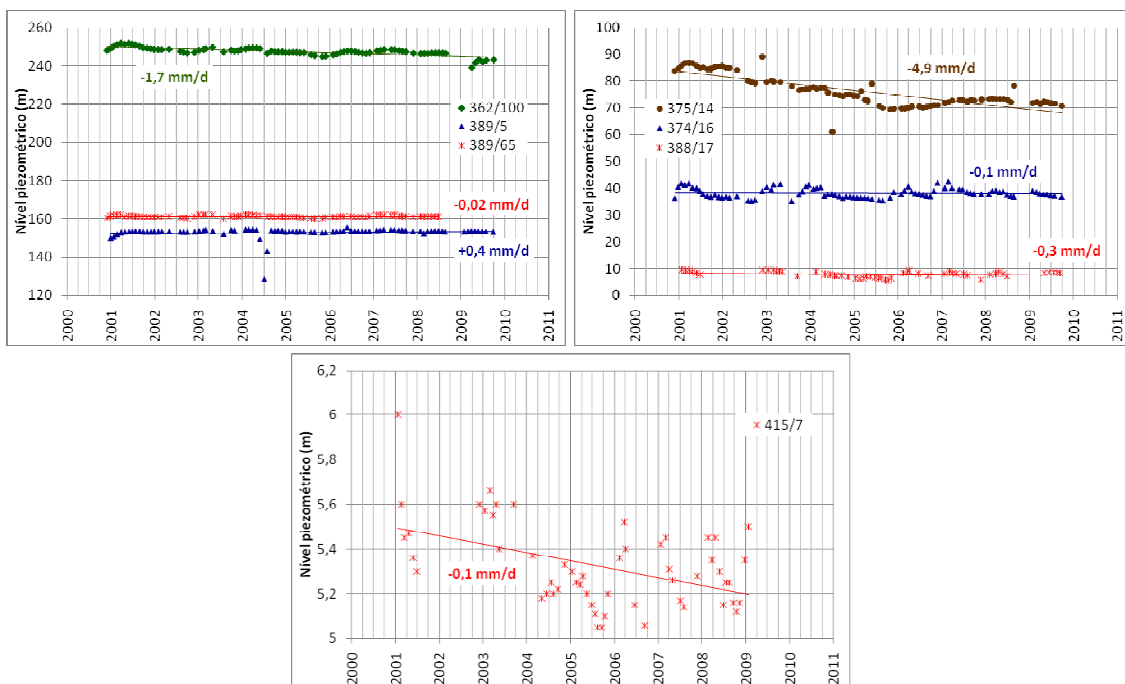


Figura 2.22 – Níveis piezométricos por piezômetro e tendências obtidas

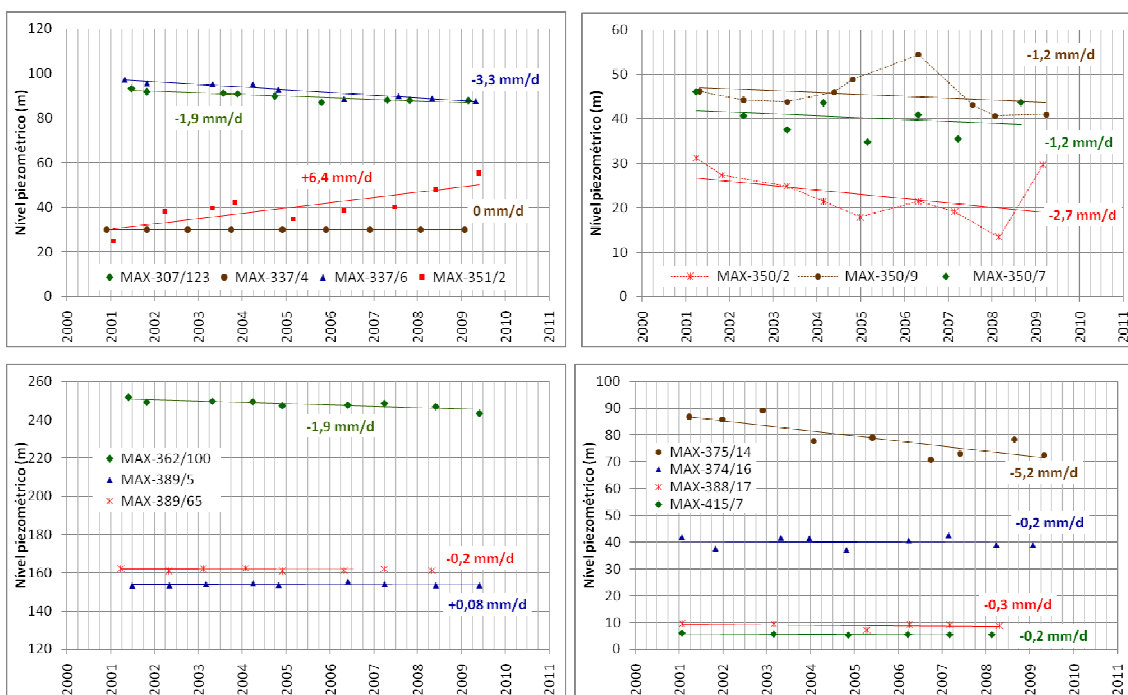


Figura 2.23 – Níveis piezométricos anuais máximos por ano hidrológico e respectivas tendências de evolução

### 2.1.2.3.8.2 Avaliação espaço-temporal da recarga

A recarga por infiltração da água da chuva foi calculada pelo modelo de balanço hídrico sequencial diário.

Para a totalidade da área considerou-se apenas a série de precipitação registada no posto udométrico da Orjariça (anual média de 764 mm/ano), cujas lacunas de precipitação foram preenchidas a partir dos postos udométricos vizinhos. De acordo com o mapa de precipitação anual média obtido por Nicolau (2202), na área de ocorrência desta massa de águas subterrâneas, a precipitação varia entre 550 mm/ano e 1250 mm/ano, sendo que 80 % dos valores se situam entre 710 mm/ano e 910 mm/ano. Isto significa que a série de precipitação diária utilizada conduz a uma sobrestimação da recarga nos locais onde a precipitação é inferior e a uma subestimação nos locais onde a precipitação é superior.

A evapotranspiração de referência mensal foi a calculada para a estação climatológica de Dois Portos, tendo-se completado os anos hidrológicos em falta a partir de 1988/89 com as médias dos correspondentes meses nos anos com informação anteriores a 1988/89.

Os solos foram classificados a partir da relação estabelecida com a geologia à escala 1:500 000 e os seus parâmetros foram atribuídos em função desta classificação: Quadro 2.26.

O Quadro 2.27 apresenta as ocupações de solo consideradas e respectivos parâmetros.

Com base na informação apresentada formaram-se 178 combinações diferentes de solos e de ocupação do solo, para as quais se correu o modelo de balanço hídrico sequencial diário.

A Figura 2.24 apresenta a distribuição espacial da recarga desta massa de águas subterrâneas. O Quadro 2.28 apresenta os valores obtidos para a totalidade da massa de águas. A recarga foi estimada em 119 mm/ano, que corresponde a 16 % da precipitação considerada.

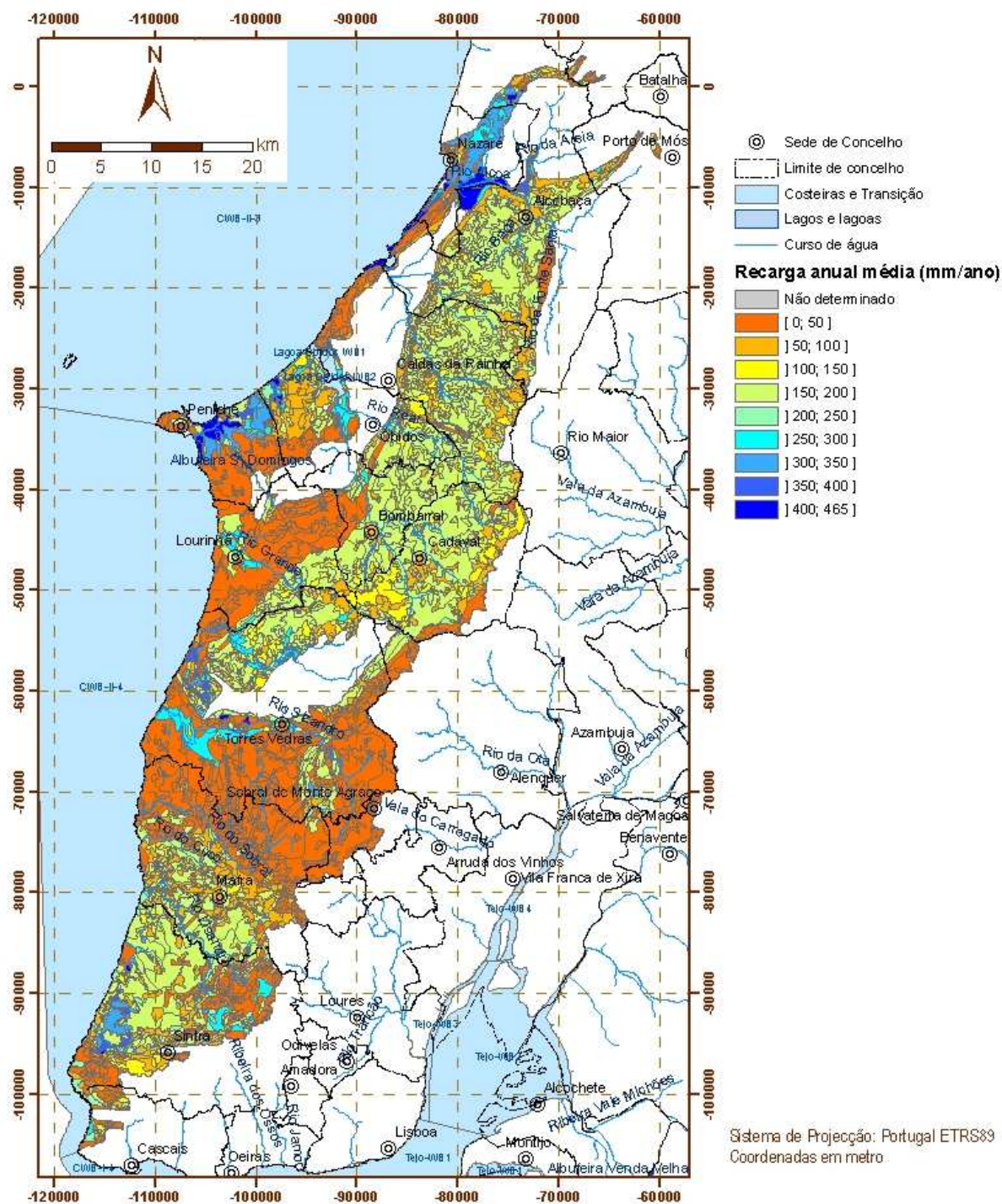
**Quadro 2.26 – Parâmetros característicos do solo (Orla ocidental indiferenciado das bacias das ribeiras do Oeste)**

Solo (IHERA) / Geologia	Retenção específica (-)	Ponto de emurchecimento (-)	Porosidade (-)	Condutividade e hidráulica vertical (mm/d)	Material do horizonte superior do solo
Al / aluviões	0,14	0,06	0,44	1466,4	2-Arenoso franco
Bp / Gabros e outras rochas básicas	0,35	0,16	0,48	279,6	5-Argiloso
Cb / brechas vulcânicas, complexo vulcânico de Lisboa, filões e chaminés vulcânicas	0,3	0,12	0,44	326,3	5-Argiloso
Par / Pliocénico detritico	0,16	0,03	0,32	332,8	7-Franco arenoso
Pg / granitos	0,13	0,04	0,33	390,5	7-Franco arenoso
Psn / sienitos	0,35	0,16	0,5	879,1	6-Franco
Rg / areias de duna e de praia e terraces, areias e cascalheiras	0,09	0,04	0,44	5040	1-Arenoso
Vcd / calcários do Cretácico e do Jurássico	0,31	0,18	0,47	647,8	4-Argilo-limoso
Vt / Paleogénico, grés superiores do Jurássico, areias, diatomitos e lenhitos	0,13	0,04	0,38	1081	7-Franco arenoso
Vts / Cretácico detritico e formações da Dagorda	0,17	0,06	0,42	1506	7-Franco arenoso

**Quadro 2.27 – Ocupação do solo segundo o CORINE Land Cover 2006 e parâmetros caracterizadores da ocupação (Orla ocidental indiferenciado das bacias das ribeiras do Oeste)**

Código de Ocupação do Solo	Ocupação	Permeável	Calcula Kcb_esp	Dia_ini	L_ini	L_des	L_med	L_fim	Kcb_ini	Kcb_med	Kcb_fim	h_cult	rp_1	rp_0	slid	Kc_min	Kcb_tot	fraccao	fraccao_0	fraccao_nada
111	Impermeável	0	0	1	1	1	361	2	0,01	0,01	0,01	1	1	1	1	0,01	0,01	0,9	0,9	0,9
112	Impermeável	0	0	1	1	1	361	2	0,01	0,01	0,01	1	1	1	1	0,01	0,01	0,5	0,5	0,5
	Pinhal	1	1	1	1	1	361	2	0,95	0,95	0,95	10	2750	2750	0,7	0,15	0,95	0,2	0,2	0,2
121	Impermeável	0	0	1	1	1	361	2	0,01	0,01	0,01	1	1	1	1	0,01	0,01	0,65	0,65	0,65
122	Impermeável	0	0	1	1	1	361	2	0,01	0,01	0,01	1	1	1	1	0,01	0,01	0,5	0,5	0,5
	Pinhal	1	1	1	1	1	361	2	0,95	0,95	0,95	10	2750	2750	0,7	0,15	0,95	0,3	0,3	0,3
123	Impermeável	0	0	1	1	1	361	2	0,01	0,01	0,01	1	1	1	1	0,01	0,01	0,95	0,95	0,95
124	Impermeável	0	0	1	1	1	361	2	0,01	0,01	0,01	1	1	1	1	0,01	0,01	0,45	0,45	0,45
131	Pinhal (+zona descob.)	1	1	1	1	1	361	2	0,95	0,95	0,95	10	2750	2750	0,7	0,15	0,95	0,3	0,3	0,3
132	Impermeável	0	0	1	1	1	361	2	0,01	0,01	0,01	1	1	1	1	0,01	0,01	0,15	0,15	0,15
	Pinhal	1	1	1	1	1	361	2	0,95	0,95	0,95	10	2750	2750	0,7	0,15	0,95	0,15	0,15	0,15
133	Impermeável	0	0	1	1	1	361	2	0,01	0,01	0,01	1	1	1	1	0,01	0,01	0,2	0,2	0,2
	Pinhal	1	1	1	1	1	361	2	0,95	0,95	0,95	10	2750	2750	0,7	0,15	0,95	0,55	0,55	0,55
142	Impermeável	0	0	1	1	1	361	2	0,01	0,01	0,01	1	1	1	1	0,01	0,01	0,4	0,4	0,4
	Relva	1	1	1	1	1	361	2	0,9	0,9	0,9	0,2	500	500	0,4	0,15	0,9	0,4	0,4	0
211	sequeiro	1	1	32	30	140	40	30	0,15	1,1	0,15	1	1200	150	0,55	0,15	1,1	0,85	0,1	0
212	regadio	1	1	183	30	40	50	30	0,15	1,15	0,15	2	1200	150	0,55	0,15	1,15	0,85	0,1	0
221	Vinha	1	1	152	20	50	75	60	0,15	0,65	0,4	2	1500	150	0,45	0,15	0,65	0,9	0,1	0
222	Pomar	1	1	1	1	1	361	2	0,6	0,95	0,75	4	1500	1500	0,5	0,15	0,95	0,9	0,9	0,9
231	mato	1	0	1	1	1	361	2	0,8	0,8	0,8	1	1000	1000	0,5	0,15	0,8	0,25	0,25	0,25
241	Vinha	1	1	152	20	50	75	60	0,15	0,65	0,4	2	1500	150	0,45	0,15	0,65	0,45	0,1	0
	Sequeiro	1	1	32	30	140	40	30	0,15	1,1	0,15	1	1200	150	0,55	0,15	1,1	0,5	0,1	0
242	Pomar	1	1	1	1	1	361	2	0,6	0,95	0,75	4	1500	1500	0,5	0,15	0,95	0,45	0,45	0,45
	Sequeiro	1	1	32	30	140	40	30	0,15	1,1	0,15	1	1200	150	0,55	0,15	1,1	0,5	0,1	0
243	Sequeiro	1	1	32	30	140	40	30	0,15	1,1	0,15	1	1200	150	0,55	0,15	1,1	0,7	0,1	0
	Pinhal	1	1	1	1	1	361	2	0,95	0,95	0,95	10	2750	2750	0,7	0,15	0,95	0,25	0,25	0,25
311	Eucalipto	1	1	1	1	1	361	2	1,2	1,2	1,2	10	2750	2750	0,8	0,15	1,2	0,9	0,9	0,9
312	Pinhal	1	1	1	1	1	361	2	0,95	0,95	0,95	10	2750	2750	0,7	0,15	0,95	0,85	0,85	0,85
313	Pinhal	1	1	1	1	1	361	2	1,2	1,2	1,2	10	2750	2750	0,8	0,15	1,2	0,75	0,75	0,75
	Eucalipto	1	1	1	1	1	361	2	0,95	0,95	0,95	10	2750	2750	0,7	0,15	0,95	0,2	0,2	0,2
321	Matos	1	1	1	1	1	361	2	0,8	0,8	0,8	1	1000	1000	0,5	0,15	0,8	0,6	0,6	0,6
322	Matos	1	0	1	1	1	361	2	0,8	0,8	0,8	1	1000	1000	0,5	0,15	0,8	0,9	0,9	0,9
323	Matos	1	0	1	1	1	361	2	0,8	0,8	0,8	1	1000	1000	0,5	0,15	0,8	0,8	0,8	0,8
324	Eucalipto	1	1	1	1	1	361	2	1,2	1,2	1,2	10	2750	2750	0,8	0,15	1,2	0,85	0,85	0,85

Código de Ocupação do Solo	Ocupação	Permeável	Calcula Kcb_esp	Dia_ini	L_ini	L_des	L_med	L_fim	Kcb_ini	Kcb_med	Kcb_fim	h_cult	rp_1	rp_0	sld	Kc_min	Kcb_tot	fraccao	fraccao_0	fraccao_nada
	Pinhal	1	1	1	1	1	361	2	0,95	0,95	0,95	10	2750	2750	0,7	0,15	0,95	0,1	0,1	0,1
331	Praias, dunas	1	0	1	10	10	10	10	0,15	0,15	0,15	1	1	1	1	0,15	0,15	0	0	0
332	Rocha nua	0	0	1	1	1	361	2	0,01	0,01	0,01	1	1	1	1	0,01	0,01	0,9	0,9	0,9



**Figura 2.24 – Recarga da massa de águas subterrâneas da Orla ocidental indiferenciado das bacias das ribeiras do Oeste**



**Quadro 2.28 – Resultados anuais médios do balanço hídrico sequencial diário (Orla ocidental indiferenciado das bacias das ribeiras do Oeste)**

Precipitação (mm/ano)	Evapotranspiração real (mm/ano)	Escoamento directo (mm/ano)	Recarga (mm/ano)	Recarga (hm <sup>3</sup> /ano)
764	387	259	119	213,65

## 2.1.2.4 Qualidade química da água subterrânea

### 2.1.2.4.1 Síntese

A qualidade química das águas subterrâneas da área do Plano de Bacia Hidrográfica do Oeste foi analisada com base em informação disponível nos primeiros planos de bacia, completada com o conjunto de informação mais actualizada existente na ARH Tejo para este milénio.

No Quadro 2.29 apresenta-se uma síntese da informação disponível na ARH Tejo desde o ano 2000 para as sete massas de identificadas na área deste Plano.

**Quadro 2.29 – Síntese dos dados existentes na ARH Tejo desde o ano 2000**

Massa de Água	N.º de pontos de monitorização	N.º de análises	Datas	
			Primeira	Última
O18 - Maceira	1	6	19/04/2004	15/11/2005
O19 - Alpedriz	6	63	12/03/2001	12/10/2009
O23 - Paço	5	50	02/04/2001	29/09/2009
O24 - Cesareda	3	23	02/04/2001	29/09/2009
O25 - Torres Vedras	10	97	05/03/2001	22/09/2009
O33 - Caldas da Rainha – Nazaré	19	227	04/01/2000	13/10/2009
O04RH4 - Orla ocidental indiferenciado das bacias das ribeiras do Oeste	27	295	19/02/2001	13/10/2009

Os resultados das análises químicas da qualidade da água existentes na ARH Tejo foram utilizados para a caracterização do estado químico, apresentada na secção 4.2.2., para os anos de referência seleccionados para a avaliação do estado: 2004-2008.

Apresenta-se de seguida uma síntese dos dados totais disponíveis.

#### 2.1.2.4.2 Maceira

A caracterização hidrogeoquímica anterior a 2000, efectuada nos primeiros planos de bacia teve em consideração os resultados de um único furo com uma análise química efectuada em 1970.

A actualização da informação referida foi realizada com base nos dados existentes na ARH Tejo para um ponto de monitorização, o mesmo analisado em 1997, com seis análises químicas efectuadas entre 19-04-2004 e 15-11-2005 e na campanha de 2010. Presentemente este aquífero não está a ser monitorizado.

#### 2.1.2.4.3 Alpedriz

A caracterização hidrogeoquímica realizada nos primeiros plano de bacia, antes de 2000, foi efectuada com base em 28 análises químicas provenientes de amostras de água de 20 pontos de monitorização, entre Abril de 1981 e Maio de 1991 e nos resultados de INAG (1997) com base em 6 análises químicas referentes a um período entre 1975 e 1983.

A actualização da informação referida foi realizada com base nos dados existentes na ARH Tejo para 6 pontos de monitorização com 63 análises químicas efectuadas entre 12-03-2001 e 12-10-2009 e na campanha de 2010.

#### 2.1.2.4.4 Paço

A caracterização hidrogeoquímica anterior a 2000 resume-se a um conjunto de amostras recolhidas em 4 furos, 3 do concelho de Peniche e 1 da Lourinhã, em Julho de 1989. Nessas amostras foi analisada apenas a concentração de nitratos e nitritos na água.

A actualização da informação referida foi realizada com base nos dados existentes na ARH Tejo para 5 pontos de monitorização com 50 análises químicas efectuadas entre 02-04-2001 e 29-09-2009 e na campanha de 2010.

#### 2.1.2.4.5 Cesareda

A ausência de dados disponíveis não permitiu analisar o estado químico das águas deste sistema antes de 2000.

Presentemente os dados existentes na ARH Tejo são relativos a 3 pontos de monitorização com 23 análises químicas efectuadas entre 02-04-2001 e 29-09-2009 e os da campanha de 2010.

#### 2.1.2.4.6 Torres Vedras

A caracterização hidroquímica das águas subterrâneas do sistema aquífero de Torres Vedras foi efectuada no anterior plano de bacia, antes de 2000, com base num conjunto de 26 análises químicas de águas recolhidas em 18 furos, num período compreendido entre Setembro de 1976 e Outubro de 1998. Em INAG (1997) apresenta-se a análise de qualidade das águas subterrâneas com base em 69 análises referentes a um período compreendido entre Outubro de 1962 e Maio de 1996.

A actualização da informação referida foi realizada com base nos dados existentes na ARH Tejo para 10 pontos de monitorização com 97 análises químicas efectuadas entre 05-03-2001 e 22-09-2009 e na campanha de 2010.

#### 2.1.2.4.7 Caldas da Rainha - Nazaré

A caracterização hidrogeoquímica anterior a 2000, efectuada nos primeiros planos de bacia teve em consideração os resultados de 47 análises químicas efectuadas na água de 20 furos, entre 1976 e 1993. Em INAG (1997) apresenta-se a caracterização da qualidade da água com base em análises referentes a um período entre 1949 e 1983. Foi, ainda, considerado Santos (1999) que apresenta dados de 41 pontos de água (poços, furos, charcas e ribeiros) recolhidos na parte sul deste sistema aquífero, durante 1999, e de 37 análises de água de outros furos com análises entre 1970 e 1999.

A actualização da informação referida foi realizada com base nos dados existentes na ARH Tejo para 19 pontos de monitorização com 227 análises químicas efectuadas entre 04-01-2000 e 13-10-2009 e na campanha de 2010.

#### 2.1.2.4.8 Orla ocidental indiferenciado das bacias das ribeiras do Oeste

Presentemente, os dados existentes na ARH Tejo sobre esta massa de águas subterrâneas, utilizados para a caracterização da fácies hidroquímica e do estado químico das águas, são relativos a 27 pontos de monitorização com 295 análises químicas efectuadas entre 19-02-2001 e 13-10-2009 e aos da campanha de 2010.

## **2.1.2.5 Massas de água associadas a ecossistemas aquáticos de superfície ou ecossistemas terrestres que delas dependem directamente (2.2.2.4)**

### **2.1.2.5.1 Contexto de Análise da Relação entre Águas Superficiais e Subterrâneas e Ecossistemas Dependentes de Águas Subterrâneas**

A identificação das massas de água subterrânea e superficiais entre as quais existe conectividade hidráulica, bem como o sentido das transferências que ocorrem entre elas, varia no espaço e, por vezes, no tempo. Este tipo de fenómenos só é conhecido e quantificado de forma detalhada nos casos particulares, infelizmente raros, 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 subterrânea da região das Ribeiras do Oeste, o modelo conceptual de escoamento que se apresentou na secção 2.1.2.2.3 consiste 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 corresponde ao valor da recarga anual média a longo termo, menos o volume de extracções praticado no aquífero. Os ecossistemas dependentes das águas subterrâneas (EDAS) podem ser ecossistemas aquáticos associados aos aquíferos, 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 EDAS podem ser também ecossistemas terrestres, por exemplo as áreas ripícolas dos cursos de água, cujo estado ecológico depende não apenas da água dos rios mas também da presença do nível freático próximo da superfície, e do próprio caudal de base que, a partir dos aquíferos, alimenta a rede hidrográfica. Existem igualmente EDAS 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 disponíveis são muito escassos, não só para a maioria dos sistemas aquíferos em Portugal mas também para a maioria dos aquíferos em todo o mundo.

As massas de água associadas a ecossistemas aquáticos de superfície ou ecossistemas terrestres que delas dependem directamente, ou seja os ecossistemas dependentes de águas subterrâneas (EDAS) 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 águas 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 Directiva 2000/60/CE (Directiva Quadro da Água). Neste caso 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 EDAS, normalmente parcialmente dependentes de águas subterrâneas. Os rios e os ecossistemas ripários podem ser classificados como altamente dependentes, proporcionalmente dependentes ou ainda oportunisticamente 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 (oriundo dos

aquíferos) no total de escoamento do curso de água. No caso dos rios existentes na área do presente plano estes podem ser classificados como altamente dependentes nos casos 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 das massas de água subterrânea. 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 plano, 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 EDAS 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 EDAS 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 EDAS. A existência de relações rio-aquífero bem descritas à escala local são raras e, quando existem, permitem frequentemente a descrição de EDAS associados a massas de água subterrânea que não poderiam ser detectadas através da informação de base disponível para a realização do presente plano. Ou seja, as situações deste tipo mostram que a resolução espacial da informação geográfica de suporte do presente plano não é suficiente para a identificação de alguns dos EDAS que se sabe existirem nestas circunstâncias. A identificação dos EDAS na presente geração de PGBH 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 região do actual plano, tal como acontece aliás na generalidade do território português.

#### 2.1.2.5.2 Aspectos relativos à Flora e Vegetação e sua relação com a rede hidrográfica e Massas de Água Subterrânea Associadas

Os rios e 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 longos períodos após a ocorrência de precipitação pois resulta de transferência para os rios de água residente nos aquíferos. Esta componente do escoamento fluvial é muito mais prolongada no tempo do que todas as outras, nos cursos de água permanentes, assegurando o caudal nos rios durante o período de estiagem. Por isso mesmo, os cursos de água que não usufruem desta componente de escoamento são temporários, secando durante períodos sem precipitação superiores aos tempos de concentração das bacias hidrográficas que contribuem para o escoamento de uma dada linha de água. Por isso mesmo, os cursos de água permanentes são ecossistemas parcialmente dependentes de águas subterrâneas. Neste contexto, o presente plano, ao ser desenvolvido com a consciência da necessidade de identificar os EDAS 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 da área das Ribeiras do Oeste.

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.

São identificadas por estes autores 78 espécies RELAPE, de acordo com o critério seguinte:

Para inventariação da distribuição das plantas com interesse para conservação na área da bacia hidrográfica 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 II da Directiva 92/43/CE
- 9 – Do Anexo II da Directiva 92/43/CE
- 8 – Endémicas de Portugal, Raras
- 7 – Endémicas da Península Ibérica, Raras
- 6 – Endémicas de Portugal, localizadas; Endémicas da Europa, raras
- 5 – Raras
- 4 – Do Anexo V da Directiva 92/43/CE. Orquidáceas
- 3 – Endémicas de Portugal
- 2 – Localizadas
- 1 – Pouco frequente

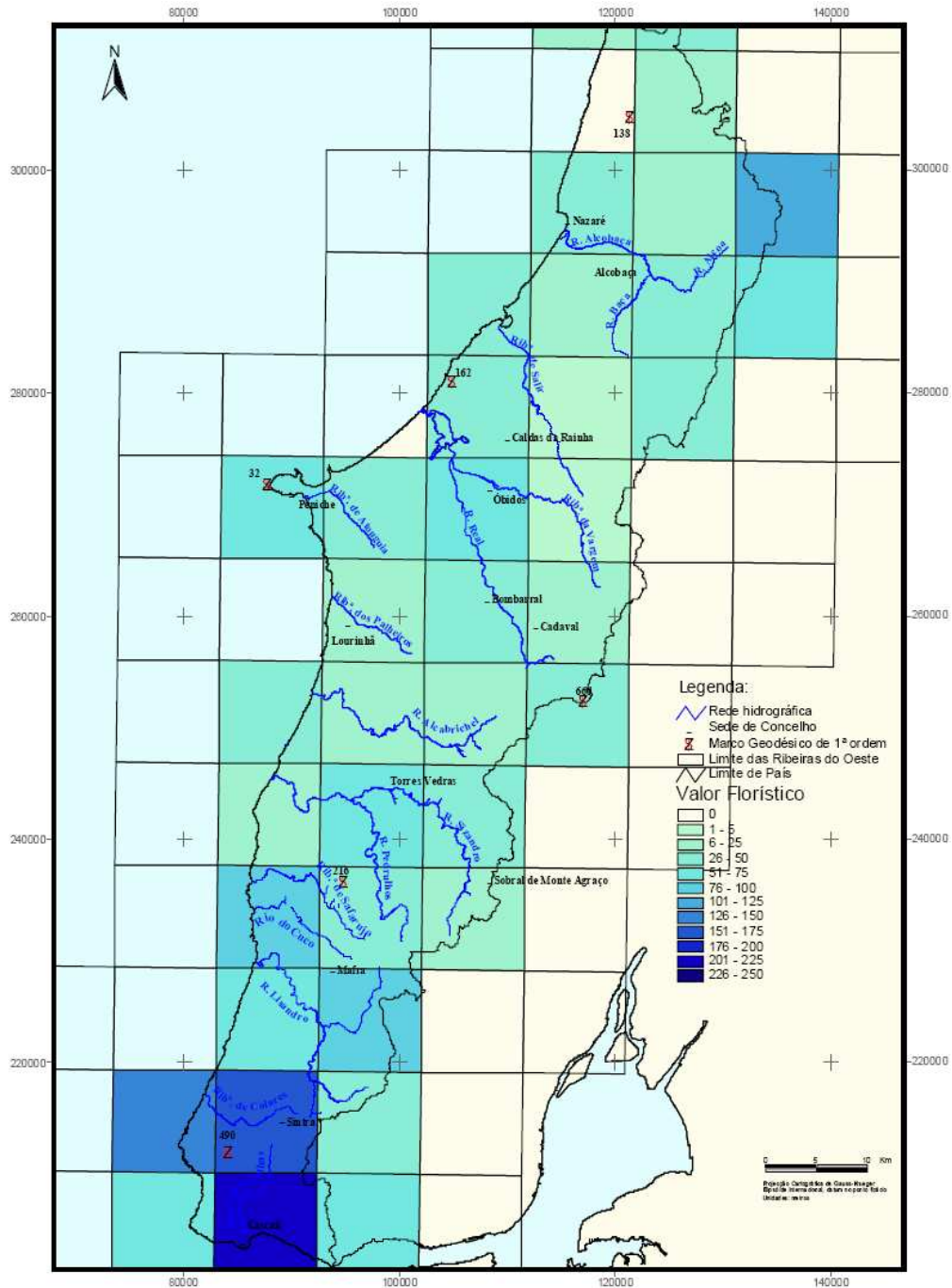
A soma de valores em cada quadrícula deu um valor florístico por quadrícula, que dividido por classes de valor permitiu a elaboração duma carta de valor florístico (Figura 2.25).

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 2.25 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.



Fonte: Espírito Santo *et al.* (2001)

**Figura 2.25 – Carta de valor florístico na Bacia das Ribeiras do Oeste**

#### 2.1.2.5.3 O18 – Maceira

A escala considerada na cobertura cartográfica utilizada para a elaboração do presente plano não permite identificar massas de água de superfície na área do sistema aquífero de Maceira. Desta forma, a esta escala não foi possível identificar ecossistemas dependentes de águas subterrâneas (EDAS). Almeida *et al.* (2000) referem que não são conhecidas exurgências em relação com este sistema, referindo no entanto, a ocorrência de tufos quaternários na Lameira que provavelmente estariam relacionados com uma antiga exurgência.

Também não se encontra identificada qualquer tipo de zonas designadas para a protecção de habitats ou espécies em que a manutenção ou o melhoramento do estado da água é um dos factores importantes para a protecção, incluindo os Sítios da Rede Natura 2000.

#### 2.1.2.5.4 O19 – Alpedriz

Como se pode observar na Figura 2.26, na área Norte deste sistema encontra-se instalada a cabeceira da ribeira da Várzea, a uma cota de 90m. No limite NE do sistema, o leito desta ribeira encontra-se a uma cota de 60m. A ribeira da Várzea, tal como o rio Lena, escoam para Norte e são tributários do rio Lis. Uma vez que as séries piezométricas existentes apresentam valores superiores à altitude do leito da ribeira da Várzea atrás indicado (mais de 65 m na área Oeste do sistema e cerca de 109m na sua área Este – Quadro 2.30), é provável que se verifique uma componente de escoamento de base nestes cursos de água assegurada por este sistema aquífero. Almeida *et al.* (2000) referem-se igualmente à possibilidade desta zona constituir uma área de descarga natural do sistema.

Também os rios da Areia e da Lama possuem cabeceiras no interior deste sistema aquífero, acompanhando o seu limite Oeste, onde este coalesce com o sector Norte do sistema Caldas da Rainha-Nazaré (Figura 2.26). O único piezómetro disponível neste sector do sistema (307/131) apresenta potenciais hidráulicos máximos da ordem dos 65 m (Quadro 2.30). Uma vez que a cota do leito do rio da Lama é de cerca de 80 m nas suas proximidades não é previsível ocorrência de transferências do aquífero para o rio nesta área. No entanto, uma vez que no local onde estas linhas de água saem da área do sistema aquífero a Sul as cotas dos respectivos leitões são da ordem dos 20 m poderá verificar-se uma contribuição do sistema aquífero para o caudal de base destes cursos de água no sector meridional do sistema.

**Quadro 2.30 – Piezómetros do sistema aquífero de Alpedriz e registo de valores máximos, mínimos e amplitude das séries**

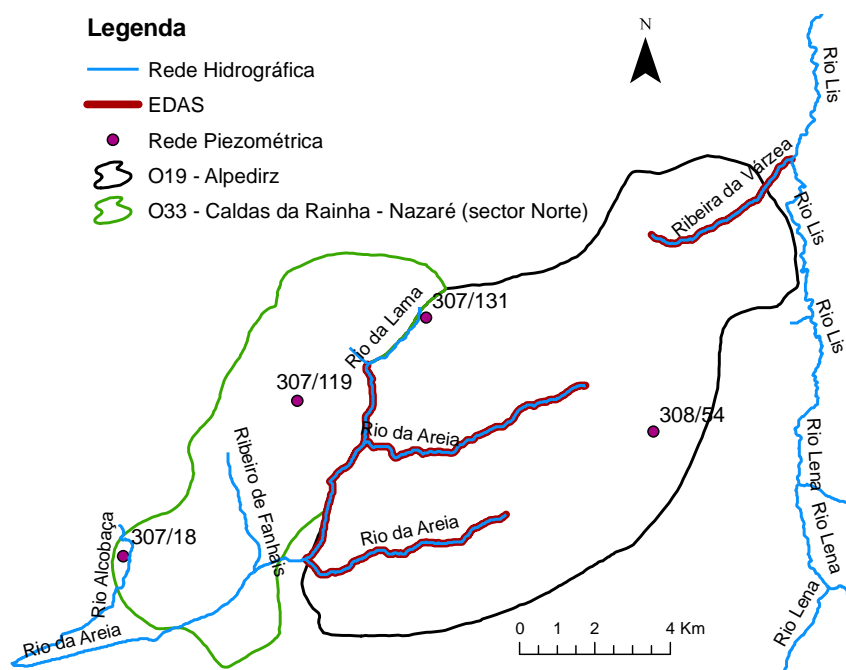
NINV	PiezoMax (m)	PiezoMin (m)	Amplitude (m)
307/131	65,05	13,13	51,92
308/54	108,97	78,88	30,09

Os dados sobre piezometria do sistema são insuficientes para uma definição detalhada das principais direcções de fluxo subterrâneo pois apenas existem séries temporais de dados para 2 piezómetros (307/131 e 308/54). Em Almeida *et al.* (2000) é referida uma série de dados com início em 1984 com registos até ao ano 2000 (piezómetro com a referência 297/025), no entanto os autores referem uma lacuna entre 1995 e 1997, na série temporal, referindo ainda a impossibilidade de tirar conclusões seguras sobre a presença de eventuais tendências.

De acordo com o modelo conceptual apresentado na secção 2.1.2.2.3.3 e com os elementos das redes de monitorização analisados admite-se que exista uma dependência parcial de águas subterrâneas da ribeira da Várzea e dos rios da Lama e da Areia. Uma vez que estes últimos estão instalados no limite partilhado entre este sistema aquífero e o sector Norte do sistema Caldas da Rainha-Nazaré (Figura 2.27), torna-se necessário verificar se existem condições hidrogeológicas para que se realizem transferências entre estes dois sistemas e estes cursos de água e em que sentidos, o que não pode ser feito com recurso exclusivamente aos dados actualmente existentes.

A densidade de informação sobre a piezometria é igualmente muito deficiente no sector Norte do sistema aquífero Caldas da Rainha-Nazaré. Neste sector do aquífero existem apenas dois piezómetros com séries temporais (307/119 e 307/18). No caso do piezómetro localizado na área Sul do sector (307/18) os valores máximos de potencial hidráulico são de cerca de 19 m (Quadro 2.36). Na área Norte (307/119) do sector estes são bastante mais altos, atingindo valores superiores a 45 m. Dado que à saída do sistema a cota do leito do rio da Areia é de apenas 10 m e a ela se juntam vários tributados com cabeceira no interior do sector Norte do sistema aquífero Caldas da Rainha-Nazaré. É pois previsível que o caudal de base deste curso de água (um dos principais tributários a Norte do rio Alcobaça que desagua no Oceano Atlântico) esteja pois associado ao sector Norte do sistema aquífero Caldas da Rainha-Nazaré e também ao sistema aquífero de Alpedriz, contribuindo para que os sistemas ripícolas associados, sejam ecossistemas parcialmente dependentes de águas subterrâneas,

uma vez que a água que neles circula não provém exclusivamente do caudal de base. Na Figura 2.26 apresenta-se uma síntese dos resultados obtidos.



**Figura 2.26 – Ecossistemas dependentes de águas subterrâneas (EDAS) no sistema aquífero O19 - Alpedriz**

Apesar destes cursos de água não estarem consignados como zonas designadas para a protecção de habitats ou de espécies em que a manutenção ou melhoramento do estado da água seja um dos factores importantes para a protecção, considera-se que deverá ser tida em conta no dimensionamento da futura monitorização destas massas de água subterrânea o aprofundamento das relações rio-aquífero de forma integrada no sistema aquífero de Alpedriz, no sector Norte do sistema aquífero Caldas da Rainha-Nazaré e nas massas de água de superfície identificadas no Quadro 2.31.

**Quadro 2.31 – Cursos de água na área do sistema aquífero de Alpedriz**

OBJECTID	EU_CD	NAME	RISK_TOTAL	RIVER_NAME
1180	PT04LIS0714	Ribeira da Várzea	A determinar	Ribeira da Várzea
1552	PT04RDW1153	Rio da Areia	Não em risco	Rio dos Pisões (*)
1553	PT04RDW1153	Rio da Areia	Não em risco	Rio de Alpedriz
1554	PT04RDW1153	Rio da Areia	Não em risco	Rio da Areia (*)
1555	PT04RDW1153	Rio da Areia	Não em risco	Rio de Cós
1549	PT04RDW1152	Rio da Lama	A determinar	Rio dos Pisões (*)
1551	PT04RDW1152	Rio da Lama	A determinar	Rio da Lama (*)

(\*) Cursos de água localizados sobre o limite entre o sistema aquífero de Alpedriz e o sector Norte do sistema aquífero Caldas da Rainha-Nazaré.

#### 2.1.2.5.5 O23 - Paço

O único curso de água com representação cartográfica à escala do presente plano na área do sistema aquífero do Paço é a ribeira de S. Domingos (EU\_CD: PT04RDW1173), como se pode constatar na Figura 2.27. Mais para montante, esta ribeira estende-se para SE, atravessando igualmente o sistema aquífero de Cesareda. Apesar de terem sido identificados para este sistema aquífero dois piezómetros, de código 337/22 e 349/92, este último, como se pode observar na Figura 2.27, não se encontra dentro dos limites oficiais deste sistema aquífero. No entanto, admitiu-se que ambos são representativos dos níveis piezométricos no sistema aquífero. O piezómetro mais a norte apresenta potenciais hidráulicos máximos na ordem dos 49 m, enquanto o piezómetro mais a sul apresenta potenciais hidráulicos máximos de cerca de 79 m (Quadro 2.32), uma vez que a cota do leito da ribeira é cerca de 60 m a montante e 40 m a jusante é provável que se verifiquem transferências do sistema aquífero para a ribeira.

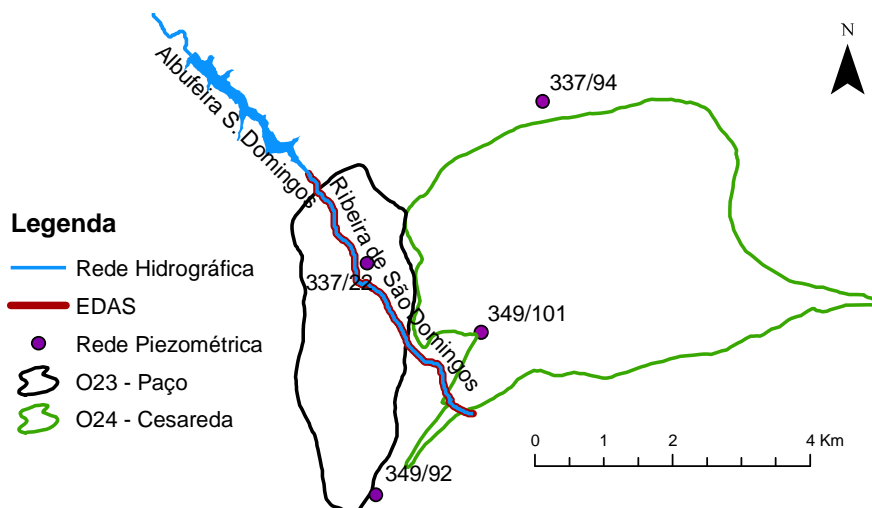
**Quadro 2.32 – Piezómetros no sistema aquífero de Paço e registo de valores máximos, mínimos e amplitude das séries**

NINV	PiezoMax (m)	PiezoMin (m)	Amplitude (m)
337/22	48,7	31,0	17,7
349/92	78,84	55,72	23,12

Corroboram este facto as observações piezométricas referidas em Almeida *et al.* (2000), de uma campanha de medição de níveis, realizada em Junho de 1997, em captações pouco profundas no aquífero freático, que apontam claramente para um sentido regional de fluxo de Sul para Norte, que acompanha a topografia, constituindo a ribeira de S. Domingos uma área natural de descarga deste sistema aquífero. O esboço da superfície freática correspondente à referida campanha de medições encontra-se representado na Figura A3. 1.

Assim, a ribeira de S. Domingos e o corredor ripário associado deverão considerar-se ecossistemas parcialmente dependentes de águas subterrâneas (EDAS), uma vez que a água que neles circula não provém exclusivamente do caudal de base. Na Figura 2.27 apresenta-se uma síntese dos resultados obtidos. De salientar igualmente o facto de nesta figura se ilustrar igualmente a MAS de Cesareda que poderá igualmente contribuir para o caudal de base da ribeira de S. Domingos como será demonstrado mais adiante.

Apesar deste curso de água não se encontrar consignado como zona designada para a protecção de habitats ou de espécies em que a manutenção ou melhoramento do estado da água seja um dos factores importantes para a protecção, considera-se que deverá ser tida em conta no dimensionamento da futura monitorização desta massa de água subterrânea o aprofundamento das relações rio-aquífero.



**Figura 2.27 – Ecossistemas dependentes de águas subterrâneas (EDAS) no sistema aquífero O23 – Paço**

#### 2.1.2.5.6 O24 – Cesareda

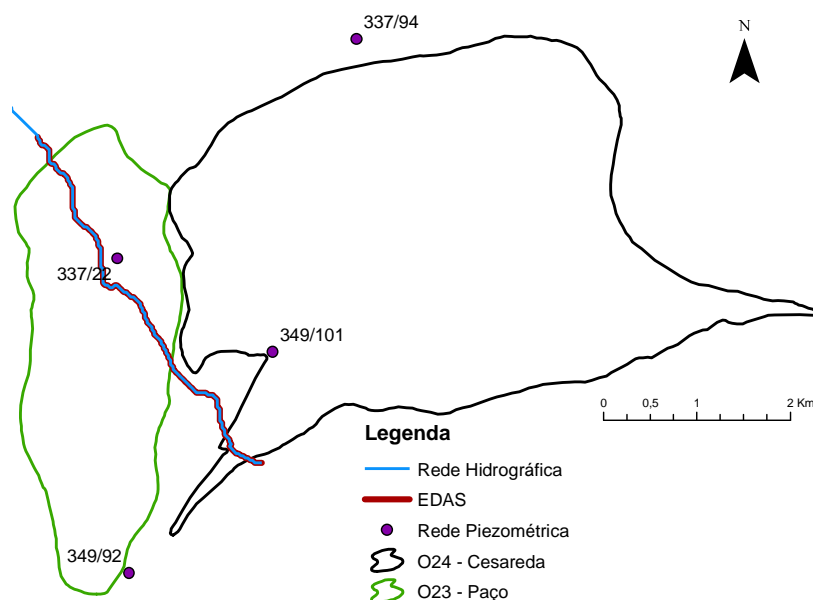
O único curso de água com representação cartográfica à escala do presente plano na área do sistema aquífero de Cesareda é a ribeira de S. Domingos (EU\_CD: PT04RDW1173), como se pode constatar na Figura 2.28. Mais para jusante, esta ribeira estende-se para NW, atravessando igualmente o sistema aquífero do Paço. A relação entre esta ribeira e o sistema aquífero do Paço já foi abordada na secção 2.1.2.5.5.

Apesar de terem sido identificados para este sistema aquífero dois piezómetros, de código 349/101 e 337/94, este último, como se pode observar na Figura 2.28, não se encontra dentro dos limites deste sistema aquífero. No entanto, admitiu-se que ambos são representativos dos seus níveis piezométricos. O piezómetro mais a norte apresenta potenciais hidráulicos máximos na ordem dos 17 m, enquanto o piezómetro mais a sul apresenta potenciais hidráulicos máximos de cerca de 89 m (Quadro 2.33), uma vez que a cota do leito da ribeira é cerca de 110 m no local onde cruza os limites deste sistema mais a montante e 70 m, mais a jusante, é possível que se verifiquem contribuições deste sistema aquífero para o caudal de base deste curso de água.

**Quadro 2.33 – Piezómetro no sistema aquífero de Cesareda e registo de valores máximos, mínimos e amplitude da série**

NINV	PiezoMax (m)	PiezoMin (m)	Amplitude (m)
337/94	16,79	3,9	12,89
349/101	89,42	30,62	58,80

Assim, e considerando a relação entre a ribeira de S. Domingos e os sistemas aquíferos de Cesareda e Paço, considera-se a ribeira e o corredor ripário associado como ecossistemas parcialmente dependentes de águas subterrâneas (EDAS), uma vez que a água que neles circula não provém exclusivamente do caudal de base. A Figura 2.28 apresenta-se uma síntese dos resultados obtidos.



**Figura 2.28 – Ecossistemas dependentes de águas subterrâneas (EDAS) no sistema aquífero O24 - Cesareda**

Apesar deste curso de água não se encontrar consignado como zona designada para a protecção de habitats ou de espécies em que a manutenção ou melhoramento do estado da água seja um dos factores importantes para a protecção, considera-se que deverá ser tida em conta no dimensionamento da futura monitorização desta massa de água subterrânea o aprofundamento das relações rio-aquífero.

#### 2.1.2.5.7 O25 - Torres Vedras

Como se pode observar na Figura 2.29, no sector Norte deste sistema estão instaladas as cabeceiras de água do rio Alcabrichel e da Vala do Pisão, sendo esta efluente da margem esquerda do primeiro curso de água referido.



No caso do rio Alcabrichel a cota na cabeceira (80 m) reduz-se até 40 m, junto ao ponto do limite do sistema aquífero onde este curso de água abandona a sua área. No caso da Vala do Pisão, as cotas dos mesmos dois pontos variam entre 60 m e 40 m. Ao comparar estes valores com os dados de piezometria registados no Quadro 2.34, verifica-se que os pontos de observação situados a Sul e a Norte destes cursos de água (362/99 e 362/86, respectivamente), apresentam valores superiores à maioria do percurso destes cursos de água no seu trajecto na área deste sistema aquífero. Nestas condições, poderá considerar-se que este sistema aquífero contribui para o caudal de base do rio Alcabrichel, sendo este um ecossistema associado a este sistema aquífero. Assim, estes cursos de água e áreas ripícolas associadas são ecossistemas parcialmente dependentes de águas subterrâneas, uma vez que a água que neles circula não provém exclusivamente do caudal de base.

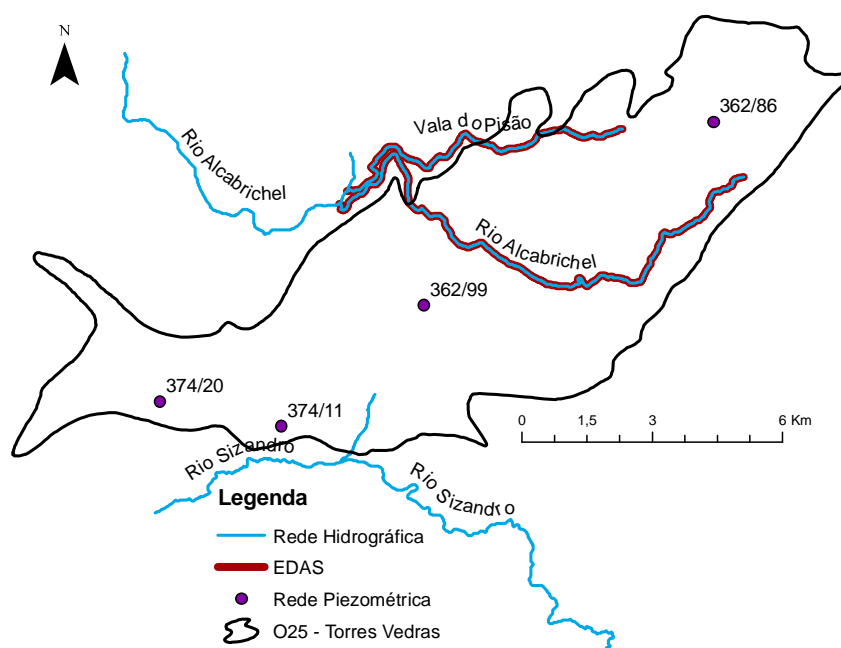
No sector Sul do sistema aquífero situa-se igualmente a cabeceira da linha de água denominada Vala dos Amiais, tributária mais a Sul do rio Sisandro. Neste caso a diminuição de cota entre a cabeceira da linha de água e o ponto onde esta abandona a área do sistema aquífero, atravessando o limite para sul é muito baixa, situando-se todo o percurso a uma altitude próxima de 30 m. A relação geométrica entre o leito do rio e os potenciais hidráulicos registados no sistema aquífero é menos conclusiva pois o ponto de observação mais próximo deste curso de água (374/11) apresenta potenciais hidráulicos inferiores a este valor (Quadro 2.34). Ou seja, de acordo com estes dados e sem outros elementos poderia apontar-se para um comportamento influente deste curso de água, que desta forma contribuiria para a recarga do aquífero.

**Quadro 2.34 – Piezómetros no sistema aquífero de Torres Vedras e registo de valores máximos, mínimos e amplitude das séries**

Ref	PiezoMax	PiezoMin	amplitude
362/86	88,53	84,64	3,89
362/99	60,89	47,22	13,67
374/11	21,62	14,57	7,05
374/20	40,26	35,28	4,98

De acordo com os elementos analisados considera-se o rio Alcabrichel e áreas ripícolas associadas como ecossistemas parcialmente dependentes de águas subterrâneas, uma vez que a água que neles circula não provém exclusivamente do caudal de base. Na Figura 2.29 apresenta-se uma síntese dos resultados obtidos.





**Figura 2.29 – Ecossistemas dependentes de águas subterrâneas (EDAS) no sistema aquífero O25 - Torres Vedras**

Verifica-se que os cursos de água na área deste sistema aquífero não estão consignados como zonas designadas para a protecção de habitats ou de espécies em que a manutenção ou melhoramento do estado da água seja um dos factores importantes para a protecção, considera-se que deverá ser tida em conta no dimensionamento da futura monitorização destas massas de água subterrânea o aprofundamento das relações rio-aquífero de forma integrada no sistema aquífero de Torres-Vedras, sobretudo no seu sector Norte, onde os elementos actualmente existentes apontam claramente para uma maior importância das relações rio-aquífero, sobretudo no que respeita à transferência de caudais de base para os cursos de água.

O aprofundamento das questões levantadas relativamente às relações rio-aquífero para o sistema de Torres-Vedras diz respeito às massas de água de superfície identificadas no Quadro 2.35.

**Quadro 2.35 – Cursos de água na área do sistema aquífero de Torres Vedras**

OBJECTID	EU_CD	NAME	RISK_TOTAL	ENV_OBJECT	RIVER_NAME
1639	PT04RDW1177	Rio Alcabrichel	Em risco	Invertebrados 04/05	Rio Alcabrichel
1641	PT04RDW1179	Rio Alcabrichel	A determinar	-	Ribeira do Casal
1642	PT04RDW1179	Rio Alcabrichel	A determinar	-	Vala do Pisões
1643	PT04RDW1179	Rio Alcabrichel	A determinar	-	Ribeira do Casal
1644	PT04RDW1179	Rio Alcabrichel	A determinar	-	Rio Alcabrichel
1646	PT04RDW1180	Rio Sizandro	Em risco	Estado Ecológico e Químico	Vala do Amiais
1647	PT04RDW1180	Rio Sizandro	Em risco	Estado Ecológico e Químico	Rio Sizandro
1655	PT04RDW1180	Rio Sizandro	Em risco	Estado Ecológico e Químico	Rio Sizandro

#### 2.1.2.5.8 O33 – Caldas da Rainha - Nazaré

Como se pode observar na Figura 2.30 o sistema aquífero de Caldas da Rainha – Nazaré é constituído por dois aquíferos separados.

O sector Norte deste aquífero já foi abordado anteriormente quando se caracterizou o aquífero de Alpedriz, uma vez que estes são coalescentes. Como referido, a densidade de informação sobre a piezometria é reduzida neste sector, existindo apenas dois piezómetros com séries temporais (307/119 e 307/18). No caso do piezómetro localizado mais a sul (307/18) os valores máximos de potencial hidráulico são de cerca de 19m, enquanto que para o piezómetro localizado mais a norte (307/119) estes são bastante mais altos, atingindo valores superiores a 45 m (Quadro 2.36). Dado que à saída do sistema a cota do leito do rio da Areia é de apenas 10 m e que a ele se juntam vários tributados com cabeceira no interior deste sector, é previsível que o caudal de base deste curso de água (um dos principais tributários a Norte do rio Alcobaça que desagua no Oceano Atlântico) esteja pois associado ao sector Norte do sistema aquífero Caldas da Rainha-Nazaré e também ao sistema aquífero de Alpedriz, contribuindo para que os sistemas ripícolas associados, sejam ecossistemas parcialmente dependentes de águas subterrâneas, uma vez que a água que neles circula não provém exclusivamente do caudal de base. Este sector é ainda atravessado por outro afluente do rio Alcobaça (Vala da Levadinha) que apresenta uma cota a montante de 40 m e uma cota a jusante de 10 m, sendo que o piezómetro que se encontra localizado mais próximo (307/18) apresenta um valor máximo de potencial hidráulico de cerca de 19m, admite-se que o aquífero contribua para o caudal de base deste curso de água, contribuindo para que este curso de água e os

sistemas ripícolas associados sejam ecossistemas parcialmente dependentes de águas subterrâneas.

**Quadro 2.36 – Piezómetros no sector Norte do sistema aquífero Caldas da Rainha-Nazaré e registo de valores máximos, mínimos e amplitude das séries**

NINV	PiezoMax	PiezoMin	amplitude
307/119	45,41	26,21	19,2
307/18	19,14	16,4	2,74

O sector Sul deste sistema aquífero é atravessado por diversos rios, que na área mais a sul desaguam na Lagoa de Óbidos e mais a norte desaguam directamente no oceano. Na área mais a sul deste sector, o rio Galvão e um afluente do rio Galvão têm as suas cabeceiras instaladas neste sistema, a uma cota de 20 m e 30 m respectivamente. O rio Galvão reduz para uma cota cerca de 9,7 m quando se junta ao rio Real, e o seu afluente reduz para uma cota cerca de 10 m quando se junta a si. Comparando estas cotas com o potencial hidráulico máximo (Quadro 2.37) para o piezómetro mais próximo (338/2) na ordem dos 21m, é previsível que o afluente do rio Galvão receba caudal de base deste sistema aquífero, contribuindo para que este curso de água e o troço terminal do rio Galvão, e os sistemas ripícolas associados, sejam ecossistemas parcialmente dependentes de águas subterrâneas.

A ribeira da Zambujeira, afluente do rio Real que atravessa este sistema aquífero com uma cota a montante de cerca de 16 m, segue o limite SE deste sistema aquífero apresentando cotas na ordem dos 20 m, comparando estas cotas com o valor máximo de potencial hidráulico (Quadro 2.37) para o piezómetro mais próximo (338/2), torna-se evidente que estes cursos de água não deverão receber contribuições de água por parte do aquífero.

Comparando o potencial hidráulico máximo (Quadro 2.37) do piezómetro mais próximo do rio Arnóia (338/31), de cerca de 26 m, com as cotas a montante e a jusante do referido rio, 16 m e 2,2 m, respectivamente, torna-se evidente que este rio é provavelmente influente no seu sector que atravessa o aquífero Caldas da Rainha-Nazaré.

O rio da Cal possui a cabeceira dentro deste sistema, com uma cota de cerca de 10 m, terminando na Lagoa de Óbidos, quando esta ainda se encontra na área do aquífero. Comparando a cota com os valores de potencial hidráulico máximos registados (Quadro 2.37) pelos piezómetros mais próximos (338/2 e 338/31) verifica-se que este curso de água não recebe caudal de base por parte deste sistema aquífero.

**Quadro 2.37 – Piezómetros no sector Sul do sistema aquífero Caldas da Rainha-Nazaré e registo de valores máximos, mínimos e amplitude das séries**

NINV	PiezoMax	PiezoMin	Amplitude
316/6	6,87	3,10	3,77
326/34	33,00	26,00	7,00
338/2	21,43	10,77	10,66
338/31	25,91	21,72	4,19

A Vala Real, um dos vários cursos de água tributários do rio da Tornada que atravessam este sistema aquífero, tem a sua cabeceira instalada neste sistema a cerca de 10 m reduzindo até cerca de 5 m quando se junta ao rio da Tornada. Por sua vez, a Vala Real tem como afluente um curso de água que inicia o seu percurso, dentro deste sistema a uma cota de cerca de 18 m, como Vala da Palhagueira, terminando como Vala do Paúl quando se junta à Vala Real com uma cota de 2,6 m. Quando comparadas estas cotas com os potenciais hidráulicos máximos (Quadro 2.37) para o piezómetro mais próximo (326/34) verifica-se que estes cursos de água não recebem caudal de base por parte do sistema aquífero.

A ribeira de Alfeizerão é outro tributário do rio da Tornada que atravessa este sistema aquífero, apresentando a montante uma cota de 19,5 m e uma cota de cerca de 4 m quando se junta com o rio da Tornada. Esta ribeira tem como afluente uma outra, a ribeira da Amieira, que tem a sua cabeceira instalada neste sistema aquífero a uma cota de 20 m, juntando-se à ribeira de Alfeizerão a uma cota de cerca de 3 m. Por sua vez, o rio da Tornada atravessa este sistema aquífero apresentado uma cota de cerca de 17 m a montante e 6,4 m a jusante quando termina o limite do sistema aquífero. A comparação entre as cotas destes cursos de água e os valores de potencial hidráulico máximo (Quadro 2.37) para os piezómetros mais próximos (326/34 e 316/6) poderia admitir-se que a ribeira da Amieira recebe contribuições de águas subterrâneas, no entanto para os outros cursos de água esta comparação não torna muito clara a existência de contribuições de águas subterrâneas. Porém, Paz (2009) desenvolveu um modelo conceptual e matemático, para este sector do sistema aquífero, recorrendo às séries para os piezómetros apresentados no Quadro 2.38, que permitiu, entre outras, verificar a dinâmica entre o aquífero e os rios Tornada, Alfeizerão e Arnóia. Considerando o fluxo como sendo aproximadamente de Leste para Oeste, ocorrendo de forma semelhante à rede hidrográfica, deste estudo, ficou concluído que o aquífero contribui para os caudais de base dos rios Tornada e Alfeizerão, sendo esta contribuição condicionada pela extracção. Acresce-se ainda que estas linhas de água

desaguam na baía de S. Martinho do Porto, o que leva a que existam exigências a cumprir no que respeita ao uso destas águas, sob o ponto de vista do seu usos recreativos, uma vez que aqui existe uma importante área balnear.

**Quadro 2.38 – Informação relativa aos piezómetros e características das séries utilizados por Paz (2009), situados sobre o sistema aquífero Caldas da Rainha-Nazaré**

Estação piezométrica	Início/fim da série	Número de dados
316/4*	01/11/00-05/03/03	22
316/6	28/11/00-02/09/08	82
316/118*	01/11/00-27/08/04	35
326/34	28/11/00-02/09/08	65
326/36*	14/03/86-02/05/94	100
338/2	23/01/02-25/03/09	79
338/31	28/12/00-25/03/09	83

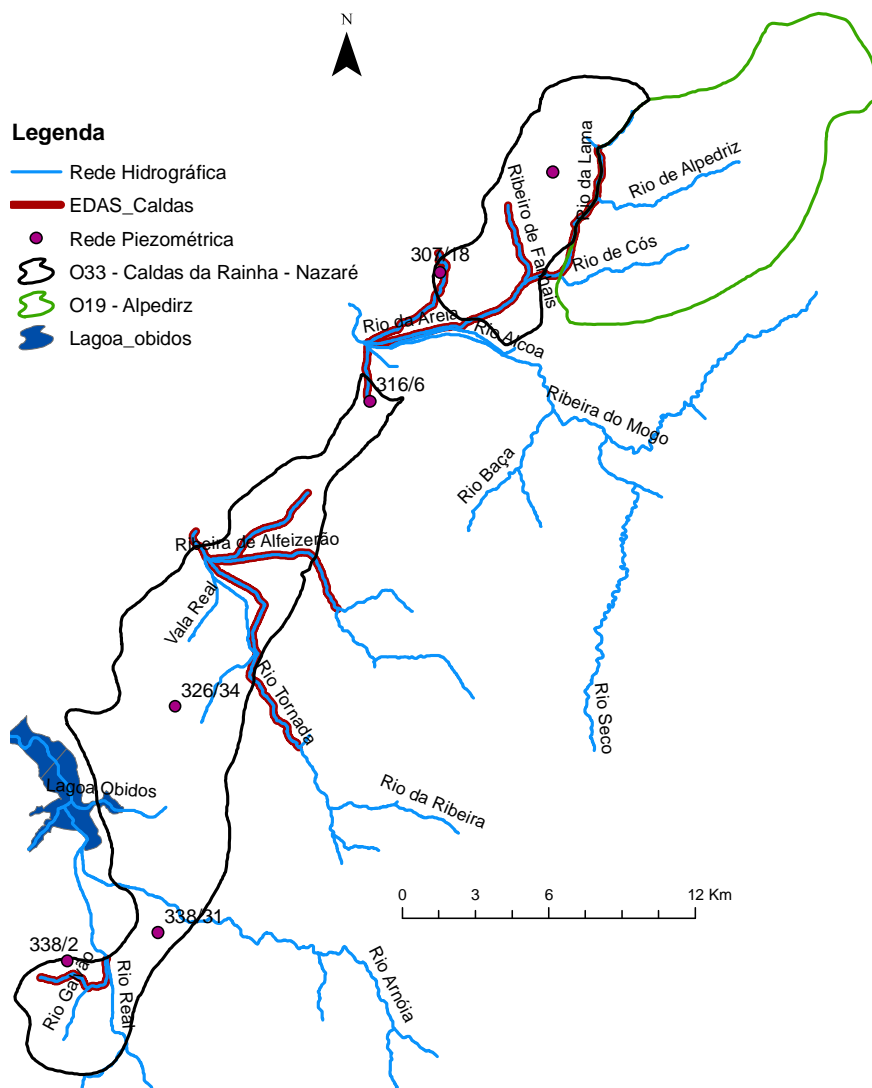
\* Piezómetros que não constam da base de dados disponível para a realização do presente Plano com dados disponíveis noutras fontes.

Na área mais a norte do sector Sul deste sistema aquífero encontra-se ainda a cabeceira de um afluente do rio Alcoa, por sua vez tributário do rio Alcobaça, encontrando-se esta a uma cota de 6,9 m, valor muito próximo do potencial hidráulico máximo registado no piezómetro mais próximo (316/6) que é de 6,87 m (Quadro 2.37), o que indicia a possibilidade deste aquífero poder contribuir para o caudal de base deste curso de água.

Desta forma, deverá considerar-se que, no sector Norte e Sul deste sistema aquífero, respectivamente:

- o rio da Areia e o afluente ribeiro de Fanhais, a vala da Levadinha (afluente do rio Alcobaça);
- o afluente do rio Galvão e consequentemente o troço terminal do rio Galvão, os rios da Tornada e Alfeizerão, a ribeira da Amieira, o afluente do rio Alcoa.

bem como os ecossistemas ripícolas associados a estes cursos de água, poderão depender do caudal de base fornecido por este sistema aquífero. Na Figura 2.30 apresenta-se uma síntese dos resultados obtidos.



**Figura 2.30 – Ecossistemas dependentes de águas subterrâneas (EDAS) no sistema aquífero O33 – Caldas da Rainha - Nazaré**

Considera-se que deverá ser tida em conta no dimensionamento da futura monitorização destas massas de água subterrânea o aprofundamento das relações rio-aquífero de forma integrada no sector Sul e no sector Norte da massa de águas subterrâneas Caldas da Rainha – Nazaré e nas massas de água de superfície identificadas nos Quadro 2.39 e Quadro 2.40.

**Quadro 2.39 – Cursos de água na área do sistema aquífero de Caldas da Rainha – Nazaré no sector norte**

OBECTID	EU_CD	NAME	RISK_TOTAL	ENV_OBJECT	RIVER_NAME
1549	PT04RDW1152	Rio da Lama	A determinar	-	Rio dos Pisões
1550	PT04RDW1152	Rio da Lama	A determinar	-	Rio da BoubÔ
1551	PT04RDW1152	Rio da Lama	A determinar	-	Rio da Lama
1552	PT04RDW1153	Rio da Areia	Não em risco	-	Rio dos Pisões
1554	PT04RDW1153	Rio da Areia	Não em risco	-	Rio da Areia
1556	PT04RDW1154	Ribeiro de Fanhais	A determinar	-	Ribeiro de Fanhais
1559	PT04RDW1155	Rio Alcobaga	A determinar	-	Vala da Levadinha
1569	PT04RDW1158	Rio da Areia	Em risco	Estado Ecológico e Químico	Rio da Areia
1570	PT04RDW1158	Rio da Areia	Em risco	Estado Ecológico e Químico	Rio da Areia

**Quadro 2.40 – Cursos de água na área do sistema aquífero de Caldas da Rainha – Nazaré no sector sul**

OBJECTID	EU_CD	NAME	RISK_TOTAL	ENV_OBJECT	RIVER_NAME
1573	PT04RDW1159	afluente do Rio Alcoa	Não em risco	-	afluente do Rio Alcoa
1581	PT04RDW1163	Rio da Tornada	Em risco	Invertebrados 04/05	Rio da Tornada
1582	PT04RDW1163	Rio da Tornada	Em risco	Invertebrados 04/05	Rio da Tornada
1583	PT04RDW1163	Rio da Tornada	Em risco	Invertebrados 04/05	Ribeira da Amieira
1584	PT04RDW1163	Rio da Tornada	Em risco	Invertebrados 04/05	Ribeira de Alfeizeirão
1585	PT04RDW1163	Rio da Tornada	Em risco	Invertebrados 04/05	Vala Real
1586	PT04RDW1163	Rio da Tornada	Em risco	Invertebrados 04/05	Ribeira de Alfeizeirão
1588	PT04RDW1163	Rio da Tornada	Em risco	Invertebrados 04/05	Vala Real
1589	PT04RDW1163	Rio da Tornada	Em risco	Invertebrados 04/05	Vala do Pa-l
1594	PT04RDW1163	Rio da Tornada	Em risco	Invertebrados 04/05	Rio Tornada
1602	PT04RDW1164	Vala da Palhagueira	Não em risco	-	Vala da Palhagueira
1604	PT04RDW1168	Rio da Cal	Em risco	Zonas Sensíveis	Rio da Cal
1606	PT04RDW1169	Rio Real	Em risco	Zonas Sensíveis	Rio Arnóia
1607	PT04RDW1169	Rio Real	Em risco	Zonas Sensíveis	Rio Real
1608	PT04RDW1169	Rio Real	Em risco	Zonas Sensíveis	Rio Galvão
1609	PT04RDW1169	Rio Real	Em risco	Zonas Sensíveis	afluente do Rio Galvão
1612	PT04RDW1169	Rio Real	Em risco	Zonas Sensíveis	Rio Galvão
1613	PT04RDW1169	Rio Real	Em risco	Zonas Sensíveis	Rio Real
1615	PT04RDW1169	Rio Real	Em risco	Zonas Sensíveis	Ribeira da Zambujeira
4810	PT04RDW1166	Lagoa Óbidos WB2	Em risco	Estado Ecológico	Lagoa Óbidos

#### 2.1.2.5.9 O04RH4 - Orla Ocidental Indiferenciado das Bacias das Ribeiras do Oeste

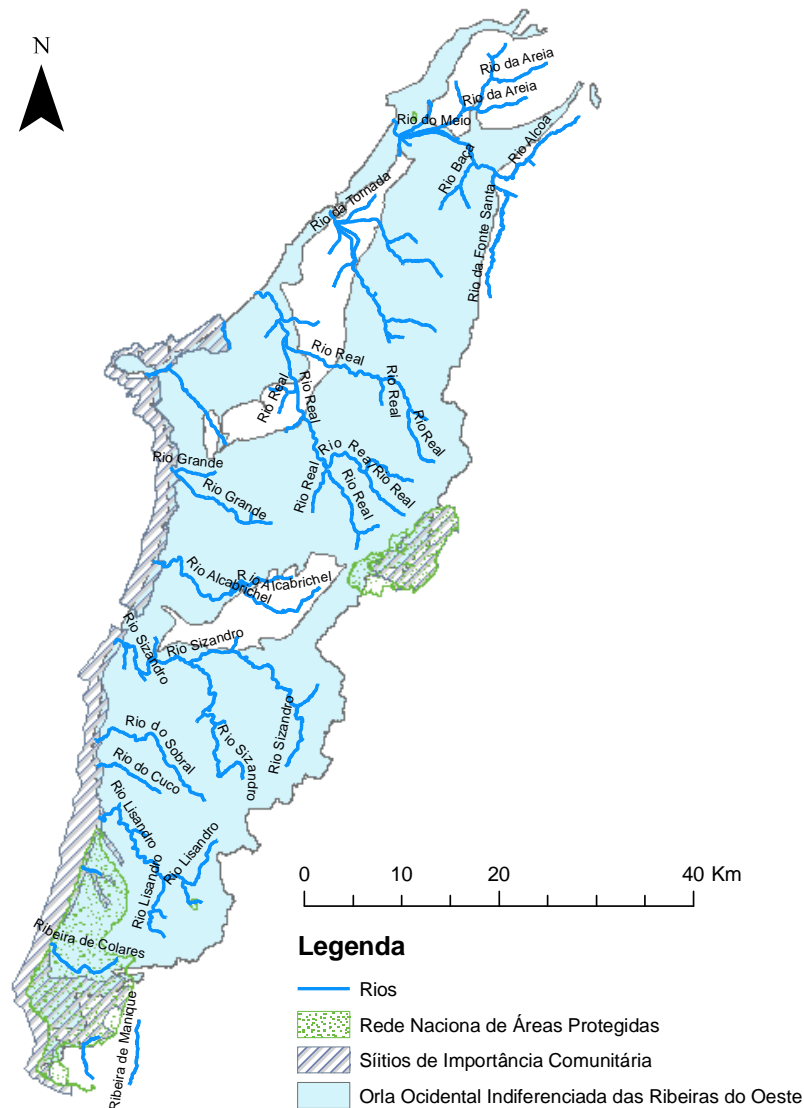
A Orla Ocidental Indiferenciado das Bacias das Ribeiras do Oeste caracteriza-se pela presença de áreas com grande riqueza ecológica, cujo reconhecimento institucional se reflecte na integração de parte da sua área nas Zonas de Protecção Especial de Peniche / Santa Cruz (PTCON0056), de Sintra / Cascais (PTCON0008) e da Serra de Montejunto (PTCON0048). Estes locais foram reconhecidos como sítios de importância comunitária (SIC), como resultado de decisões da Comissão nos 2004/813/CE, de 7 de Dezembro (que adopta a lista dos SIC da região biogeográfica atlântica, e 2006/613/CE, de 19 de Julho (que adopta a lista dos SIC da região biogeográfica mediterrânica). A Portaria n.º 829/2007 de 1 de Agosto, divulga a lista



dos Sítios de Importância Comunitária, de acordo com a Rede Natura 2000. Após seis anos, cada Estado-Membro deverá designar estes Sítios como Zonas Especiais de Conservação (ZEC), que serão posteriormente integradas na Rede Natura 2000. Relativamente às áreas seleccionadas como ZEC, cada Estado-Membro terá de elaborar os respectivos planos e regulamentos de gestão, no sentido de assegurar a manutenção e estado de conservação favorável dos valores naturais identificados.

Ainda sob o ponto de vista dos valores ambientais para os quais existe reconhecimento institucional na área desta massa de água têm-se ainda as áreas protegidas: Sítio Classificado do Monte de São Bartolomeu, Parque Natural de Sintra-Cascais, Paisagem Protegida da Serra de Montejunto e o Sítio Classificado do Campo de Lapiás da Granja dos Serrões. Estas áreas protegidas não são todas passíveis de integrar as zonas com relevância sob o ponto de vista da identificação das zonas designadas para a protecção de habitats ou espécies em que a manutenção ou o melhoramento do estado da água é um dos factores importantes para a protecção dos ecossistemas.

Tal como a sua própria denominação indica, a “Orla Ocidental Indiferenciado das Bacias das Ribeiras do Oeste” não corresponde a um reservatório de águas subterrâneas com identidade bem definida, no sentido de constituir um conjunto de unidades hidrostratigráficas para as quais é possível definir um modelo conceptual de escoamento à escala de toda a massa de água com circulação entre zonas de recarga e descarga com localização comum. Pelo contrário, o avanço do estado do conhecimento hidrogeológico desta região permitirá que se venham a distinguir futuramente aquíferos de menor dimensão ou, pelo menos, sistemas locais e regionais de escoamento que permitam compreender de forma mais profunda a hierarquização do escoamento regional nesta área. Tendo em conta esta realidade não existem meios que permitam estabelecer relações de interdependência entre a dinâmica de circulação de águas subterrâneas à escala na entidade hidrogeológica actualmente denominada “Orla Ocidental Indiferenciado das Bacias das Ribeiras do Oeste” e as massas de água superficiais na sua área de ocorrência que se representam na Figura 2.31.



**Figura 2.31 – Massas de água superficiais incluídas na cobertura cartográfica usadas no presente plano na rede de drenagem superficial com área de ocorrência sobre a Massa de água subterrânea “Orla Ocidental Indiferenciado das Bacias das Ribeiras do Oeste”**

A realização de trabalhos especificamente orientados para a análise das relações rio-aquífero para todos os cursos de água ocorrentes na área desta massa de água subterrânea teria um custo desproporcionadamente elevado, uma vez que na cobertura cartográfica da rede de drenagem utilizada neste plano “ART13\_MDRENA\_PTCONT”, ilustrada na Figura 2.31 foram identificados 138 cursos de água. Em alguns destes casos ver-se-á mais adiante que foram identificadas interdependências destes cursos de água com massas de água subterrâneas existentes em zonas limítrofes da orla ocidental indiferenciado das bacias das ribeiras do Oeste.

#### 2.1.2.5.10 Lagoas Temporárias

A directiva 92/43/CEE classifica os charcos ou lagoas temporárias mediterrânicas como um habitat prioritário, facto que contribuiu para chamar a atenção de investigadores e instituições para este tipo de locais e para a consciencialização da necessidade de aquisição de conhecimento acerca das comunidades e processos ecológicos presentes nestes biótopos.

Este conhecimento é de facto essencial para a definição de medidas para a gestão e conservação deste tipo de lagoas (Machado *et al.*, 1999a). De facto, para além de diversas espécies da sua flora e de anfíbios com estatuto prioritário em termos de conservação e incluídos em diversas directivas e convenções internacionais, foram nelas igualmente detectadas espécies de grandes branquiópodes de cuja presença não existem registos anteriores em Portugal.

Outro aspecto a ter em consideração sob o ponto de vista da importância destas lagoas para a biodiversidade e ecologia da Península Ibérica é a circunstância de albergarem espécies endémicas. Os elementos actualmente disponíveis a este respeito apontam para que a falta de informação da presença de espécies dos taxa Anostraca, Spinicaudata e Notostraca em Portugal se poderá dever à sua ocorrência exclusiva no tipo de habitat representado no nosso país pelas referidas lagoas (Korn *et al.*, 2006, 2010). A análise da distribuição geográfica e das relações dos génotipos da linhagem do género Triops (Crustacea, Notostraca) reforçou ainda a importância da caracterização dos charcos temporários, à escala da Eurásia e do Norte de África, para a compreensão da sua ocorrência.

O cruzamento da distribuição geográfica destas lagoas com as propriedades dos ambientes hidrogeológicos onde ocorrem mostra que tais lagoas são ecossistemas dependentes de águas subterrâneas, pois o seu hidroperíodo é, regra geral, superior ao que corresponderia à simples acumulação de água da chuva em depressões de terrenos pouco permeáveis. Assim, considera-se não haver dúvidas de que as lagoas temporárias (também designadas charcos temporários) se incluem na categoria de zonas protegidas identificadas no Anexo 4 da Directiva 2000/60/CE (Directiva Quadro da Água), nomeadamente na identificação das “Zonas designadas para a protecção de habitats ou de espécies em que a manutenção ou melhoramento do estado da água seja 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 da Directiva

79/409/CEE” (dedicada a garantir a protecção das populações selvagens das várias espécies de aves).

Adicionalmente aos trabalhos académicos citados nos parágrafos anteriores, estudos específicos como o Plano de Conservação para os Charcos Temporários Mediterrânicos na região de implementação do Empreendimento de Fins Múltiplos do Alqueva (EFMA), contribuíram para a identificação de lagoas temporárias em que já foi detectada a presença das espécies que caracterizam estes habitats em grande parte do território continental português. Este trabalho é prosseguido actualmente por uma equipa que inclui vários investigadores da Universidade do Algarve. Estes autores ou co-autores da maioria dos trabalhos dedicados ao estudo da biologia e ecologia destes locais cederam os dados relativos à localização das lagoas temporárias com localização conhecida na área dos PGBH do Tejo e das Ribeiras do Oeste que se apresentam no Quadro 2.41.

**Quadro 2.41 – Charcos temporários na Região Hidrográfica do Tejo e das Ribeiras do Oeste**

Charcos	M (m)	P (m)	Designação
1	285865,64	316329,38	Castelo Branco - Boca Larga
2	296329,58	334922,87	Castelo Branco - Eucaliptal
3	302767,79	333217,67	Castelo Branco - Lagoa da Torre
4	263047,68	315176,28	Castelo Branco - Malhada Velha 1
5	262961,58	315521,04	Castelo Branco - Malhada Velha 2
6	257029,45	320820,00	Castelo Branco - Feiteira
7	271982,00	303450,00	Castelo Branco - Castiça
8	299455,00	323270,00	Castelo Branco - Malhão
9	243636,75	275168,06	Portalegre - Alpalhão 1
10	243646,02	275220,54	Portalegre - Alpalhão 2
11	232588,23	210526,71	Estremoz 1
12	231476,61	211774,24	Estremoz 2
13	151076,84	284369,02	Poldge de Minde
14	140032,37	231633,68	Azambuja 3 - Aluviao Tejo
15	94425,00	207211,00	Sintra-Granja (*)

\* Única lagoa identificada na área das Ribeiras do Oeste

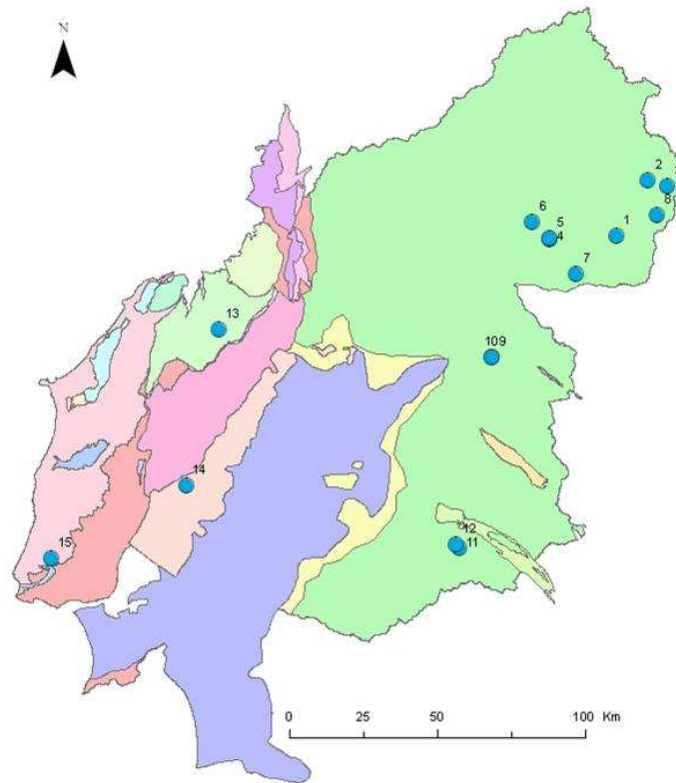
A análise do contexto hidrogeológico destas lagoas temporárias mostra que a sua existência se deve a condições hidrogeológicas locais (e normalmente independentes da dinâmica regional de funcionamento hidráulico dos sistemas aquíferos mais importantes) que se sabe serem sustentação de ecossistemas com características

específicas. Estas são, pelo menos na grande maioria dos casos, ecossistemas com um elevado grau de dependência de águas subterrâneas.

No Quadro 2.41 é fornecida a localização de 15 locais (14 na RH do Tejo e 1 na RH das Ribeiras do Oeste) que foram visitados por especialistas que se têm dedicado ao estudo da biologia e ecologia deste tipo de ecossistemas, neste caso em particular ao estudo de espécies de grandes branquiópodes, cujas características são abordadas nos trabalhos de Korn *et al.* (2006, 2010), Cancela da Fonseca *et al.* (2008), Machado *et al.* (1999a, 1999b).

A análise dos contextos de ocorrência das lagoas temporárias estudadas durante a realização do Plano revelou que estas existem em diferentes ambientes hidrogeológicos. Os casos identificados em que a dependência das lagoas temporárias das águas subterrâneas é menor, ao contrário do que seria de esperar, acontece na área dos aquíferos mais importantes. Deve-se esta circunstância ao facto de nestes casos estas lagoas terem o seu período de existência associado ao retardamento da recarga profunda, devido a depósitos de cobertura que diminuem a velocidade de infiltração. Pelo contrário, nos locais com um substrato hidrogeológico menos permeável, onde os depósitos de cobertura são mais permeáveis do que as litologias subjacentes, tende a haver ocorrência de afloramentos de superfícies freáticas que, em depressões topográficas, levam à existência de lagoas temporárias que podem permanecer inundadas por períodos mais prolongados do que as lagoas que ocorrem sobre a área dos aquíferos mais importantes.

Salienta-se que a cartografia apresentada para as ocorrências de lagoas temporárias apresentadas para a área do presente plano são um subconjunto das lagoas detectadas no terreno, para as quais as faunas específicas destes ambientes já foram identificadas ou, pelo menos, onde as condições no terreno darem fortes indícios de assim acontecer, de acordo com a opinião dos autores que têm dedicado a sua investigação deste tipo de ambientes. Uma vez que já foi coligida a informação relativa à localização deste tipo de EDAS, apresenta-se um mapa com a sua localização (Figura 2.32).



**Figura 2.32 – Localização das lagoas temporárias identificadas como ecossistemas dependentes das águas subterrâneas na área do PGBH do Tejo e Ribeiras do Oeste**

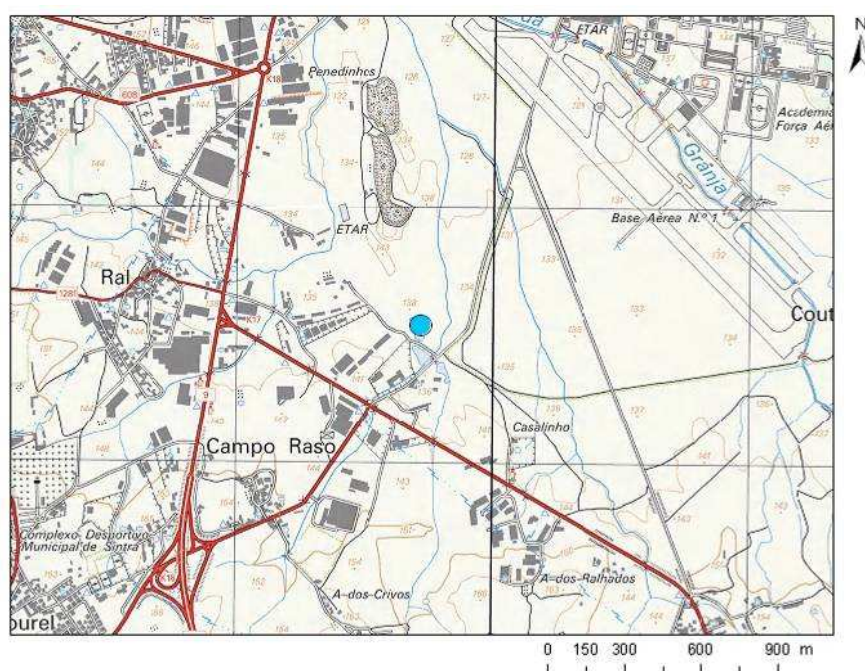
**Identificação: Sintra - Granja**

**Distrito: Lisboa**

**Concelho: Sintra**

**Folha 416 da carta topográfica de escala 1:25 000 do IgeoE.**

O charco temporário Sintra – Granja encontra-se numa área aplanada com uma altitude ligeiramente inferior a 140m (Figura 2.33).



**Figura 2.33 – Localização do charco temporário mediterrânico Sintra - Granja, representado sobre a carta topográfica de escala 1:25 000 do IgeoE**

Sob o ponto de vista geológico, este charco localiza-se na área de ocorrência de arenitos belasianos que se incluem na massa de água subterrânea “Orla Ocidental Indiferenciado das Bacias das Ribeiras do Oeste”.

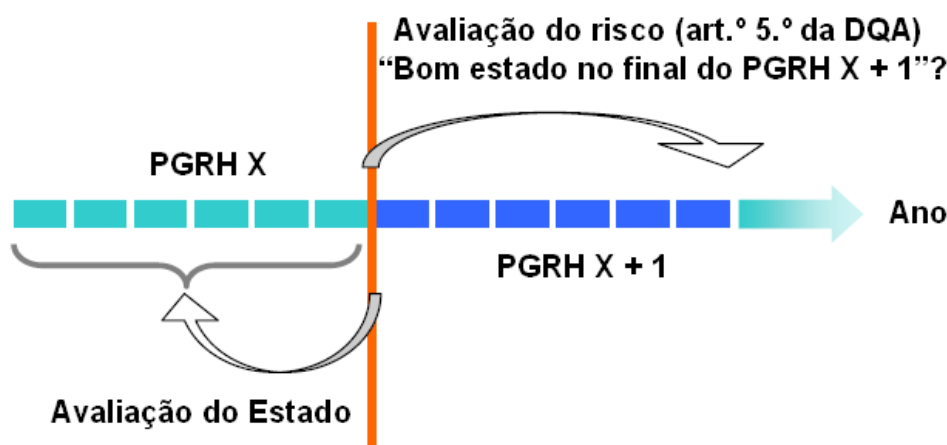
#### **2.1.2.6 Massas de água em risco (2.2.2.5)**

Conforme referido no Documento Guia n.º 18, no início de cada ciclo de Planos de Gestão de Bacia Hidrográfica deve ser feita uma avaliação do risco considerando as pressões e os impactes existentes na região de forma a proporcionar uma estimativa de qual será o estado das massas de águas subterrâneas no final desse ciclo. Esta estimativa deverá ser validada por dados recentes de monitorização de vigilância e pela adequada avaliação das tendências.

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

No final de cada ciclo de Planos, deve ser realizada a classificação do estado para avaliar se a massa de águas subterrâneas está em estado bom e se o programa de medidas tem sido eficaz.

Ainda de acordo com o mesmo documento guia, as duas avaliações (avaliação de risco e avaliação do estado) são susceptíveis de ser executadas em aproximadamente o mesmo tempo, mas são processos separados, paralelos. A avaliação do risco espera pelo final do ciclo do Plano seguinte, e olha para trás para o estado de avaliação no desempenho durante os últimos Planos (Figura 2.34).



Fonte: Documento Guia n.º 18

**Figura 2.34 – A avaliação de riscos olha para o futuro enquanto a avaliação do estado analisa o desempenho passado**

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



- O23 Paço
- O25 Torres Vedras
- O33 Caldas da Rainha – Nazaré

A última condição referida é largamente aprofundada na secção 2.2 onde se apresentam as pressões de origem tónica e difusa que podem pôr em risco a qualidade e quantidade das massas de águas subterrâneas subjacentes, juntamente com o risco de poluição proveniente da eventual ruptura de infra-estruturas que armazenam ou colectam substâncias potencialmente perigosas. Estas últimas estão relacionadas com sistemas de drenagem de águas residuais e industriais, e com o transporte de substâncias perigosas pelas vias de comunicação rodoviárias e ferroviárias. A magnitude do perigo causado por estas substâncias poluentes advém das características físico-químicas dos elementos potencialmente libertados.

A síntese das massas de águas subterrâneas em risco será concluída no próximo relatório com o fecho do cruzamento da informação da localização das infra-estruturas e/ou ocupação do solo e a análise do seu potencial de poluição nas zonas onde se situam essas infra-estruturas.

#### **2.1.2.7 Identificação das zonas potenciais de recarga de aquíferos (2.2.2.6)**

De acordo com o número 5.5.6 da Portaria 1284/2009, trata-se da identificação das zonas potenciais para a promoção da recarga de aquíferos. Esta identificação será feita com base na análise da avaliação espaço-temporal da recarga, que está agora em fase de conclusão, em conjunto com a análise geológica a uma escala mais detalhada (1:50 000).

## **2.2 PRESSÕES NATURAIS E INCIDÊNCIAS ANTROPOGÉNICAS SIGNIFICATIVAS (2.3)**

### **2.2.1 Águas subterrâneas (2.3.2)**

#### **2.2.1.1 Poluição tóxica (impactes associados a casos significativos, existentes e previstos)**

##### **2.2.1.1.1 Situação anterior**

No anterior Plano, a carga poluente de origem tóxica gerada na área do PBHRO (excluindo a parcela lançada no mar pelo Sistema de Saneamento da Costa do Estoril) foi estimada em cerca 21 000 ton/ano expressa em carência bioquímica de oxigénio (CBO5), 36 000 ton/ano expressa em carência química de oxigénio (CQO), 25 000 ton/ano expressa em sólidos em suspensão totais (SST), 900 ton/ano expressa em fósforo total (P total) e 3 000 ton/ano expressa em azoto total (N total). Esses valores sobem, respectivamente, para 31 000, 58 000, 41 000, 1 500 e 5 000 ton/ano, se se incluir a componente da descarga no mar do Sistema de Saneamento da Costa do Estoril.

Nestes valores não se encontram incluídas as contribuições das populações residentes em aglomerados inferiores a 500 habitantes equivalentes e, em termos da contribuição da indústria no P total e no N total, apenas se inclui a contribuição das suiniculturas.

Como se constata pela análise do quadro seguinte, a poluição tóxica urbana é significativamente superior à industrial e a distribuição espacial das cargas poluentes apresenta grandes disparidades regionais.

Quadro 2.42 – Carga poluente tóxica estimada por sub-bacia principal em 1998

Sub-Bacias Principais	Carga Poluente (ton/ano)													
	Tóxica Urbana					Tóxica Industrial					Tóxica Total			
	CBO <sub>5</sub>	CQO	SST	P	N	CBO <sub>5</sub>	CQO	SST	P**	N**	CBO <sub>5</sub>	CQO	SST	P
Alcobaça	3 454,9	6 933,2	4 989,3	180,5	608,6	975	273	1 655	48,1	143,9	4 429,9	7 206,5	6 643,8	228,6
Colares	367,9	728,6	382,1	31,1	102,3	1 040	1 863	225	0,0	0,1	1 407,6	2 591,9	607,6	31,1
Costa do Estoril*	10 527,9	21 055,9	16 381,9	618,9	2 063,0	648	1 113	264	0,0	0,0	11 175,6	22 168,9	16 055,9	618,9
Lagoa de Óbidos	2 090,6	4 342,2	2 903,3	134,6	459,7	356	606	273	1,8	5,3	2 446,6	4 948,9	3 176,4	136,4
Lisandro	1 062,8	2 190,5	1 466,1	73,6	241,4	910	1 486	331	3,6	10,8	1 972,3	3 676,8	1 797,1	77,2
Peniche	2 206,0	4 435,9	3 146,5	125,9	392,2	1 299	1 611	1 323	20,5	63,8	3 506,6	6 050,0	4 379,8	146,4
Safarajujo	892,7	1 760,0	1 259,3	49,4	160,8	259	315	223	4,3	12,8	1 151,4	2 074,9	1 481,8	53,7
S. Martinho	1 385,0	2 807,5	1 989,5	87,6	300,7	1 007	497	1 315	18,6	56,0	2 392,1	3 304,2	3 304,0	106,2
Sizandro	2 027,6	4 064,9	2 817,2	118,8	402,1	586	946	485	6,6	9,8	2 614,2	5 010,6	3 301,6	125,4
Total sem parcela lançada no mar											20 612,2	36 064,4	25 113,2	907,1
Total com parcela lançada no mar											31 096,2	58 232,2	41 052,0	1 523,8

\* Inclui as parcelas do Sistema da SANEST correspondentes aos Concelhos de Amadora, Oeiras e Sintra, que não pertencem à área do PBHRO.

Não foi possível identificar qual a parcela da carga industrial ligada ao sistema municipal que descarrega no mar (SANEST)

\*\* Valores relativos apenas às contribuições das suiniculturas

 > 10 000 ton/ano CBO<sub>5</sub>, CQO, SST; > 500 ton/ano P, N

 2 000-10 000 ton/ano CBO<sub>5</sub>, CQO, SST; 100-500 ton/ano P, N

Fonte: PBHRO (2001)

O universo considerado para as fontes de poluição tóxica foi agrupado em três tipos distintos:

- de origem urbana;
- de origem industrial;
- de origem em instalações de tratamento de resíduos sólidos.

Para cada um destes grupos de origens, o âmbito considerado no PBHRO teve em conta as metodologias adoptadas, como a seguir se indica.

### **Fontes de poluição de origem urbana**

Foram considerados todos os aglomerados com ou sem sistemas de águas residuais, correspondendo ou não a um ou mais pontos de descarga, dotados ou não de instalações de tratamento colectivas com uma população estimada, em 1998, superior ou igual a 500 habitantes-equivalentes (e.p.). A determinação da população equivalente teve em consideração o número de suínos recenseados para cada concelho (com excepção dos existentes em instalações pecuárias abrangidas pela Directiva IPPC, "Integrated Prevention and Pollution Control", transposta para o direito nacional pelo Decreto-Lei n.º 194/2000, de 21 de Agosto, ou nas que dispunham de capacidade para mais 300 porcas reprodutoras dado que estas foram tratadas individualmente com fontes de poluição tóxica). Considerou-se que a distribuição dos efectivos suínos apenas seria aplicável a núcleos com população residente inferior a 2000 habitantes (em 1998).

As cargas poluentes respeitantes às populações residentes nos aglomerados com menos de 500 e.p. foram consideradas como poluição difusa.

No que diz respeito às águas residuais urbanas, destacam-se alguns aspectos relevantes:

- da totalidade da população da área da BHO, cerca de 780 mil habitantes (1998), dispõem de sistemas colectivos de drenagem aproximadamente 78%, com cerca de 66% servidos com instalações de tratamento;
- da população servida com tratamento, é de notar que as áreas mais populosas, na zona da Grande Lisboa, se encontram praticamente servidas (ou estavam em vias de o ser), com cerca de 93% a 100% de nível de atendimento, situando-se no extremo oposto, pela elevada carência de tratamento dos efluentes urbanos, a sub-região do Oeste, onde apenas 53% é sujeita a este tipo de tratamento;

- constatou-se um grande esforço desde 1994 no investimento em instalações de tratamento de águas residuais urbanas, sobretudo nos concelhos de Caldas da Rainha, Cadaval, Peniche, Mafra, Lourinhã e Sintra, cada um com quatro ou mais novas ETAR em funcionamento desde esse ano;
- para aglomerados com dimensão entre 2000 e 15 000 habitantes existem muitos casos de sistemas sem tratamento ou mesmo sem rede de drenagem (caso do concelho de Alcobaça, onde há 27 povoações nestas condições).

### **Fontes de poluição de origem industrial**

Com base na Portaria n.º 744-B/93, de 18 de Agosto, que regulamenta as actividades industriais, tendo em conta o grau de risco para o homem e para o ambiente (classes A, B, C ou D, por grau decrescente de risco) e na Directiva 96/61/CE, relativa às actividades IPPC e Decreto-Lei n.º 194/2000, de 21 de Agosto, cujo objectivo é a redução efectiva da poluição industrial provocada pelos estabelecimentos industriais dos Estados membros da União Europeia, considerou-se o seguinte universo para o inventário levado a efeito no âmbito do PBHRO:

- indústria extractiva (minas);
- instalações licenciadas de Classe A, B e C relativamente aos sectores da Indústria Transformadora (cujas actividades produtivas geram efluentes líquidos industriais) e de Produção de Electricidade;
- instalações de criação de aves abrangidas pela Directiva IPPC, ou seja, instalações licenciadas para criação intensiva de aves de capoeira com espaço para mais de 40 000 aves;
- instalações suinícolas com mais de 300 reprodutoras e/ou 2 500 efectivos (incluindo nomeadamente as instalações IPPC).

Quanto à poluição tóxica de origem industrial:

- relativamente à indústria extractiva foram identificadas 4 explorações mineiras em actividade produtiva localizadas nos concelhos de Óbidos e Torres Vedras, sendo as substâncias extraídas o caulino, o diatomito e o salgema;
- no que se refere à indústria transformadora, o tecido industrial caracteriza-se por uma grande quantidade de unidade industriais de pequena dimensão, que se distribuem pelos sectores tradicionais, como

a alimentação, fabricação de produtos metálicos e fabricação de produtos minerais não metálicos. Existem também unidades industriais de maior dimensão das quais se destacavam a Belgados, a Fricarnes, a Avibom-Persuínos, a Delphi Packard, a Euster e a Frismag, entre outras. Destaque ainda para as unidades químicas que assumem um importante papel no concelho de Sintra. A actividade industrial centra-se, fundamentalmente, nos concelhos de Sintra e Torres Vedras.

- na indústria transformadora, são os sectores alimentar e da indústria química os maiores responsáveis pela carga poluente produzida. As actividades que geram maior carga poluente são o abate de animais e a fabricação de produtos à base de carne. As actividades sazonais não apresentavam valores significativos no contexto da BHO, correspondendo quase totalmente à fabricação de vinho;
- relativamente à actividade suinícola na bacia em estudo, o levantamento efectuado revelou a existência de um elevado número de explorações (algumas delas de grande dimensão e com sistemas de tratamento inadequados), que descarregam efluentes com significativas cargas orgânicas em linhas de água. De acordo com a estimativa de cargas efectuada, cerca de 36% da carga poluente total em CBO<sub>5</sub> e de 70% em SST com origem na actividade industrial são da responsabilidade da actividade suinícola;
- apesar das suiniculturas (tendo em conta o âmbito do estudo) se encontrarem distribuídas por toda a área do PBHRO, a maior densidade de carga poluente associada a este tipo de explorações encontrava-se nos concelhos de Alcobaça e de Peniche. Este facto é notório na estimativa de cargas poluentes efectuada, que permite verificar que as áreas respectivas das sub-bacias Alcobaça e S. Martinho apresentam uma elevada densidade de carga de poluição (nestas sub-bacias secundárias as cargas poluentes com origem na suinicultura correspondem respectivamente a 98% e 73% da carga em CBO<sub>5</sub>).

### **Instalações de deposição e tratamento de resíduos sólidos**

Foram inventariadas e caracterizadas as seguintes instalações:

- lixeiras em exploração;

- instalações de tratamento e destino final de resíduos sólidos urbanos ou industriais (abrangidas ou não pela Directiva IPPC), sejam aterros sanitários ou de outro tipo.

As instalações de tratamento e destino final de resíduos industriais, exclusivas das diversas unidades industriais, quando existentes, foram tratadas no âmbito das fontes de poluição industrial. À data do levantamento identificaram-se 12 lixeiras (das quais três estavam desactivadas) e quatro aterros sanitários (dos quais um desactivado e outro em construção), sendo dois deles instalações IPPC.

### **Cargas poluentes tóxicas e sua densidade**

Quanto às cargas poluentes tóxicas de origem urbana concluiu-se que:

- a principal contribuição individual por sub-bacia principal é a da sub-bacia Costa do Estoril quanto à CBO5 (com 43,8%), CQO (com 43,6%), SST (com 46,4%), P total e N total (ambos com 43,6%);
- a sub-bacia principal Alcobaça, seguida das de Peniche, Lagoa de Óbidos e Sizandro totalizavam, no seu conjunto, cargas poluentes da mesma ordem das da sub-bacia Costa do Estoril.

Quanto às cargas poluentes tóxicas de origem industrial, conclui-se que as sub-bacias com contribuições mais relevantes são Colares, Peniche e S. Martinho, que representam individualmente cerca de 14 a 18% do total de cargas poluentes industriais da área da bacia.

No que se refere às densidades de carga tóxica, concluiu-se o seguinte:

- a sub-bacia Costa do Estoril tem o lugar mais destacado quanto à densidade de carga tóxica total, para qualquer dos parâmetros avaliados;
- quanto à poluição tóxica urbana, a maior densidade regista-se também na sub-bacia Costa do Estoril, seguindo-se-lhe, em segundo lugar, a grande distância, a sub-bacia Asfarujo;
- no que respeita à poluição tóxica industrial, o lugar mais relevante cabe às sub-bacias Colares, Costa do Estoril e Lisandro, em CBO5 e CQO, às sub-bacias S. Martinho, Alcobaça e Peniche quanto aos SST, ou à sub-bacia Alcobaça quanto ao P total e N total.

### 2.2.1.1.2 Situação actual

#### 2.2.1.1.2.1 Adegas

##### **Enquadramento e informação de base**

As Adegas são indústrias transformadoras que podem exercer pressão ambiental, como fonte difusa ou fonte pontual de poluição. O sector caracteriza-se por:

- Elevado número de unidades, dispersas geograficamente;
- Laboração sazonal, cerca de 3 meses no ano (Setembro a Novembro).

De acordo com o diagnóstico apresentado na ENEAPAI – Estratégia Nacional Para os Efluentes Agro-Pecuários e Agro-Industriais (2007), aprovada pelo Despacho Conjunto n.º 8277/2007, de 2 de Março, na campanha de 2005/2006 foram reconhecidas pelo IVV, Instituto da Vinha e do Vinho, 38 683 locais de vinificação mas a grande maioria são pequenas ou muito pequenas, sem expressão. Apenas 475 adegas produziram mais de 1000 hl, representando 85% da produção nacional.

As maiores produções encontravam-se na região do Ribatejo e Oeste, enquanto as adegas com maior dimensão média se encontravam na região do Alentejo. Nos concelhos de Almeirim, Alenquer e Torres Vedras observavam-se os valores mais altos do vinho produzido. Era esperado um reforço da tendência de concentração em unidades de maior dimensão.

Na campanha de 2004/05, o IVV reconheceu 475 adegas com produção superior a 1000 hl em todo o país. Para a mesma campanha, a informação ambiental fornecida pelas CCDR apenas permitia identificar 17% (79 adegas), às quais corresponde uma produção de cerca de 38%.

De acordo com a análise efectuada no documento citado, os sectores da agro-indústria têm maior expressão em termos de carga orgânica. A carga poluente gerada pelo sector das adegas para Portugal Continental, foi estimada em 452.000 habitantes equivalente de CBO<sub>5</sub>, em 55 000 de Azoto e 19 000 de Fósforo.

Analisando a pressão por região hidrográfica, concluiu-se que o sector adegas tem peso significativo na região hidrográfica Tejo/Ribeiras do Oeste (região do Oeste, Ribatejo e Alentejo), Sado, Mondego (região do Dão) e na região hidrográfica Douro (Trás-os-Montes).



Finalmente foram identificados os concelhos e as regiões de maior pressão e definidos Núcleos de Acção Prioritária (NAP), interessando à bacia hidrográfica das ribeiras do Oeste o Núcleo C com os seguintes concelhos: Alenquer, Bombarral, Cadaval, Mafra e Torres Vedras.

A ARH Tejo promoveu o tratamento dos processos de licenciamento relativos aos lagares existente neste organismo, cruzando ainda com a informação proveniente do REF, IPCC, PRTR, EIA, LA, INGA e REAI. Os dados avaliados foram recolhidos na ARH Tejo pelos seus estagiários que compilaram num ficheiro EXCEL os dados das licenças emitidas.

Assim, a informação de base que foi utilizada no presente estudo corresponde aos dados recolhidos nos processos de licenciamento existentes na ARH Tejo pelo consórcio. Esses dados serão apresentados no próximo relatório. Os dados recolhidos, todos referentes ao CAE 11021, podem agrupar-se da seguinte forma:

- Identificação do titular (nome, NIF, morada) e do processo (n.º da ARH, TURH, datas de início/fim);
- Caracterização da instalação (capacidade instalada, produção, processo de fabrico);
- Caracterização das águas residuais (origem, tipo de tratamento, tempo de retenção, localização, caudal máximo de descarga, concentração do afluente e do efluente, meio receptor);
- Valorização e/ou reutilização (finalidade, volume, área de espalhamento), informação relativa a autocontrolo (parâmetros, periodicidade), outras informação (REF, IPCC, PRTR, EIA, LA, INGA, REAI).

No ficheiro fornecido, há um total de 5 adegas nos concelhos de Alenquer (1), Cadaval (1), Mafra (1) e Torres Vedras (2), não constando adegas nos concelhos de Alcobaça e Sobral de Monte Agraço. A listagem de explorações fornecida pelas DRAP Centro e LVT indica mais 15 adegas em concelhos desta região: 6 em Alenquer, 3 em Loures, 2 no Bombarral e 1 no Cadaval, em Sintra e em Torres Vedras.

De acordo com o anterior Plano, baseado nos dados fornecidos pelo INE, existiam 11 instalações ligadas à produção de vinho, assim distribuídas: 1 adega nos concelhos de Alcobaça, Alenquer, Bombarral e Sobral de Monte Agraço; 2 adegas nos concelhos de Cadaval e Mafra e 2 adegas em Torres Vedras.

É de salientar que apenas a partir de Janeiro de 2009 se tornou obrigatória esta licença que, anteriormente, era apenas obrigatório para os estabelecimentos cuja

actividade económica estivesse integrada nos CAE 15931 e 15950 (produção de vinhos comuns a partir de uvas adquiridas a terceiros; de licores, espumantes e espumosos), excluindo-se o vitivicultor com produção de vinho no local de exploração a partir de uvas de produção própria (CAE 01132). Ainda segundo o Decreto-Lei nº209/2008, de 29 de Outubro, estas indústrias podem ser licenciadas por várias entidades, como a Direcção Regional de Economia, Câmara Municipal territorialmente competente ou entidade gestora da ALE (sociedade comercial de capitais privados, públicos ou mistos responsável pelo integral cumprimento da licença da área de localização empresarial, ALE), de acordo com a sua dimensão. Assim, será de esperar que as licenças emitidas pela ARH Tejo não abranjam a totalidade dos produtores. Aliás, segundo dados recolhidos junto das Direcções Regionais de Agricultura e Pescas do Centro e Lisboa e Vale do Tejo, existem mais 15 adegas mas não foi possível tomá-las em consideração por falta de dados de localização, produção, etc.

Muitos dos itens indicados na informação de base têm pouca ou nenhuma informação. Estão neste caso, destacando os mais importantes, a produção, o tempo de retenção das águas residuais, a concentração do afluente e do efluente, os volumes de valorização e reutilização, os dados de autocontrolo, etc. Do ficheiro fornecido pela ARH Tejo, só 12 instalações dispunham de dados de concentrações para o afluente e apenas 1 para o efluente, não se situando nenhuma delas na bacia hidrográfica das ribeiras do Oeste.

### **Metodologia e procedimentos**

De acordo com a metodologia prevista, as cargas poluentes são calculadas com base nos dados de autocontrolo ou de controlo (fiscalização), sempre que se disponha desses dados.

Uma vez que não se dispõe da informação de autocontrolo, teve de se recorrer à aplicação de coeficientes de poluição, definidos com base na bibliografia existente, aos volumes de efluentes produzidos. Como nem sempre se dispõe de dados de volume de efluentes, foi também necessário proceder ao seu cálculo a partir de coeficientes indicados na bibliografia, como a seguir se explicita.

Do processo de vinificação conduzido nas adegas resultam efluentes líquidos e resíduos sólidos.

Os resíduos sólidos são constituídos por produtos comuns às indústrias transformadoras, como seja embalagens, paletes, vidros e outros, mas também por resíduos específicos, como engaços, bagaços e outros resíduos de filtração e centrifugação (terras e borras) que vão sendo retirados da matéria-prima, conforme esta vai sendo processada. Estes resíduos são geridos como tal e directamente encaminhados para destino final, seja este a reciclagem, o encaminhamento para aterro, ou a valorização energética, como é o caso dos engaços. Estes também podem servir de alimento a animais ou ainda ser transformados em composto e aplicados ao solo como adubo, tal como as grainhas e o folhelho.

As águas residuais produzidas têm origem nas lavagens das cubas de fermentação e maturação, na lavagem de embalagens reutilizáveis, no enxaguamento de embalagens novas, nas lavagens de equipamento e pavimentos.

A composição dos efluentes das adegas apresenta uma grande variabilidade, de acordo com a sua capacidade, a tecnologia utilizada, o tipo de uva e fundamentalmente, a estratégia do processo face à segregação de correntes sólidas e correntes líquidas concentradas e diluídas (MONTEIRO, 1996).

A quantidade de efluentes produzidos nos meses de Agosto a Outubro, período considerado de campanha, é muito superior ao verificado nos restantes meses do ano, podendo ser 10 vezes superior.

Os efluentes podem ser subdivididos em dois grupos: a fase solúvel e a fase insolúvel. A fase solúvel é facilmente biodegradável (excluindo os polifenóis) e é constituída fundamentalmente por matéria orgânica das próprias uvas, produtos enológicos e produtos de limpeza: ácidos orgânicos, açúcares, álcoois, ácidos, soda e sais.

A fase insolúvel caracteriza-se pela sua baixa biodegradabilidade, pois tem partículas orgânicas e inorgânicas. É constituído fundamentalmente por folhas, grainhas, engaço, terras de filtração e Bitartarato de potássio.

Em geral, os efluentes produzidos possuem uma elevada concentração nos parâmetros CQO e CBO<sub>5</sub>, sendo efluentes facilmente biodegradáveis em sistema convencional de tratamento biológico. Assim, a maior parte das adegas, cerca de 46% do total nacional (IGAOT, 2005), optam por ligar os seus efluentes à rede de colectores municipais, muitas vezes sem qualquer sistema de pré-tratamento, apesar do Decreto Regulamentar n.º 23/95, de 23 de Agosto, determinar que as águas

residuais das indústrias alimentares de fermentação e de destilarias, só são admitidas nos colectores públicos após análise, caso a caso, da necessidade de pré-tratamento.

As adegas que optaram pela construção de sistemas de tratamento próprio, cerca de 27%, enfrentam, usualmente, graves problemas pelo facto de se tratar de uma actividade com uma grande componente sazonal. Os restantes 26% rejeitam os seus efluentes directamente no solo (IGAOT, 2005).

As descargas de águas residuais destes sectores não têm legislação específica, estando abrangidos pela legislação comum ao das águas residuais domésticas como o Decreto-Lei n.º 236/98 de 1 de Agosto no Anexo XVIII.

Resumidamente, os efluentes vinícolas provêm quer dos componentes da uva, do mosto e do vinho, quer de produtos de limpeza utilizados, quer dos produtos utilizados durante o processo de vinificação. Estes efluentes apresentam as seguintes características:

- Carácter ácido, excepto quando se utilizam produtos de limpeza alcalinos;
- Elevada concentração em matéria orgânica;
- Matéria suspensa;
- Carácter sazonal, com grande variabilidade das quantidades ao longo do ano;
- Grande variabilidade em termos qualitativos, conforme o processo de vinificação.

Como se referiu anteriormente, a bibliografia analisada permite concluir que as concentrações dos efluentes são muito variadas, não só por causa dos diferentes processos mas, fundamentalmente, por a água ser adicionada na lavagem em quantidades muito variáveis. Optou-se por utilizar os dados referidos por Cartaxo (1985), que indica cargas médias por processo, por se ter verificado que apresenta dados consistentes e coerentes com a bibliografia mais actual.

É de salientar a falta de dados bibliográficos para as cargas de azoto e fósforo, o que se deve à reduzida carga que estes representam. Como é referido por Vieira (2009), este efluente apresenta normalmente uma carência muito acentuada em azoto e fósforo, com a relação CBO/N/P muitas vezes próxima de 100/1/0,3 sendo por vezes necessário adicionar ureia e ácido ortofosfórico para garantir a síntese celular da biomassa durante o tratamento.

**Quadro 2.43 – Cargas produzidas por uma tonelada de matéria-prima na indústria vitivinícola**

Uvas	Vinho	Efluente	CQO	CBO5	SST
1 Tonelada	0,75 m <sup>3</sup>	1,5 m <sup>3</sup>	7,5 kg	4,5 kg	0,6 kg

Fonte: Cartaxo (1985)

Assim, em primeiro lugar, a partir dos dados fornecidos pela ARH Tejo, construiu-se uma tabela para onde se extraiu a seguinte informação: capacidade instalada, produção (ambas em hectolitros de vinho por ano), matéria-prima (kg de uvas), processos de fabrico, tipo de tratamento, tempo de retenção, caudal máximo de descarga (m<sup>3</sup>/ano).

Nesta região hidrográfica foram identificadas 4 instalações, das quais uma não tinha qualquer tipo de dados quantitativo e as restantes apresentavam dados de capacidade instalada. A adega que não apresentava qualquer tipo de dados não foi considerada.

Para calcular as cargas poluentes, sempre que existia indicação do caudal máximo de descarga (que na realidade corresponde a um volume pois é expresso em m<sup>3</sup>/ano), multiplicou-se o respectivo valor pelas concentrações indicadas no quadro anterior.

Quando não se dispunha de volumes de efluentes, calcularam-se as cargas a partir dos dados de capacidade instalada (hl vinho/ano) ou de matéria-prima (kg de uva/ano), também de acordo com os valores apresentados no quadro anterior.

Como todas estas instalações mencionam alguma forma de tratamento biológico e encaminhamento do efluente tratado para uma linha de água, englobam-se no tipo de poluição pontual ou tónica.

O processo de tratamento é em geral por lamas activadas, pelo que foram calculadas as cargas descarregadas nas linhas de água, tendo em conta uma eficiência de tratamento de 70% do CQO e 80% do CBO5 e SST (METCALF & EDDY, 2003).

## **Resultados**

No quadro seguinte apresentam-se os resultados obtidos por sub-bacia e massa de água subterrânea.

**Quadro 2.44 – Poluição Tópica originada pelas adegas da BHRO**

Sub-Bacia	Massa de Água Subterrânea		Uvas	Efluente	Cargas do Efluente (ton/ano)		
	Nome	Código	ton/ano	m <sup>3</sup> /ano	CQO	CBO <sub>5</sub>	SST
Oeste 2	Orla Ocidental Indiferenciado das Bacias das Ribeiras do Oeste	PT_O04RH4	26 523,3	60 417,8	60,4	29,7	4,0

#### 2.2.1.1.2.2 Lacticínios

##### Enquadramento e informação de base

De acordo com o diagnóstico apresentado na ENEAPAI – Estratégia Nacional Para os Efluentes Agro-Pecuários e Agro-Industriais (2007), o sector dos lacticínios tem alguma importância para a economia nacional, sendo que no período entre 2000 e 2003 representou um volume de negócio de 13% do sector das indústrias alimentares e de bebidas (ENEAPAI, 2007).

No sector dos lacticínios existem dois grandes grupos de unidades produtivas:

- Unidades de grande dimensão, de transformação de leite e produtos lácteos;
- Unidades de menor dimensão, fundamentalmente de produção de queijo tradicional.

As unidades de transformação de leite e produtos lácteos, de grande dimensão, utilizam no seu processo de transformação cerca de 86% do leite laborado mas representam apenas cerca de 5% das unidades produtivas.

Relativamente a estas unidades, a informação fornecida pelas CCDR e pelo INAG identificava 9 unidades das 15 unidades licenciadas pelo MADRP nas regiões de Lisboa e Vale do Tejo e Centro.

Considerava-se que as queijarias de pequenas dimensões exercem maior pressão sobre o ambiente por nem sempre darem o melhor destino aos seus efluentes, enquanto as restantes unidades agro-industriais, face à sua dimensão e especialização, já dispõem de soluções para o tratamento das suas águas residuais.

As queijarias representavam cerca de 560 unidades, principalmente concentradas na região da Beira Interior, com predominância das zonas da Serra da Estrela, Castelo Branco e Fundão (60%) e Alentejo, essencialmente nos concelhos de Nisa, Borba e Serpa (13%).

Relativamente às unidades constantes da informação disponibilizada pelas CCDR, concluiu-se que 42% têm licença de descarga para rejeição das águas residuais, 13% têm indicação que a descarga é realizada no solo, 62% tem indicação que a descarga é realizada na linha de água e 6% descarrega no colector municipal.

Foram definidos 6 Núcleos de Acção Prioritária (NAP) apenas para as queijarias pois, como já se referiu, as unidades de grande dimensão serem em pequeno número e disporem já de soluções de tratamento próprias. Nenhum destes NAP abrange concelhos da região hidrográfica das ribeiras do Oeste.

De acordo com a análise efectuada no documento citado, os sectores da agro-indústria têm maior expressão em termos de carga orgânica. A carga poluente gerada pelo sector das queijarias para Portugal Continental, foi estimada em 274 000 habitantes equivalente de CBO<sub>5</sub>, em 49 000 de Azoto e 14 000 de Fósforo.

A ARH Tejo promoveu o tratamento dos processos de licenciamento relativos às unidades de lacticínios existentes neste organismo, cruzando ainda com a informação proveniente do REF, IPCC, PRTR, EIA, LA, INGA e REAI. Os dados avaliados foram recolhidos na ARH Tejo pelos seus estagiários que compilaram num ficheiro EXCEL os dados das licenças emitidas.

Assim, a informação de base que foi utilizada no presente estudo corresponde aos dados recolhidos nos processos de licenciamento existentes na ARH Tejo pelo consórcio. Esses dados serão apresentados no próximo relatório.

Os dados recolhidos, todos referentes ao CAE 11021, podem agrupar-se da seguinte forma:

- Identificação do titular (nome, NIF, morada) e do processo (nº da ARH, TURH, datas de início/fim);
- Caracterização da instalação (capacidade instalada, produção, processo de fabrico);
- Caracterização das águas residuais (origem, tipo de tratamento, tempo de retenção, localização, caudal máximo de descarga, concentração do afluente e do efluente, meio receptor);

- Valorização e/ou reutilização (finalidade, volume, área de espalhamento), informação relativa a autocontrolo (parâmetros, periodicidade), outras informação (REF, IPCC, PRTR, EIA, LA, INGA, REAI).

No ficheiro fornecido, há um total de 24 unidades das quais apenas 3 se situam na RHO, concelhos de Sintra, Mafra (2) e Torres Vedras. De acordo com o anterior Plano, baseado nos dados fornecidos pelo INE, este sector encontrava-se representado por 10 instalações localizadas nos concelhos de Caldas da Rainha (1), Cascais (1), Mafra (2), Sintra (2), Torres Vedras (3) e Sobral de Monte Agraço (1). No entanto, dos 4 inquéritos respondidos, 3 foram invalidados por encerramento das instalações, ou por produção artesanal.

É de esperar que as licenças emitidas pela ARH Tejo não abranjam a totalidade dos produtores. Aliás, segundo dados recolhidos junto das Direcções Regionais de Agricultura e Pescas do Centro e Lisboa e Vale do Tejo, existem mais 5 indústrias de lacticínios nos concelhos abrangidos por este Plano mas não foi possível tomá-las em consideração por falta de dados de localização, produção, etc.

Muitos dos itens indicados na informação de base têm pouca ou nenhuma informação. Estão neste caso, destacando os mais importantes, a produção, o tempo de retenção das águas residuais, a concentração do afluente e do efluente, os volumes de valorização e reutilização, os dados de autocontrolo, etc. Do ficheiro fornecido pela ARH Tejo, das 4 instalações nenhuma apresentava dados de autocontrolo e de acordo com o TURH, todas descarregavam os efluentes para linha de água pelo que se devem considerar como fontes de poluição tópica.

### **Metodologia e procedimentos**

De acordo com a metodologia prevista, as cargas poluentes são calculadas com base nos dados de autocontrolo ou de controlo (fiscalização), sempre que se disponha desses dados.

Uma vez que não se dispõe da informação de autocontrolo, teve de se recorrer à aplicação de coeficientes de poluição, definidos com base na bibliografia existente, aos volumes de efluentes produzidos. Como nem sempre se dispõe de dados de volume de efluentes, foi também necessário proceder ao seu cálculo a partir de coeficientes indicados na bibliografia, como a seguir se explicita.

A indústria dos lacticínios caracteriza-se por ter uma ampla variedade de produtos e portanto, uma ampla variedade de processos que produzem subprodutos muito



distintos, como sejam: leite, iogurtes, sobremesas lácteas, manteiga, queijos, natas, leite em pó e leite condensado.

Os diferentes processos são genericamente explicados na seguinte sequência (IPPC, 2006):

- **Recepção de Leite:** em geral, a ordenha dos animais é efectuada em locais diferentes de onde é processado o leite e portanto é necessário o seu transporte em camiões cisterna e armazenamento em tanques de recepção. Estes passos são muito importantes pois, nalguns casos, é na lavagem destes tanques, que são produzidos grande parte dos efluentes;
- **Processamento:** este passo consiste em submeter o leite cru a operações de filtração, clarificação, padronização e pasteurização/esterilização;
- **Tratamento Térmico:** nesta fase o leite é submetido a uma elevação de temperatura, que varia consoante o processo, com o fim de destruir os microrganismos patogénicos;
- **Elaboração de Produtos:** depois dos tratamentos sofridos anteriormente, o leite fica pronto para ser encaminhado para o fim a que se destina.

A produção de efluente industrial é considerado o principal impacto ambiental deste sector, com origem em:

- Lavagem e limpeza de produtos remanescentes em camiões, tanques, linhas, maquinas e equipamentos envolvidos na produção;
- Derrames, devido a operação deficiente de equipamentos e transbordos ou devido ao arranque/paragem do pasteurizador;
- Eliminação de subprodutos, como o soro ou ácido láctico.

Em termos de volume de efluente, verifica-se que o processo inicial de transformação de leite cru em leite padronizado/pasteurizado é aquele que produz menores volumes, sendo estes provenientes principalmente da limpeza de equipamentos. Por outro lado, o processo de produção de queijo produz uma quantidade de efluente até 5 vezes superiores proveniente, principalmente, do soro eliminado. No quadro abaixo apresentam-se as relações recolhidas na bibliografia consultada.

**Quadro 2.45 – Volumes produzidos por m<sup>3</sup> de leite recebido, em função do produto fabricado**

Volume de efluente/m <sup>3</sup> de leite utilizado	
Pasteurização e engarrafamento de leite	1,3 m <sup>3</sup>
Indústria do queijo	7,5 m <sup>3</sup>
Indústria de laticínios	5,0 m <sup>3</sup>

Fonte: Cartaxo, 1985

Os efluentes são constituídos fundamentalmente por leite, gorduras, sólidos dos clarificadores, restos de produtos e detergentes e desinfetantes usados na limpeza. Estes constituintes levam a que o efluente tenha altos teores de matéria orgânica, óleos, gorduras, azoto e fósforo e grande variação de pH que é inicialmente neutro mas, ao longo da fermentação láctica, produz ácido láctico que reduz o pH. Podem também ter alta condutividade, especialmente na produção de queijos onde é utilizado cloreto de sódio (IPPC, 2006).

No quadro seguinte apresentam-se as características das águas residuais efluentes da indústria dos laticínios segundo os vários autores consultados.

**Quadro 2.46 – Concentrações de efluentes de indústrias de laticínios**

Parâmetro (m/g/l)	IPPC	ABIQ	Cartaxo (*)		
			Pasteurização e Engarrafamento	Indústria do Queijo	Indústria de Laticínios
SST	135-8 500	100-2 000	1 000	186	220
CQO	500-4 500	6 000	1 384	2 680	2 020
CBO	450-4 790	4 000	692	1 773	1 420
Azoto	15-180	116	-	-	-
Fósforo	20-250	0,1-46	-	-	-

(\*) Calculado a partir das cargas e volumes de efluentes do quadro anterior

Fonte: Cartaxo, 1985; IPPC, 2006; ABIQ, 2006, citado no GTA IPL, 2008

Para o cálculo das cargas produzidas por cada unidade, optou-se por considerar os valores resultantes de Cartaxo, 1985, para SST, CQO e CBO5 que se situam no intervalo de valores indicados por IPPC, 2006; e os valores médios do intervalo indicado por IPPC, 2006 no que se refere ao azoto e fósforo. Assim, foram considerados os seguintes coeficientes:

**Quadro 2.47 – Coeficientes adoptados para as indústrias de lacticínios**

<b>Parâmetro (m/gl)</b>	<b>Pasteurização e Engarrafamento</b>	<b>Indústria do Queijo</b>
SST	1 000	186
CQO	1 384	2 680
CBO	692	1 773
Azoto	97,5	116
Fósforo	46	135

Assim, em primeiro lugar, a partir dos dados fornecidos pela ARH Tejo, construiu-se uma tabela para onde se extraiu a seguinte informação: capacidade instalada, produção, matéria-prima, processos de fabrico, tipo de tratamento, tempo de retenção, caudal máximo de descarga (m<sup>3</sup>/ano).

Para calcular as cargas poluentes, sempre que existia indicação do caudal máximo de descarga (que na realidade corresponde a um volume pois é expresso em m<sup>3</sup>/ano), multiplicou-se o respectivo valor pelas concentrações indicadas no quadro anterior.

Quando não se dispunha de volumes de efluentes, calcularam-se as cargas a partir dos dados de capacidade instalada ou de matéria-prima, também de acordo com os valores apresentados no quadro anterior.

Algumas licenças mencionam tratamento em série, tratamento secundário, utilização apenas de tratamento primário, não mencionando as restantes o tipo de tratamento.

Para aquelas que referem tratar mas não mencionam o tipo de tratamento, considerou-se que recorrem a tratamento primário; para as que não mencionam se tratam ou não, considerou-se como não tendo tratamento.

Segundo a bibliografia consultado, os diferentes tratamentos podem ter eficiências muito diferentes como se pode observar no quadro seguinte.

**Quadro 2.48 – Eficiências de remoção por sistema de tratamento para indústrias de laticínios (%)**

Parâmetros	Petry et al.	Meinc	Sirianuntapiboon	Newman	Demirel
	Primário (%)	(%)	Lamas activadas (%)	Lagoas anaeróbias (%)	UASB – Lagoa arejada (%)
CQO	46	-	90	-	96
CBO5	50	90	80	79	98
SST	65	-	-	92	98
N	45	-	50	55	-
P	22	-	-	68	-

Tendo em conta o acima, as eficiências adoptadas foram as seguintes:

**Quadro 2.49 – Eficiências de remoção adoptadas por sistema de tratamento para indústrias de laticínios (%)**

Parâmetros	Eficiências de tratamento (%)		
	Em série	Lamas activadas	Primário
CQO	90	90	25
CBO5	90	80	25
SST	90	70	50
N	55	50	0
P	68	25	0

## Resultados

No quadro seguintes apresentam-se os resultados obtidos por sub-bacia.

**Quadro 2.50 – Poluição Tópica originada pelas indústrias de laticínios da BHRO**

Sub-Bacia	Efluente m3/ano	Cargas do Efluente (kg/ano)				
		CQO	CBO5	SST	N	P
Oeste 2	207,9	38,6	19,3	27,9	9,6	3,3

### **2.2.1.2 Poluição difusa (impactes associados a casos significativos, existentes e previstos) (2.3.2.2)**

#### **2.2.1.2.1 Situação anterior**

A contribuição da poluição difusa no anterior Plano foi avaliada através da estimativa das suas três componentes principais:

- Componente agropecuária, afecta aos efectivos pecuários não integrados em instalações abrangidas pela Directiva IPPC;
- Componente agrícola, resultante por um lado da fracção lixiviada dos fertilizantes aplicados aos solos, e por outro, dos resíduos das próprias culturas;
- Componente populacional, afecta aos pequenos aglomerados populacionais (com menos de 500 habitantes equivalentes).

Na área do PBHRO, a componente agropecuária era a principal parte da poluição difusa, sendo responsável por cerca de 5800 ton/ano de azoto total e de 2500 ton/ano de fósforo total (respectivamente, cerca de 76% e de 43% do total da área). Os concelhos de Caldas da Rainha e Maфра, com contribuições quase iguais, totalizam, no seu conjunto, cerca de 40 % desta componente.

A componente agrícola da poluição difusa na área do plano representava cerca de 1200 ton/ano de azoto total e de 2900 ton/ano de fósforo total (cerca de 15% e de 49% do total, respectivamente). Quanto a áreas cultivadas, destacavam-se os concelhos da Lourinhã e Torres Vedras, cada um com cerca de 3500 ha, seguidos dos concelhos de Alcobaça, Bombarral, Cadaval, Caldas da Rainha, Nazaré e Óbidos que dispõem, cada um, de áreas entre 2000 e 3000 ha; quanto ao regadio (que ocupava um total de 20 000 ha), os pomares são a principal cultura com 2/3 da área total; a vinha correspondia a quase 2/3 da área afecta a culturas de sequeiro (que ocupava também um total de quase 20 000 ha).

A componente populacional da poluição difusa na área do Plano era a menos importante, representando entre 7 e 9% quer do azoto total, quer do fósforo total estimados. O concelho mais relevante neste contexto é o de Torres Vedras, seguido dos de Alcobaça e Caldas da Rainha.

Em termos globais, a contribuição estimada da poluição difusa na área do PBHRO expressa em azoto total era de cerca de 7 700 t/ano (sendo as principais contribuições as dos concelhos de Caldas da Rainha, Mafra e Torres Vedras, praticamente semelhantes e da ordem de 1200 ton/ano) e expressa em fósforo total de cerca de 5900 t/ano (destacando-se a contribuição do concelho de Torres Vedras, com cerca de 1 300 ton/ano, seguida das dos concelhos de Caldas da Rainha, Mafra e Lourinhã, com cerca de 700 ton/ano). Quanto às águas subterrâneas, observam-se concentrações de nitratos superiores a 25 mg NO<sub>3</sub>/l em captações no concelho de Torres Vedras, bem como nos de Alcobaça, Óbidos, Porto de Mós e Sintra.

**Quadro 2.51 – Poluição difusa: balanço final das cargas de azoto e fósforo nos concelhos**

Concelhos	Balanço nos Sistemas Culturais (ton/ano)		População Equivalente (ton/ano)		Pecuária (ton/ano)		Balanço Final (ton/ano)	
	Azoto	Fósforo	Azoto	Fósforo	Azoto	Fósforo	Azoto	Fósforo
Alcobaça	120	292	91	64	473	181	684	537
Alenquer	10	25	7	5	87	44	104	73
Bombarral	112	236	15	11	311	155	438	402
Cadaval	132	324	28	19	281	122	441	465
Caldas da Rainha	58	87	77	54	1 152	557	1 286	698
Cascais	- 2	7	9	7	163	82	172	96
Lourinhã	128	326	35	25	684	319	847	669
Mafra	78	202	68	48	1 036	439	1 182	688
Nazaré	34	69	8	5	75	27	117	102
Óbidos	79	148	14	10	176	84	269	241
Peniche	13	27	15	10	182	82	209	120
Porto de Mós	19	47	19	13	128	47	167	107
Sintra	17	41	69	48	290	112	375	201
Sobral de Monte Agraço	40	109	20	14	131	49	192	173
Torres Vedras	339	926	187	131	670	248	1 196	1 305
Total	1 178	2 865	662	463	5 840	2 548	7 679	5 877

Fonte: PBHRO (2001)

## 2.2.1.2.2 Situação actual

### 2.2.1.2.2.1 Áreas mineiras abandonadas

#### **Informação de base**

O exercício da actividade mineira em Portugal tem vindo a gerar um passivo ambiental significativo, agravado pelos riscos potenciais que a falta de adequados processos de recuperação ambiental das áreas afectadas podem trazer para as populações e para os ecossistemas envolventes.

Tendo em conta este passivo ambiental e a urgência em encontrar meios adequados para a reposição do equilíbrio ambiental de áreas sujeitas a à actividade mineira, sobretudo daquelas que se encontram em estado de abandono, foi celebrado através do Decreto-Lei n.º 198-A/2001, de 6 de Julho, o contrato de concessão entre o Estado e a EDM, Empresa de Desenvolvimento Mineiro, S.A., para a recuperação ambiental das áreas mineiras degradadas.

A EDM é uma empresa de capitais públicos e tem, como concessionária em regime exclusivo, um papel de relevo na elaboração e execução de projectos de recuperação ambiental de zonas degradadas por antigas explorações mineiras abandonadas.

Em Fevereiro de 2007, foi celebrado um Protocolo de Cooperação entre a EDM e a DGEG, Direcção Geral de Energia e Geologia com o objectivo de desenvolver acções que permitam eliminar essencialmente situações com problemas de segurança para pessoas e animais nas áreas mineiras abandonadas.

Assim, contactou-se a EDM com vista à obtenção de dados relativos às indústrias extractivas abandonadas (minas e pedreiras). Os dados fornecidos foram cruzados com os obtidos por pesquisa na internet no sítio deste organismo e ainda da DGEG, tendo-se ainda consultado a EDM para esclarecimento das dúvidas resultantes. Analisando aqueles dados, conclui-se que de um total de 28 indústrias extractivas abandonadas, 12 se classificam como pedreiras e 16 como minas, sendo 11 de minérios não radioactivos e 5 de minérios radioactivos.

Nenhuma das minas inventariadas se localiza na bacia hidrográfica das ribeiras do Oeste. Quanto às 12 pedreiras inventariadas, verifica-se que 5 se localizam na bacia do Tejo, 1 se localiza na bacia hidrográfica das ribeiras do Oeste e 6 em nenhuma

destas bacias. Refira-se que destas últimas 6 pedreiras, 3 se situam na massa de água subterrânea Maciço Calcário Estremenho, pertencente à RH 4 (Centro).

Como se pode ver no quadro seguinte, Distribuição por concelho das indústrias extractivas abandonadas na região hidrográfica das ribeiras do Oeste, a única pedreira inventariada situa-se no concelho de Alcobaça.

**Quadro 2.52 – Distribuição das Indústrias extractivas abandonadas por Concelho**

Concelho	Minas Radioactivas	Matéria-prima Explorada	Minas Não Radioactivas	Matéria-prima Explorada	Pedreiras	Matéria-prima Explorada
Alcobaça	0	n.a.	0	n.a.	1	Calcários

No Quadro 3.2 apresenta-se a distribuição por sub-bacias e por massas de água subterrânea, verificando-se que a pedreira inventariada se localiza no Maciço Calcário Estremenho.

**Quadro 2.53 – Distribuição das Indústrias extractivas abandonadas por sub-bacias**

Sub-bacia	Minas Radioactivas	Matéria-prima Explorada	Minas Não Radioactivas	Matéria-prima Explorada	Pedreiras	Matéria-prima Explorada
Oeste 2	0	n.a.	0	n.a.	1	Calcários

**Quadro 2.54 – Distribuição das Indústrias extractivas abandonadas por massas de água subterrâneas**

Massa de água	Minas Radioactivas	Matéria-prima Explorada	Minas Não Radioactivas	Matéria-prima Explorada	Pedreiras	Matéria-prima Explorada
Maciço Calcário Estremenho	0	n.a.	0	n.a.	1	Calcários

## Metodologia e procedimentos

As indústrias extractivas abandonadas caracterizam-se por poder conter contaminantes inorgânicos, principalmente metais pesados, baixos valores de pH e elevada condutividade, que, com excepção do cromo e do níquel, não estão incluídos Quadro 4.1 (Lista de substâncias para avaliação do estado químico) das Especificações Técnicas, que se refere fundamentalmente a contaminantes orgânicos.



Todas as pedreiras inventariadas se dedicavam à extracção de calcários, sendo portanto expectável um impacte muito reduzido sobre as massas de água e bacias hidrográficas. De acordo com os dados disponibilizados pela EDM, para nenhuma delas há indicações das substâncias referidas no Quadro 4.1 (Lista de substâncias para avaliação do estado químico) das Especificações Técnicas. Para todas estas pedreiras existem programas de recuperação, prevendo-se a sua implementação até 2011.

## **Resultados**

Tendo em conta o exposto, não se consideraram cargas poluentes associadas às indústrias extractivas abandonadas no presente plano.

### **2.2.1.2.2.2 Adeegas**

De acordo com os dados fornecidos pela ARH Tejo, nenhuma das adeegas existentes na BHRO faz descargas para o solo, não sendo pois consideradas em termos de poluição difusa.

### **2.2.1.2.2.3 Lagares**

Os lagares de azeite apresentam um importante impacte ambiental que pode ser difuso ou pontual, dependendo do destino dados aos seus subprodutos.

O sector caracteriza-se por:

- Elevado número de lagares, dispersos geograficamente;
- Laboração sazonal, de Novembro a Fevereiro;
- Coexistência de diferentes tecnologias.

De acordo com o diagnóstico apresentado na ENEAPAI – Estratégia Nacional Para os Efluentes Agro-Pecuários e Agro-Industriais (2007), aprovada pelo Despacho Conjunto n.º 8277/2007, de 2 de Março, nos últimos anos o número de lagares tem vindo a diminuir em consequência das exigências impostas pela transposição da legislação comunitária e também pela crise que atravessou o sector.

Como se refere naquele documento, entre as campanhas de 1997/98 e de 2001/02, o número de lagares terá decrescido 50% e entre as campanhas de 1999/2000 e de 2004/05, a redução terá sido de 46%. Em compensação assistiu-se a um aumento generalizado da quantidade média de azeitona laborada por lagar, indicador que apresenta os maiores valores nas regiões do Alentejo e do Ribatejo Oeste.

Na campanha de 2004/05, o INGA, Instituto Nacional de Garantia Agrícola reconheceu 615 lagares em todo o país, dos quais apenas 597 laboraram, explicando-se esta diferença por os lagares de reduzida dimensão só laborarem nos anos de boa produção. Para a mesma campanha, a informação fornecida pelas CCDR e pelo INAG apresenta um número muito maior de lagares, 1253, já que identifica todos os lagares para os quais foi emitida parecer/licença ambiental.

De acordo com a análise efectuada no documento citado, os sectores da agro-indústria têm maior expressão em termos de carga orgânica. A carga poluente gerada pelo sector dos lagares para Portugal Continental foi estimada em 251 000 habitantes equivalente de CBO<sub>5</sub>, em 39 000 de Azoto e 34 000 de Fósforo.

Finalmente foram identificados os concelhos e as regiões de maior pressão e definidos Núcleos de Acção Prioritária (NAP), não se tendo definido naquele documento qualquer núcleo para os concelhos que interessam à bacia hidrográfica das ribeiras do Oeste.

A ARH Tejo promoveu o tratamento dos processos de licenciamento relativos aos lagares existente neste organismo, cruzando ainda com a informação proveniente do REF, IPCC, PRTR, EIA, LA, INGA e REAI.

Assim, a informação de base que foi utilizada no presente estudo corresponde aos dados recolhidos nos processos de licenciamento existentes na ARH Tejo pelos estagiários deste organismo.

Os dados recolhidos estão agrupados nos seguintes grandes grupos:

- Identificação do titular (nome, NIF, morada) e do processo (nº da ARH, TURH, datas de início/fim);
- Caracterização do lagar (capacidade instalada, produção, processo de fabrico);
- Caracterização das águas residuais (origem, tipo de tratamento, tempo de retenção, localização, caudal máximo de descarga, concentração do afluente e do efluente, meio receptor);
- Valorização e/ou reutilização (finalidade, volume, área de espalhamento), informação relativa a autocontrolo (parâmetros, periodicidade), outras informação (REF, IPCC, PRTR, EIA, LA, INGA, REAI).

Para a zona em estudo, foram inventariados 6 lagares, 2 incluídos nas licenças emitidas pela ARH Tejo e os 4 restantes em licenças emitidas pelas Direcções

Regionais de Agricultura e Pescas do Centro e de Lisboa e Vale do Tejo. Como estas tinham dados muito limitados, apenas foi possível ter em conta as licenças fornecidas pela ARH. Assim, foram considerados apenas 2 lagares, ambos no concelho de Alcobaça, que fazem descarga de águas residuais no solo: espalhamento num caso e rega no outro, constituído pois fontes de poluição difusa.

No PBH anterior, obtiveram-se 5 respostas aos inquéritos realizados, admitindo-se que este número se tenha reduzido para os 2 lagares agora identificados dada a tendência de concentração observada no sector. Refira-se ainda que, de acordo com os dados do IFAP, Instituto de Financiamento da Agricultura e Pescas na campanha de 2005/2006 laboraram:

- 2 lagares em Alcobaça;
- 1 lagar em Alenquer, 2 lagares em Leiria e 6 em porto de Mós, concelhos que só em percentagem reduzida de área são abrangidos pela bacia hidrográfica em estudo.

Admite-se assim que a informação inventariada seja representativa do sector para a zona em estudo.

Muitos dos itens indicados na informação de base têm pouca ou nenhuma informação. Estão neste caso, destacando os mais importantes, a produção do lagar, o tempo de retenção das águas residuais, a concentração do afluente e do efluente, os volumes de valorização e reutilização, os dados de autocontrolo, etc. Relativamente à concentração do afluente, não se dispõe de dados pois nenhum dos lagares apresenta informação proveniente de autocontrolo.

### **Metodologia e procedimentos**

De acordo com a metodologia prevista, as cargas poluentes serão calculadas com base nos dados de autocontrolo ou de controlo (fiscalização), sempre que se disponha desses dados.

Uma vez que não se dispõe da informação de autocontrolo, teve de se recorrer à aplicação de coeficientes de poluição, definidos com base na bibliografia existente, aos volumes de efluentes produzidos. A definição dos coeficientes para cálculo das cargas depende do sistema de extracção de azeite (processo de fabrico) que pode ser: por prensas, contínuo de 3 fases e contínuo de 2 fases, como se indica em seguida.

Até à década de 80, predominava o sistema tradicional de prensa. Este sistema gera uma fase aquosa, constituída por azeite e água residual (conhecida por água ruça), que são separados por centrifugação e decantação; e uma fase sólida, constituída pelos restos da azeitona, caroço, casca e polpa, designada por bagaço.

As águas ruças são compostas por água de vegetação da azeitona, água de lavagem e água adicionada nas etapas de moenda e batedura. Não têm uma utilidade directa a não ser como fertilizante orgânico em condições muito limitadas. São muito poluentes, sendo obrigatório o seu tratamento antes de qualquer forma de deposição. O bagaço, após extracção do óleo de bagaço, é aproveitado para alimentação animal ou usado como combustível.

Para eliminação das águas ruças, é possível o seu aproveitamento para rega de solos agrícolas, (Despacho Conjunto n.º 626/2000, de 6 de Junho), sendo este o seu principal destino. Podem também ser evaporadas em lagoas ou rejeitadas nos colectores municipais após sofrerem um pré-tratamento (GPP, 2007).

Para além do problema de poluição pelas águas ruças, o sistema de prensa tem baixa produtividade, pelo que na década de setenta começou a ser substituído pelo sistema de extracção contínuo de 3 fases, através da tecnologia de centrifugação. Neste sistema a extracção desenrola-se numa mesma linha, sem trasladação da pasta (daí designar-se por sistema contínuo), obtendo-se directamente as 3 fases: azeite, água ruça e bagaço. Permite a obtenção de mais azeite, cerca de 0,8 m<sup>3</sup> por tonelada de azeitona (LIFE, 2010), valor bastante superior ao que o método tradicional permite obter: 0,09 m<sup>3</sup> por tonelada (Cartaxo, 1985). Em contrapartida produz maior volume de águas residuais, apesar de estas conterem menos gorduras. Com efeito, a necessidade de adicionar água quente à pasta para uma conveniente centrifugação, conduz a um maior volume de água ruça do que no sistema de prensa. Assim, este sistema, embora mais produtivo, revelou-se mais poluente.

Na década de noventa, surgiu em Espanha o sistema de extracção em contínuo de 2 fases, que mantém as vantagens do sistema de 3 fases, eliminando a produção das águas ruças. Neste sistema apenas se adiciona água à pasta quando esta se encontra muito seca e portanto, em quantidades muito inferiores às do sistema de 3 fases. O resíduo aquoso resulta da água de vegetação das azeitonas e a sua saída no final da linha de extracção é a mesma do resíduo sólido. Como a produção de águas ruças era eliminada e se reduzia o consumo de água e o conseqüente consumo de energia, este sistema chegou a ser designado como ecológico.

As primeiras campanhas de produção através do sistema de 2 fases vieram mostrar que o novo sistema gera elevadas quantidades de um resíduo cuja eliminação não é tão simples como se esperava. Com efeito, o novo resíduo reúne, de forma genérica, a água ruça e o bagaço. Assim, apesar da produção de água residual ser inferior, o carácter poluente das águas ruças é transferido para o bagaço. Confere-lhe ainda uma consistência pastosa que dificulta o seu manuseamento e secagem para posterior extracção de gordura residual mas, o aspecto mais relevante resulta da quantidade de bagaço produzido em relação aos outros sistemas: duplica em relação ao sistema da prensa e é cerca de 60% superior ao sistema de 3 fases.

No quadro seguinte apresenta-se o volume de efluente produzido, consoante o sistema de extracção de azeite utilizado de acordo com a pesquisa bibliográfica efectuada.

**Quadro 2.55 – Volume de efluente gerado por tonelada de azeitona utilizada, de acordo com o sistema de extracção de azeite**

Sistema de extracção	Volume de efluente por tonelada de azeitona (m <sup>3</sup> /ton)
Tradicional	0,60 (Cartaxo)
Continuo de Duas Fases	0,20 (Albuquerque) 0,12 (Azbar)
Continuo de Três Fases	1.40 (Cartaxo) 1,0 a 1,2 (Azbar)

Fonte: Cartaxo, L., Almeida, M.F. e Pinelas, R.A., (1985); Albuquerque, 2004 citado em Silva, C.B. (2009); Azbar, 2004 citado em Aires, C.S. (2007)

Os efluentes dos lagares caracterizam-se por conterem, em suspensão, pequenas quantidades de partículas de polpa de azeitona, substâncias péptidas, azeite, etc., tudo em emulsão muito estável. São de difícil biodegradabilidade e de elevado poder contaminante por conterem compostos fenólicos e taninos, que inibem o crescimento microbiano e também por apresentarem um elevado conteúdo orgânico, com concentrações de CQO de 50.000 a 200.000 mg O<sub>2</sub>/l (Curinha, 2008).

A composição dos efluentes não é constante e varia de acordo com:

- A composição da água de vegetação, a qual depende da variedade da oliveira, estado de maturação da azeitona, teor de água dos frutos, época de colheita, etc;

- O processo de extração de azeite, nomeadamente no que toca à quantidade de água utilizada;
- A duração e as características do armazenamento, dado que ocorrem fermentações aeróbias ou anaeróbias de vários compostos orgânicos.

No quadro seguinte apresentam-se os valores das concentrações de poluentes nos efluentes recolhidos na bibliografia consultada.

**Quadro 2.56 – Cargas do efluente por tonelada de azeitona processada para os diferentes métodos de extração de azeite**

Fontes	Di Giovacchino		Paredes	Fiestas e Borjas		Cartaxo	Curinha
	Prensa	3 Fases	3 Fases	Prensa	3 Fases	Prensa	Prensa
Cargas (g/l)							
N	n.d.	n.d.	0,7	n.d.	n.d.	n.d.	1,7*
P	0,5	0,2	0,1	0,5	0,1	Nd	nd
CQO	42-390	15-189	n.d.	n.d.	n.d.	60	n.d.
CBO5	n.d.	n.d.	n.d.	90-100	35-48	20	n.d.

\*calculado segundo Curinha: 1 kg N/ton azeitona e 0,6 m<sup>3</sup> de efluente/ton azeitona

Fonte: Cartaxo, L., Almeida, M.F. e Pinelas, R.A., (1985); Azbar *et al.* (2004), Di Giovacchini *et al.* (2005), Paredes *et al.* (1999) e Fiestas e Borjas (1991) citados em Aires, C.S. (2007). Curinha, J.V.M. (2008)

Após a análise dos valores apresentados, adoptaram-se os indicados no quadro seguinte para os cálculos efectuados neste estudo.

**Quadro 2.57 – Concentrações de efluentes adoptados para os diferentes sistemas de extração de azeite**

Parâmetro	Sistema de extração			
	Prensas		3 Fases	
	(g/l)	Fonte	(g/l)	Fonte
N	1,7	Curinha	0,7	Paredes
P	0,5	Di Giovacchino	0,2	Di Giovacchino
CQO	216 *	Di Giovacchino	102*	Di Giovacchino
CBO	95 *	Fiesta e Borjas	42*	Fiesta e Borjas

\* valor médio

Devido à escassez de dados para o processo contínuo de 2 fases, assumiu-se serem semelhantes ao processo de 3 fases, ficando-se pois do lado da segurança uma vez que estes são mais desfavoráveis do que os resultantes do sistema de prensa.

Assim, em primeiro lugar, a partir dos dados fornecidos pela ARH Tejo, construiu-se uma tabela para onde se extraiu a seguinte informação: capacidade instalada (toneladas de azeitona por campanha), produção (Kg de azeite), processos de fabrico, tipo de tratamento, caudal máximo de descarga (m<sup>3</sup>/campanha).

Para calcular as cargas poluentes, sempre que existia indicação do caudal máximo de descarga (que na realidade corresponde a um volume pois é expresso em m<sup>3</sup>/campanha), multiplicou-se o respectivo valor pelas concentrações que se admitiram para o sistema de extracção utilizado nesse lugar.

Para as instalações que não indicam valores para os efluentes produzidos, o seu volume foi calculado a partir da quantidade de azeitonas processadas ou do azeite produzido, de acordo com o sistema de extracção existente nesse lugar. Esse volume foi depois tratado da mesma forma que no caso anterior. Caso não estivesse definido o sistema de extracção, admitiu-se que era o de prensa por ser este ainda o mais comum.

## Resultados

As cargas poluentes foram calculadas por sub-bacia e massa de água subterrânea, apresentando-se no quadro seguinte os resultados obtidos.

**Quadro 2.58 – Lagares. Cargas poluentes calculadas por concelho, sub-bacia e massa de água subterrânea**

Sub-bacia	Massa de água		Volume descarregado (m <sup>3</sup> /campanha)	Cargas (tonelada/campanha)			
	Nome	Código		CQO	CBO	N	P
Oeste 2	Maciço Calcário Estremenho	PT_O20	92	10,752	4,5	0,076	0,022

### 2.2.1.2.2.4 Lacticínios

De acordo com os dados fornecidos pela ARH Tejo, nenhuma das unidades de lacticínios identificadas na BHRO faz descargas para o solo, não sendo pois consideradas em termos de poluição difusa.

### 2.2.1.2.2.5 Matadouros

#### Enquadramento e informação de base

De acordo com o diagnóstico apresentado na ENEAPAI – Estratégia Nacional Para os Efluentes Agro-Pecuários e Agro-Industriais (2007), o sector dos matadouros tem

alguma importância para a economia nacional, sendo que no período entre 2000 e 2002 representou um volume de negócio de 15% do sector das indústrias alimentares e de bebidas.

Em 2005, de acordo com os elementos do MADRP existiam 63 matadouros de reses e 47 de aves em Portugal Continental, que se concentravam nas regiões do Ribatejo e Oeste (44%) e de Entre Douro e Minho (32%). Segundo este relatório, 83% destas indústrias rejeita os seus afluentes na linha de água depois de tratamento, 7% rejeita os efluentes no colector municipal e os restantes 10% não apresentam informação. A carga poluente gerada pelo sector dos matadouros para Portugal Continental, foi estimada em 45 000 habitantes equivalente de CBO<sub>5</sub>, em 25 000 de Azoto e 20 000 de Fósforo, os valores mais baixos das actividades agro-industriais analisadas.

Após análise da sua localização (os matadouros concentram-se essencialmente nas Áreas Metropolitanas da Grande Lisboa e do grande Porto) e atendendo que a maioria das unidades já adoptaram soluções de tratamento de efluentes adequadas, optou-se por não definir Núcleos de Acção Prioritária.

A ARH Tejo promoveu o tratamento dos processos de licenciamento relativos às unidades de matadouros existentes neste organismo, cruzando ainda com a informação proveniente do REF, IPCC, PRTR, EIA, LA, INGA e REAI. Os dados avaliados foram recolhidos na ARH Tejo pelos seus estagiários que compilaram num ficheiro EXCEL os dados das licenças emitidas.

Assim, a informação de base que foi utilizada no presente estudo corresponde aos dados recolhidos nos processos de licenciamento existentes na ARH Tejo pelo consórcio. Esses dados serão apresentados no próximo relatório.

Os dados recolhidos, todos referentes ao CAE 10110 e 10120, podem agrupar-se da seguinte forma:

- Identificação do titular (nome, NIF, morada) e do processo (nº da ARH, TURH, datas de início/fim);
- Caracterização da instalação (capacidade instalada, produção, processo de fabrico);
- Caracterização das águas residuais (origem, tipo de tratamento, localização, caudal máximo de descarga, concentração do afluente e do efluente, meio receptor);



- Valorização e/ou reutilização (finalidade, volume, área de espalhamento), informação relativa a autocontrolo (parâmetros, periodicidade), outras informação (REF, IPCC, PRTR, EIA, LA, INGA, REAI).

Dos dados disponibilizados pela ARH Tejo, 16 referem-se a matadouros localizados na bacia hidrográfica das ribeiras do Oeste. De acordo com o anterior Plano, baseado nos dados fornecidos pelo INE e pela DRARO, este sector encontrava-se representado por 27 instalações localizadas nos concelhos de: Alenquer, Bombarral, Cadaval, Caldas da Rainha, Oeiras, todos com 1 instalação; Alcobaça, Sobral de Monte Agraço e Sintra com 2; Cascais e Mafra com 3; Lourinhã e Torres Vedras com 5.

É de esperar que as licenças emitidas pela ARH Tejo não abranjam a totalidade dos produtores. Aliás, segundo dados recolhidos junto das Direcções Regionais de Agricultura e Pescas do Centro e Lisboa e Vale do Tejo, existem mais 29 destas instalações em concelhos abrangidos por esta região hidrográfica, mas foi impossível determinar a sua localização exacta ou cargas devido à ausência de dados.

Muitos dos itens indicados na informação de base têm pouca ou nenhuma informação, destacando-se os dados relativos aos efluentes: produção, tempo de retenção das águas residuais, a concentração do afluente e do efluente, os volumes de valorização e reutilização, os dados de autocontrolo, etc.

### **Metodologia e procedimentos**

De acordo com a metodologia prevista, as cargas poluentes são calculadas com base nos dados de autocontrolo ou de controlo (fiscalização), sempre que se disponha desses dados.

Quando não se dispõe da informação de autocontrolo, tem de se recorrer à aplicação de coeficientes de poluição, definidos com base na bibliografia existente, aos volumes de efluentes produzidos. Como nem sempre se dispõe de dados de volume de efluentes, é também necessário proceder ao seu cálculo a partir de coeficientes indicados na bibliografia, como a seguir se explicita.

O processo de abate e desmancha de animais é constituído por vários passos, dependendo do animal. Em geral, segue-se o seguinte procedimento (Scarassati, 2003), donde resultam resíduos sólidos e líquidos:

- Atordoamento: pode ser por aplicação de choque eléctrico; nos suínos, caprinos e bovinos pode também ser por acção mecânica. As carcaças são presas a um tapete aéreo e lavadas;
- Sangra: realizada pelo seccionamento da veia jugular, sendo este sangue reaproveitado;
- Escalda: é aplicada às aves e suínos, sendo as carcaças imersas num tanque contendo água quente na primeira etapa de lavagem, para remover impurezas e sangue para facilitar a retirada das penas e pelos;
- Depena, esfola e depilação: realizadas por acção mecânica, ou manual acompanhada de nova lavagem;
- Escalda dos pés: aplicada às aves, que sofrem uma escalda dos pés;
- Evisceração: remoção das vísceras e nova lavagem;
- Desossa: as carcaças são seccionadas e cortadas para comercialização.

Os resíduos sólidos podem ser reaproveitados, como é o caso da gelatina, que é utilizada pela indústria alimentar e pela indústria farmacêutica; da gordura, que pode ser utilizada na fabricação de detergentes e sabões; e da farinha, resultante da trituração dos ossos e vísceras, que pode ser aplicada na agricultura como fertilizante. No entanto, parte destes resíduos têm que ser encaminhados para destino final (IPPC, 2006).

Os efluentes líquidos provenientes dos matadouros podem ser divididos em três categorias diferentes (Ferreira, 2008):

- Águas vermelhas, que contêm principalmente lípidos e proteínas;
- Águas verdes, resultantes do processamento e limpeza de tripas;
- Águas residuais domésticas, pontos de lavagem e casas de banho.

Os volumes produzidos podem diferir bastante consoante os animais a abater, sendo que o abate de aves consome 25 a 50 litros por cabeça, enquanto que para os restantes animais se consome entre 1 200 a 2 500 litros por cabeça.

Como será de esperar, a quantidade de água residual é variável de estabelecimento para estabelecimento: Azevedo Netto e Hess (citados em Scarassati, 2003), estimaram um volume de 15 m<sup>3</sup> por tonelada de animal abatido, coeficiente que pode variar entre 4 e 20 m<sup>3</sup> segundo Scarassati, 2003. No quadro abaixo apresentam-se os valores indicados na bibliografia consultada, separando-se por tipo de animal (aves e reses) quando possível.

**Quadro 2.59 – Volume de efluentes produzido por tonelada de animal para abate**

Volume de efluente /Peso de animal para abate	m <sup>3</sup> /ton
Pires, 2002 – Aves	9
Azevedo Netto e Hess	15
Cartaxo, 1985 – Aves	9
Cartaxo, L. – Reses	6

Fonte: Cartaxo, 1985; Pires, 2002; Netto, s/d

Os efluentes provenientes de matadouros industriais apresentam cargas orgânicas elevadas, devido principalmente ao sangue, assim como óleos e gorduras (Pires, 2002). No quadro seguinte apresentam-se os valores indicados na bibliografia consultada

**Quadro 2.60 – Concentrações de efluentes de matadouros de aves e reses**

Parâmetro (kg/m <sup>3</sup> )	Miranda et al	Mata Alvarez <i>et al.</i>	Pires	Cartaxo	
	RESES	RESES	AVES	RESES	AVES
CBO	-	-	0,7	3,0	0,6
CQO	21	-	1,2	4,5	1,4
SST	-	12	0,6	1,5	0,4
Azoto	-	0,525	0,1	-	-
Fósforo	-	0,068	-	-	-

Fonte: Cartaxo, 1985; Pires, 2002; Miranda e tal.,2005 e Mata-Alvarez *et al.*, 2000, citados em Ferreira, 2009

Para o cálculo das cargas produzidas por este sector de actividade, foi necessário ponderar os valores de concentração a utilizar para cada caso, com base nos dados dos quadros anteriores. Tendo em conta a escassez de dados para quantificar o fósforo, este parâmetro não foi contabilizado. Assim, foram admitidos os seguintes coeficientes:

**Quadro 2.61 – Coeficientes adoptados para o cálculo das cargas geradas pelos matadouros**

Parâmetro (kg/m <sup>3</sup> )	Reses	Autor	Aves	Autor
SST	1,5	Cartaxo	0,6	Pires
CQO	4,5	Cartaxo	1,4	Pires
CBO	3,0	Cartaxo	0,7	Pires
Azoto	0,5	Mata-Alvarez	0,1	Pires
Volume de efluente produzido por tonelada de carne				
(m <sup>3</sup> /ton)	6	Cartaxo	9	Pires

Das 16 licenças que, de acordo com os dados da ARH Tejo interessam a este Plano, apenas uma, localizada no concelho de Torres Vedras, refere no TURH que faz descarga de águas residuais para o solo, sendo por isso a única a ser considerada como fonte de poluição difusa.

Esta licença não dispõe de dados de auto controlo, nem de volume anual de descarga, indicando apenas o número de animais abatidos por dia. Assim, para calcular as cargas poluentes, multiplicou-se o número de animais (perdizes) pelo peso médio (1 kg/animal). Referindo-se o recurso a tanques de retenção e posterior infiltração no solo, considerou-se que não havia remoção de CQO, CBO<sub>5</sub>, SST, N e P total.

Resultados

No quadro seguintes apresentam-se os resultados obtidos por sub-bacia e por massa de água subterrânea.

**Quadro 2.62 – Poluição difusa originada pelos matadouros da BHRO**

Sub-Bacia	Massa de água subterrânea		Efluente (m <sup>3</sup> /ano)	Cargas do Efluente (ton/ano)			
	Código	Nome		CQO	CBO <sub>5</sub>	SST	N
Oeste 2	PT_O25	Torres Vedras	315,0	100,25	55,13	47,25	7,88

#### 2.2.1.2.2.6 Sistemas de tratamento de águas residuais para pequenas populações

##### **Enquadramento e informação de base**

Estes sistemas englobam as fossas sépticas e ETAR compactas que recorrem a processos de infiltração do efluente final no solo, situação contemplada na legislação pelo Decreto-Lei n.º 226-A/2007.

A informação de base foi recolhida na ARH Tejo que disponibilizou os processos de licenciamento relativos às fossas sépticas e ETAR compactas, tendo o consórcio compilado num ficheiro EXCEL os dados das licenças emitidas. Os dados recolhidos podem agrupar-se da seguinte forma:

- Identificação do titular (nome, NIF, morada) e do processo (nº da ARH, TURH, datas de início/fim);
- Caracterização da instalação e das águas residuais (origem, tipo de tratamento, volume, localização, caudal máximo de descarga, meio receptor);

Segundo os dados do INSAAR 2009, 80% da população nacional é servida por sistemas de drenagem de águas residuais, sendo que na região hidrográfica do Vouga, Mondego, Lis e Ribeiras do Oeste (RH4) apenas é abrangida 76% da população. Destes, apenas 93 % tem os seus efluentes tratados em ETAR e 7% em Fossa Séptica Comunitária (FSC).

Sendo que o total de habitantes desta região hidrográfica é de 2.222.368, podemos concluir que 533.368 habitantes não são abrangidos por rede de drenagem de águas residuais e portanto tem que recorrer a tratamento por fossa séptica.

Para esta região, a ARH dispõem de 259 licenças para fossas sépticas, das quais 56 apresentam erros de localização ou não apresentam dados quantitativos e portanto não foram contabilizadas.

Para se poder comparar estes dados com os indicados no INSAAR 2009, teve-se em conta a capitação fornecida por este relatório para a região em causa, de 160 l/hab.dia, e estimar a população servida com base nos volumes de água residual, referidos nas licenças.

Estimou-se assim que os dados destas licenças da ARH abrangem um total de 2.779

habitantes, ou seja, 0,1% do valor estimado pelo INSAAR, valor que fica muito abaixo da realidade na região.

Para fazer cumprir os objectivos da Directiva Quadro da Água é necessário que o recurso a fossas sépticas deixe de ser uma pratica corrente. Sempre que possível a população deve ser servida por uma rede de drenagem de águas residuais e, quando esta ligação não é possível, deve optar-se por substituir as fossas sépticas por fossas de armazenagem, estanques, que permitam uma recolha dos efluentes e seu transporte rodoviário até uma ETAR, para que sejam tratados.

É de notar que nenhuma das licenças é referente a entidades gestoras de águas residuais em Alta e que não há licenças para os concelhos da Alenquer, Marinha Grande, Nazaré e Leiria.

### **Metodologia e procedimentos**

As fossas sépticas foram desenvolvidas em 1872 em França, por Mouras e em 1903 em Inglaterra, por Camaron e Travis. Em conjunto com o tanque Imhoff desenvolvido em 1906 na Alemanha por Imhoff, foram os primeiros meios de tratamento de água residual e foram amplamente utilizados ate ao aparecimento dos leitos percoladores. Hoje em dia, apenas são utilizados para tratamento privado ou de pequenos aglomerados isolados que devido ao seu isolamento e/ou condições do terreno, tornam difícil o tratamento centralizado (Henriques, 2008).

Este tipo de tratamento assenta num compartimento estanque, de escoamento horizontal, que devido a sua velocidade de escoamento e tempo de retenção, permite a retenção de sólidos e degradação da alguma matéria orgânica por processos anaeróbios.

Depois de removidas estas fracções obtém-se um efluente mais clarificado e de menor concentração, que pode ser seguido de outro tratamento ou infiltrado no solo através de um poço de absorção.

Este sistema de tratamento tem uma eficiência reduzida, pois a digestão anaeróbia dá-se de forma mais lenta, o que exige um maior tempo de retenção e porque esta se dá de forma mais activa nas lamas, que decantam no fundo. Assim sendo, a matéria orgânica dissolvida ou em suspensão, que não decanta, tem pouco contacto com os microrganismos activos responsáveis pela degradação da matéria orgânica. Sendo estes sistemas um tratamento primário, adoptou-se a norma alemã, ATV-DVWK-A13 E com os valores descritos no quadro seguinte.

**Quadro 2.63 – Eficiências de remoção nas fossas sépticas**

Parâmetro	Eficiência (%)
CBO5	25
CQO	25
SST	50
N	9,1
P	11,1

Fonte: Norma ATV-DVWK-A 131 E

Apesar do efluente não ser armazenado nestes depósitos, as lamas são-no e portanto será necessária a sua remoção. O manual “Soluções Tipo para Pequenas Instalações de Tratamento de Águas Residuais” aconselha que as lamas sejam recolhidas, no máximo, em períodos de 2 anos, pois o acumular de lamas diminui o volume disponível do tanque e conseqüentemente o tempo de retenção, o que prejudica a eficiência do sistema. Esta recolha deve ser efectuada pela empresa ou câmara municipal responsável pelo tratamento das águas residuais.

As ETAR compactas são aplicáveis ao tratamento de efluentes domésticos ou equiparáveis e são, geralmente, baseadas em processos de tratamento biológico como as lamas activadas na variante de arejamento prolongado ou SBR.

Este tipo de equipamento é particularmente adequado a pequenos aglomerados populacionais, loteamentos urbanos e conjuntos habitacionais e comerciais em zonas não servidas por colectores municipais, indústrias com efluentes tratáveis pela via biológica como, por exemplo, a transformação vinícola, ainda que nestes casos sejam necessária adaptações tecnológicas para adequar o tratamento às características do efluente a tratar. Tem características compactas e tem como principal vantagem a facilidade de instalação. Os equipamentos são construídos em poliéster revestido a fibra de vidro ou aço carbónico.

Como removem matéria orgânica, estas ETAR produzem lamas as quais devem ser recolhidas, tal como as lamas das fossas sépticas, pela empresa responsável pela gestão e tratamento das águas residuais, sendo por isso necessário possuírem um órgão de retenção de lamas.

Devido à variedade de tratamentos deste tipo e à limitação dos dados fornecidos, foi impossível determinar capacidades de tratamento de cada um, sendo por isso

assumidas eficiências genéricas, tendo em conta o funcionamento geral deste tipo de equipamentos em Portugal. Assim, assumiram-se as eficiências indicadas no quadro seguinte:

**Quadro 2.64 – Eficiências de remoção nas ETAR compactas**

Parâmetro	Eficiência (%)
CBO5	70
CQO	75
SST	90
N	50
P	25

Admitindo que estes equipamentos são dotados de tratamento secundário, foram considerados os valores mínimos de eficiência de remoção de CQO, CBO5 e SST definidos pelo Decreto-Lei n.º152/97, de Junho, e uma eficiência de remoção de Azoto e Fósforo equivalente a esta remoção de matéria orgânica.

Tendo em conta os dados fornecidos pelo manual “Soluções Tipo para Pequenas Instalações de Tratamento de Águas Residuais”, foram adoptadas as seguintes capitações:

**Quadro 2.65 – Capitações admitidas e concentrações correspondentes**

Parâmetro	Capitação	Concentração do efluente
	(g/hab.dia)	(mg/l)
CBO	60	400
CQO	120	1266,7
SST	90	600
Azoto	12	66,7
Fósforo	4	13,3
Efluente	160 l/hab.dia	

Com base no número de habitantes servido por cada licença validada e os dados do quadro anterior, foi possível estimar as cargas produzidas por fossa séptica. Tendo em conta as eficiências de tratamento indicadas atrás para fossas sépticas e ETAR compacta, foram estimadas as cargas introduzidas por cada fonte de poluição difusa.



## Resultados

A aplicação da metodologia descrita levou à obtenção dos resultados indicados no quadro seguinte

**Quadro 2.66 – Poluição difusa originada pelas fossas sépticas e ETAR compactas na BHRO**

Massa de água subterrânea		Efluente	Cargas do Efluente (ton/ano)				
Código	Nome	(m <sup>3</sup> /ano)	CQO	CBO5	SST	N	P
PT_O33	Caldas da Rainha - Nazaré	7 122,4	4 006,4	2 003,2	2 003,2	486,1	158,5
PT_O24	Cesareda	700,8	394,2	197,1	197,1	47,8	15,6

### 2.2.1.2.2.7 Áreas Agrícolas

#### Enquadramento e informação de base

Uma das principais fontes de poluição difusa tem origem agrícola, resultante de práticas fitossanitárias e de adubação de culturas de regadio e sequeiro. A produção intensiva de alimentos (animais e vegetais) leva ao uso intensivo de adubos químicos, produtos fitofarmacêuticos e outros factores de produção que, se usados indevidamente, podem comprometer a qualidade das águas superficiais e subterrânea.

A presente análise abrange a poluição difusa de origem agrícola que afecta as águas superficiais e subterrâneas da bacia hidrográfica, circunscrevendo-se, em termos de poluentes, ao azoto, ao fósforo e aos produtos fitofarmacêuticos.

Os adubos químicos e resíduos orgânicos, estrumes, chorumes, águas residuais, lamas de depuração e outros produtos, incluindo a matéria orgânica do solo, apresentam nitratos, que são seguramente os compostos de origem agrícola com maior participação na poluição difusa e que dão origem a maiores preocupações. A grande solubilidade dos nitratos permite que sejam facilmente arrastados pelas águas das chuvas ou das regas e infiltrados nos solos. Os seus efeitos negativos no ambiente e para a saúde humana levaram à elaboração da Directiva nº91/676/CEE, Protecção das Águas Contra a Poluição Causada por Nitratos de Origem Agrícola. Em consequência desta directiva, foi elaborado um Código de Boas Práticas Agrícolas, a serem aplicadas voluntariamente pelos agricultores para reduzir os riscos de poluição por este composto (MADRP, 1997), actualmente em revisão.

A agricultura intensiva de regadio emprega muitos factores de produção, sendo o uso de fertilizantes de grande importância para o problema da poluição de origem difusa.

Note-se que este tipo de agricultura é hoje maioritariamente praticado por explorações agrícolas com clara orientação para o mercado, sendo a aplicação de fertilizantes e pesticidas rigorosamente controlada. No caso do Oeste, merecem destaque os pomares de pereiras e macieiras, em que se pratica a fertirrigação com base nos resultados da análise foliar. Pode assim dizer-se que, actualmente, o fornecimento de adubos é bastante menor, fraccionado e colocado junto ao sistema radicular, daqui resultando que a poluição difusa é certamente muito menor do que há alguns anos atrás.

Quanto à agricultura de sequeiro, os períodos de aplicação de adubos decorrem na época das chuvas o que, associado ao facto de os solos terem uma reduzida cobertura vegetal por um período de tempo relativamente longo tem como consequência o arrastamento dos produtos azotados com as escorrências superficiais. Com efeito, na maior parte dos casos, a adubação de fundo é aplicada de finais de Setembro a Outubro e a adubação de cobertura em Janeiro/Fevereiro, períodos em que as precipitações são geralmente importantes. A agricultura de sequeiro, de forma geral, é praticada por explorações com menor orientação para o mercado e consequentemente, com menor uso de tecnologias que permitam reduzir as perdas por lixiviação e arrastamento. Por outro lado, as margens destas culturas têm-se vindo a reduzir de tal forma, que se pode dizer que hoje em dia os agricultores aplicam as quantidades mínimas de adubos, pelo que o potencial de contaminação da agricultura de sequeiro é inferior ao de anos atrás.

Refira-se ainda que a adesão a práticas sustentáveis do ponto de vista ambiental tem vindo a crescer: os sistemas de produção e protecção integradas representavam 4,8% da SAU total do Continente (MADRP, 2006), tendo a vinha o maior peso (42% do total), seguida pelo olival (34%) e frutícolas (10%). A estas práticas acresce o modo de produção biológico que representava 3,4% da SAU, com ocupação maioritária de pastagens (52%), culturas arvenses (24%) e olival (19%).

Os fosfatos são outro composto importante ligado à aplicação de adubos na agricultura. Deve-se ter em atenção que grande quantidade do fósforo registado nas amostras provém da erosão e arrastamento para os cursos de água da camada superficial do solo agrícola.

As fontes de nitratos mais significativas podem ser oriundas de depósitos geológicos de sais de nitrato que, com a irrigação, podem ser lixiviados para as águas subterrâneas, águas residuais urbanas tratadas, efluentes industriais da produção de

fertilizantes, ácido nítrico, ureia e papel, lixiviação de componentes azotados em locais de despejo não controlados, resíduos orgânicos de gado estabulado, excedentes de fertilizantes azotados não usados pela planta e lixiviados para a zona saturada,

Sob condições normais, a exploração florestal, de matos e baldios não apresenta problemas de contaminação com nitratos, uma vez que a produção destes, resultante da mineralização da matéria orgânica é relativamente baixa. Já os fogos aceleram as taxas de mineralização e aumentam os riscos da infiltração e escorrência de nitratos, devido à destruição do coberto vegetal, que, em condições normais, promoveria a sua retenção biológica.

No que toca a dados de culturas agrícolas, poder-se-ia recorrer ao Recenseamento Geral Agrícola (RGA) que permite obter as áreas das principais culturas por freguesia e por concelho. Uma vez que só está disponível o RGA'99 e que o RGA'2009 só estará disponível no início de 2011, optou-se por recorrer aos dados do Corine Land Cover de 2006 (CLC2006). Esta informação, para além de mais recentes, tem ainda a vantagem de estar georreferenciada.

Para a identificação e quantificação de fertilizantes e pesticidas utilizados nas culturas, recorreu-se aos dados das Contas de cultura elaboradas pelo Ministério da Agricultura, seleccionando-se as que se aplicam à zona em estudo. Quanto às necessidades de nutrientes das culturas, quantidades de nutrientes fornecidas pela matéria orgânica do solo, etc, recorreu-se ao Código de Boas Práticas Agrícolas (MADRP, 1997) visto estar ainda em curso a sua revisão.

### **Metodologia e procedimentos**

A metodologia proposta implicava a realização das seguintes actividades:

- Identificação, quantificação das principais culturas agrícolas;
- Identificação e quantificação dos adubos e pesticidas utilizados nestas culturas, a partir dos dados das contas de cultura disponibilizados pelo Ministério da Agricultura;
- Estimativa das cargas recorrendo a abordagens que contemplam a utilização de taxas de exportação de nutrientes, aplicadas às áreas agrícolas, com base em bibliografia especializada, para casos tão semelhantes quanto possível com a região hidrográfica em estudo;
- Cálculo, através da utilização de SIG, das cargas poluentes por massa de água.

Caso não existisse informação bibliográfica válida para a estimativa destas cargas, propunha-se a utilização da fórmula constante do documento das Boas Práticas Agrícolas:

$$F=N - (S+A+B+R)+(I+P+L),$$

Em que o factor F (Factor a fornecer pela fertilização, em kg.ha-1), seria o valor indicado nas contas de cultura.

Os factores N (Necessidades da cultura em azoto para um determinado nível de produção, em kg.ha-1), S (Azoto disponibilizado pelo solo durante o ciclo vegetativo da cultura, em kg.ha-1), A (Azoto fornecido ao solo pela água de rega e através de deposições atmosféricas secas ou húmidas, em kg.ha-1), B (Azoto fixado biologicamente sobretudo através da simbiose Rizóbio - leguminosa, em kg.ha-1), R (Azoto proveniente dos resíduos das culturas precedentes, em kg.ha-1), I (Azoto imobilizado pelos micro organismos do solo, em kg.ha-1) e P (Perdas de azoto por volatilização, inclusive por desnitrificação, em kg.ha-1) seriam retirados das tabelas do CBPA.

Neste trabalho procurou usar-se as duas metodologias, taxas de exportação e balanço de nutrientes nas culturas, com vista a comparar os valores obtidos.

O levantamento do solo agrícola foi efectuado de acordo com o mapa de ocupação do solo (Corine Land Cover 2006), concluindo-se que as Zonas Agrícolas ocupavam 57,64% da área total.

No quadro seguinte indicam-se as classes de ocupação do solo do nível 3, concluindo-se que as classes “Sistemas culturais e parcelares complexos” (24%) e “Agricultura com espaços naturais e semi-naturais” (13%) são as mais importantes, havendo que definir melhor as culturas que as integram. De acordo com o documento “Nomenclatura Corine Land Cover: versão portuguesa comentada”, os “Sistemas culturais e parcelares complexos” integram culturas anuais, pastagens e/ou culturas permanentes. Quanto à “Agricultura com espaços naturais e semi-naturais”, corresponde às zonas ocupadas pela agricultura que ocorrem juntamente com zonas naturais e semi-naturais, incluindo culturas anuais, permanentes e hortas.

Por outro lado, o CLC não detalha as culturas de sequeiro e de regadio destas classes. Assim, recorreu-se ao RGA’99 para identificar as principais culturas que podem representar as classes do CLC. Analisou-se em simultâneo as Contas de cultura disponíveis, de forma a seleccionar as que seriam utilizadas para identificar e

quantificar os fertilizantes e pesticidas utilizados. No quadro seguinte indicam-se as culturas, para as quais se dispõem das Contas de cultura, que se consideraram representativas de cada classe.

**Quadro 2.67 – Classes de ocupação do solo na BHRO com base no CLC, 2006 (em %) e culturas representativas**

Culturas	%	Cultura representativa
Temporárias de sequeiro	2,44	Aveia, cevada e trigo
Temporárias de regadio	1,46	Tomate
Vinhas	10,71	Vinha para vinho e uva de mesa
Pomares	6,18	Pomares de macieira e pereira de regadio
Pastagens permanentes	0,05	Pastagens permanentes
Olival	0,13	Olival
Culturas temporárias e/ou pastagens associadas a culturas permanentes	0,55	Pastagens permanentes e olival
Sistemas culturais e parcelares complexos	24,12	Batata, pastagens e pomares de macieira e pereira de sequeiro
Agricultura com espaços naturais e semi-naturais	12,13	Cebola, pomares de macieira e pereira de sequeiro e horta familiar

Em Portugal não se encontram disponíveis dados de campo que permitam o cálculo efectivo das quantidades de nutrientes que são transportadas a partir dos solos, para as massas de água. A sua quantificação pode no entanto ser obtida através da utilização de modelos mais ou menos complexos que, de acordo com Sutherland e Novotny (Novotny, 1994), podem ser divididos em cinco níveis: I) procedimentos estatísticos simples e 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 VI) modelos contínuos sofisticados.

Adoptou-se aqui uma abordagem que pode ser considerada de nível I, através da utilização de cartografia de uso do solo e de taxas de exportação de nutrientes. Este tipo de abordagem consiste na utilização de cargas por unidade de área e tempo para cada categoria de solo, sendo a carga poluente obtida pela multiplicação das cargas unitárias pelas áreas parciais de cada categoria de solo (Novotny, 1994):

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

em que  $CT_i$  é carga total do poluente  $i$ , afluente à secção de referência,  $C_{ij}$  a carga do poluente  $i$ , por unidade de área e de tempo na categoria de solo  $j$  (taxa de exportação) e  $A_j$  a área de solo da categoria  $j$ . Este tipo de modelo é recomendado em Castro (1986) para situações que considerem áreas extensas e em que existam poucos dados.

As taxas de exportação utilizadas, de acordo com Rodrigues, 2002 foram obtidas em Dal e Kurtar (vide Tanik, 1999), Waller e Hart (vide Castro, 1986), Novotny (1994) e HARP-NUT (1999).

**Quadro 2.68 – Taxas de exportação para a carta Corine Land Cover (kg/ha.ano)**

Classe de Uso do Solo	N	P
Áreas agrícolas com culturas anuais	5,0	1,0
Áreas agrícolas com culturas permanentes	2,7	0,3
Áreas de agrícolas heterogéneas	3,9	0,7
Pastagens	1,5	0,9
Zonas com vegetação arbustiva ou herbácea	2,7	0,3
Zonas descobertas sem ou com pouca vegetação	0,0	0,0

Fonte: Rodrigues *et al.*, 2002

Tendo em conta o exposto, às classes de culturas do CLC 2006 identificadas na região hidrográfica das ribeiras do Oeste, foram aplicadas as seguintes taxas de exportação:

**Quadro 2.69 – Taxas de exportação adoptadas para a RHBO (kg/ha.ano)**

Classe de Uso do Solo	Classes nível 3	N	P
Áreas agrícolas com culturas anuais	Culturas temporárias de sequeiro e de regadio	5,0	1,0
Áreas agrícolas com culturas permanentes	Vinhas, pomares, olival e pastagens permanentes	2,7	0,3
Áreas de agrícolas heterogéneas	Culturas temporárias e/ou pastagens associadas a culturas permanentes; Sistemas culturais e parcelares complexos; Agricultura com espaços naturais e semi-naturais	3,9	0,7

## Resultados

No quadro seguintes apresentam-se os resultados obtidos por massa de água subterrânea.

**Quadro 2.70 – Poluição difusa: cargas originada pelas culturas agrícolas na BHRO, por massa de água subterrânea**

Massa de Água Subterrânea		Cargas (ton/ano)	
Nome	Código	N	P
Orla Ocidental Indiferenciado das Bacias das Ribeiras do Oeste	PT_O04RH4	426,8	69,8
Maceira	PTO18	0,6	0,1
Alpedriz	PTO19	10,8	1,7
Maciço Calcário Estremenho	PTO20	46,4	7,5
Paço	PTO23	2,1	0,4
Cesareda	PTO24	1,3	0,2
Torres Vedras	PTO25	7,3	1,2
Caldas da Rainha – Nazaré	PTO33	32,2	5,8
Pisões-Atrozela	PTO28	0,9	0,2
	Total	528,3	86,9

#### 2.2.1.2.2.8 Atividades pecuárias - Bovinos

##### Enquadramento e dados de base

De acordo com o sistema de produção, as explorações bovinas classificam-se em:

- Explorações de regime extensivo, as que utilizam o pastoreio em todas as fases do seu processo produtivo e cujo encabeçamento não ultrapasse a 1,4 CN/ha;
- Explorações de regime semi-extensivo, as que em área coberta ou ao ar livre utilizem o pastoreio numa ou mais fases do seu processo produtivo;
- Explorações de regime intensivo, as que em área coberta ou ao ar livre não utilizam o pastoreio em qualquer das fases do processo produtivo ou cujo encabeçamento seja superior a 2,8 CN/ha.

Para efeitos do presente documento, entende-se por:

- Unidade de produção: conjunto de parcelas, contínuas ou não, que constituem uma unidade técnico-económica, caracterizada pela utilização em comum dos meios de produção, submetida a uma gestão única, independentemente do título de posse, do regime jurídico e da área ou localização;

- Superfície agrícola utilizada (SAU): integra a terra arável limpa, área com culturas permanentes, superfície forrageira e horta;
- Animais em pastoreio: todos os animais que apascentam as superfícies forrageiras da unidade de produção e que não estão confinados a um espaço físico de forma permanente;
- Animais estabulados: todos os animais que estão confinados a um determinado espaço físico de forma permanente ou temporária;
- Superfície forrageira: integra as áreas próprias e de baldio de culturas forrageiras e prados temporários em terra arável limpa, pastagens permanentes, culturas forrageiras e prados e pastagens naturais que se encontrem ou não em sob coberto de espécies arbóreas e que tradicionalmente são utilizadas para pastoreio;
- Encabeçamento: a relação entre o número de cabeças normais e a área de superfície agrícola da exploração.

De acordo com o anexo VIII presente na Portaria n.º 1212/2003, relativamente a “Boas práticas agrícolas para todas as zonas”, no sentido de garantir o manejo do gado compatível com a capacidade de carga do meio natural, o encabeçamento da unidade de produção nunca pode ser superior a:

- 3 CN/ha de superfície agrícola útil (SAU) em zona de montanha ou em unidades de produção com menos de 2 ha de SAU;
- 2 CN/ha de superfície forrageira para efeitos de encabeçamento nos restantes casos.

As explorações de bovinos podem constituir uma fonte importante de poluição pontual e difusa. Muitas das explorações pecuárias existentes tratam os efluentes através do seu espalhamento no terreno ou armazenamento em pequenas lagoas. No período das chuvas, poderão ser arrastadas percentagens significativas da carga em fósforo e azoto produzidas por estas actividades, transformando fontes de poluição pontuais em difusas.

O desenvolvimento da pecuária intensiva possibilitou grandes concentrações de animais em áreas reduzidas. Consequentemente observa-se a concentração de elevadas quantidades de estrumes e chorumes nessas mesmas áreas, obrigando à sua correcta gestão. Neste contexto, o Decreto-Lei n.º 214/2008, de 10 de Novembro, alterado pelo Decreto-Lei n.º 316/2009, de 29 de Outubro e recentemente pelo Decreto-Lei n.º 78/2010 de 25 de Junho, aprovou o regime de exercício da actividade pecuária (REAP) nas explorações pecuárias, entrepostos e centros de agrupamento,



bem como o regime a aplicar às actividades de gestão, por valorização ou eliminação, dos efluentes pecuários, anexas a explorações pecuárias ou em unidades autónomas.

Segundo Soveral Dias (1997), na fertilização de solos e de culturas, podem utilizar-se uma vasta gama de fertilizantes fornecedores de azoto. A fertilização azotada das culturas é habitualmente feita através da aplicação de adubos químicos adequados. Existe, contudo, uma grande diversidade de materiais de natureza orgânica, como os estrumes e chorumes, que são usados como correctivos orgânicos. Segundo Cartaxo et al. (1995), em termos de carga poluente, existe um diferencial entre a criação de gado bovino quando este se encontra estabulado ou em pastoreio. Os excrementos dos animais que se encontram em pastoreio são reciclados através do solo permitindo não só uma boa depuração dos efluentes essencialmente sólidos, mas também uma melhoria na fertilização do solo para a produção de alimentos para esse gado.

Nos fertilizantes mais utilizados, o azoto poderá encontrar-se sob forma nítrica, sob forma amoniacal ou sob forma orgânica. Em condições normais de temperatura e humidade no solo, tanto o azoto amoniacal como o azoto orgânico tendem a passar gradualmente à forma nítrica (ião nitrato) que é facilmente absorvível pelas plantas. Os nitratos são sais extremamente solúveis em água e dotados de grande mobilidade, característica esta que advém do facto de não serem retidos em quantidades consideráveis pelo complexo de adsorção do solo (argila e húmus, sobretudo), e por não reagirem com outros constituintes de modo a dar origem a compostos insolúveis ou de solubilidade reduzida. A facilidade com que o nitrato é arrastado para camadas mais profundas do solo, pelas águas de percolação, pode originar a poluição de cursos de água e/ou de lençóis freáticos (Soveral Dias, 1997).

A quantidade adequada de azoto a aplicar através de fertilizantes depende das necessidades da cultura e das disponibilidades de azoto assimilável do solo durante o ciclo vegetativo dessa cultura. Ao contrário dos adubos químicos com azoto sob forma nítrica, amoniacal e/ou ureica (facilmente absorvidos pelas plantas) e cuja aplicação deve ser feita tanto quanto possível e nas épocas em que as culturas mais necessitem, já no caso da aplicação de estrumes e chorumes como fertilizantes deve ter-se em atenção que o azoto só estará em condições de ser absorvido depois de passar à forma mineral, através de um conjunto de transformações que ocorrem no solo. Desta forma deve aplicar-se o correctivo orgânico com alguma antecedência em relação às épocas de maior absorção das plantas.

Assim, os estrumes, chorumes, compostos, lamas de depuração e produtos similares originados nas explorações de gado bovino, deverão, nas épocas adequadas, espalhar-se uniformemente sobre o terreno e de seguida ser incorporados em profundidade no solo, afim de evitar perdas por volatilização do azoto sob forma de amoníaco, bem como a libertação de cheiros desagradáveis. O uso de chorume/estrupe em quantidades exageradas, em condições climatéricas desfavoráveis e fora do período de aproveitamento máximo por parte das plantas, pode ser altamente prejudicial no que respeita à contaminação das águas superficiais e subterrâneas. Como medida de prevenção contra a poluição das águas com nitratos, não é recomendável a aplicação de estrumes e chorumes no solo em quantidades anuais superiores a 170 kg de azoto total/ha (Soveral Dias, 1997).

As características e composição dos efluentes de bovinicultura dependem de vários factores, tais como: tipo e peso médio do animal, tipo de exploração, sistema de alojamento, dieta alimentar, sistema de distribuição de alimentos, consumos de água para ingestão e operações de lavagem das instalações, prática de desinfecção das instalações, sistema de limpeza das instalações e sistema de recolha e manipulação dos efluente (Buxadé, 1998 citado por Pereira, 2005). Para além dos nutrientes (principalmente azoto, fósforo e potássio) e dos oligoelementos (metais pesados sob as formas de óxido de zinco e sulfato de cobre), os dejectos pecuários bovinos provenientes de explorações intensivas contém na sua composição quantidades substanciais de matéria orgânica, azoto amoniacal, compostos voláteis (responsáveis por maus cheiros) e agentes patogénicos que, não sendo geridos e processados adequadamente, trazem consequências nefastas para o meio ambiente (Mtnez-Almeida et al., 2004 citados por Pereira, 2005).

Segundo a ENEAPAI (2007), baseada em dados do INE de 2003, em Portugal Continental existiam cerca de 302 mil animais em cerca de 32 mil unidades de exploração de bovinos. A principal concentração de efectivos registava-se na região do Alentejo, destacando-se em importância, além desta, as regiões do Entre Douro e Minho, Ribatejo e Oeste e de Trás-os-Montes. De acordo com aquele documento, em termos da carga poluente em habitante-equivalente para  $\text{CBO}_5$ , Azoto e Fósforo, o sector da bovinicultura é responsável por um total de 6 151 000 h.e, 9 041 000 h.e, 2 123 000 h.e, respectivamente. Estes valores foram calculados considerando apenas as explorações em regime intensivo, sendo por isso expectável que o impacto no solo e nos recursos hídrico seja mais significativo caso se tenham em conta as restantes explorações em regime extensivo.

Da análise ambiental realizada, conclui-se que o sector de produção animal é aquele que tem maior expressão em termos de carga de nutrientes (Azoto e Fósforo). Entre os vários sectores analisados (Bovinicultura, Avicultura, Suinicultura, Lagares, Matadouros, Queijarias e Adegas) e face ao total de cargas poluentes em habitantes-equivalentes, a produção de bovinos representa 49,8% da carga de CBO5 e 57,6% da carga de Azoto. A pressão que o sector de bovinicultua exerce sobre a região hidrográfica do Tejo e Ribeiras do Oeste é por isso considerada elevada, com especial destaque para os concelhos localizados na região do Alentejo.

A ENEAPAI (2007) definiu ainda Núcleos de Acção Prioritária (NAP) para o sector da bovinicultura com base em critérios que consideram o número de efectivo animal; o número de exploração por concelho; a dimensão e características das unidades de exploração; a proximidade física das várias unidades consideradas dos concelhos abrangidos; e a pressão exercida no solo e nos recursos hídricos. Relativamente aos concelhos abrangidos pela bacia hidrográfica das Ribeiras do Oeste, foram identificados nos NAP os concelhos de Leiria e Porto-de-Mós (núcleo G).

Segundo dados cedidos pela DGV (2010), para os 17 concelhos alvo de estudo, abrangidos pela bacia hidrográfica das Ribeiras do Oeste, estão identificados um total de 1 400 unidades de explorações de bovinos e cerca de 40 751 efectivos animais. As estimativas calculadas, para o caso dos concelhos que partilham as duas bacias hidrográficas em análise, tiveram em consideração um coeficiente de área. No quadro abaixo apresentam-se os dados referentes ao número de explorações e de efectivos fornecidos pela DGV:

**Quadro 2.71 – Número de explorações bovinas e distribuição populacional de bovinos, por género**

CONCELHO	Coefficiente de área	N.º Explorações	Total Bovinos (Fêmeas)	Total Bovinos (Machos)	Total de Bovinos
ALCOBAÇA	0,99	286	3242	3871	7113
ALENQUER	0,05	8	92	115	207
BOMBARRAL	1,00	23	330	218	548
CADAVAL	0,85	47	547	597	1145
CALDAS DA RAINHA	0,98	154	949	2673	3622
CASCAIS	0,19	3	5	7	12
LEIRIA	0,03	20	102	60	161
LOURINHÃ	1,00	89	1678	1363	3041
MAFRA	0,84	287	6074	5455	11529
MARINHA GRANDE	0,38	15	239	98	337
NAZARÉ	1,00	24	935	81	1016
ÓBIDOS	1,00	28	111	208	319
PENICHE	0,99	20	287	107	394
PORTO DE MÓS	0,23	52	772	273	1045
SINTRA	0,64	61	1147	201	1348
SOBRAL DE MONTE AGRAÇO	0,49	36	498	803	1301
TORRES VEDRAS	1,00	247	4241	3373	7614
TOTAL	-	1 400	21 249	19 502	40 751

Fonte: DGV, 2010

Para os concelhos abrangidos pela BHRO, de acordo com os dados levantados na sede da ARH Tejo e relativamente às explorações que efectuem a descarga de efluentes no solo, identificaram-se 23 unidades de exploração de bovinos, com 1 690 efectivos, localizadas em 9 concelhos.

## Metodologia adoptada

Ao abrigo do REAP e da norma técnica de elaboração do Plano de Gestão de Efluentes Pecuários (PGEF), para a estimativa da quantidade e composição média de estrumes e de chorumes não diluídos produzidos anualmente por bovinos e a sua conversão em cabeça normal (CN), admite-se o uso das tabelas adoptada pelo INRB (2009) na proposta para o Código de Boas Práticas Agrícolas de 2009. Abaixo apresentam-se as quantidades e composições médias dos estrumes e chorumes.:

**Quadro 2.72 – Quantidade e composição média de estrumes e de chorumes não diluídos produzidos anualmente por bovinos**

	TIPO DE ANIMAL	ESTIMATIVA COM EFECTIVOS ANIMAIS				
		EFLUENTE PECUÁRIO	MO kg/t de estrume kg/m <sup>3</sup> de chorume	N total kg/t de estrume kg/m <sup>3</sup> de chorume	P <sub>2</sub> O <sub>5</sub> kg/t de estrume kg/m <sup>3</sup> de chorume	
BOVINOS	Vaca leiteira	Estrume ton/animal/ano	21	175	5,3	2,2
		Chorume m <sup>3</sup> /animal/ano	23	70	4,3	1,8
	Vaca aleitante	Estrume ton/animal/ano	14	175	5,3	2,2
		Chorume m <sup>3</sup> /animal/ano	15,5	70	4,3	1,8
	Bovino de recria (6 a 24 meses)	Estrume ton/animal/ano	7,0	175	5,3	2,2
		Chorume m <sup>3</sup> /animal/ano	8,0	70	4,3	1,8
	Bovino de engorda intensiva	Estrume ton/animal/ano	6,8	155	5,4	2,3
		Chorume m <sup>3</sup> /animal/ano	7,5	65	4,3	1,7
	Vitelo de recria (< 6 meses)	Estrume ton/animal/ano	2,2	150	5,3	2,3

**Quadro 2.73 – Quantidade e composição média de estrumes e de chorumes não diluídos produzidos anualmente por bovinos, convertidas em cabeças normais**

	TIPO DE ANIMAL	CN	ESTIMATIVA COM CABEÇAS NORMAIS				
			Efluente pecuário		MO kg/CN/ano	N total kg/CN/ano	P <sub>2</sub> O <sub>5</sub> kg/CN/ano
BOVINOS	Vaca leiteira	1,2	<b>Estrume</b> ton/animal/ano	17,5	3063	93	39
			<b>Chorume</b> m <sup>3</sup> /animal/ano	19,2	1342	82	35
	Vaca aleitante	1	<b>Estrume</b> ton/animal/ano	14,0	2450	74	31
			<b>Chorume</b> m <sup>3</sup> /animal/ano	15,5	1085	67	28
	Bovino de recria (6 a 24 meses)	0,6	<b>Estrume</b> ton/animal/ano	11,5	2013	61	25
			<b>Chorume</b> m <sup>3</sup> /animal/ano	13,5	945	58	24
	Bovino de engorda intensiva	0,6	<b>Estrume</b> ton/animal/ano	11,3	1757	61	26
			<b>Chorume</b> m <sup>3</sup> /animal/ano	12,5	813	54	21
	Vitelo de recria (< 6 meses)	0,4	<b>Estrume</b> ton/animal/ano	5,5	825	29	13

Foram pedidos à Direcção Geral de Veterinária (DGV) dados referentes a explorações de bovinos. Os dados facultados identificam as várias explorações existentes em cada concelho abrangido pela BHRO, bem como a distribuição populacional do seu efectivo. Esta distribuição é feita de acordo com a idade e o género dos animais, como se mostra no cabeçalho a seguir reproduzido:

Exploração A	ANIMAIS DE IDADE > 24 MESES		ANIMAIS DE IDADE ≤ 24 MESES	
	Nº FÊMEAS	Nº MACHOS	Nº FÊMEAS	Nº MACHOS

No entanto, conforme se pode verificar pelos valores tabelados nos quadros acima, as quantidades e composição dos efluentes de bovinos variam consoante o tipo de animal. Por este motivo, num primeiro nível de tratamento de dados, foi necessário proceder à correspondência entre as tabelas acima apresentadas e a classificação efectuada pela DGV. Admite-se que a correspondência abaixo apresentada é válida e necessária para estimar as cargas orgânicas poluentes, bem como as quantidades de estrume e chorume produzidos.

**Quadro 2.74 – Correspondência adoptada entre dados da DGV e tabelas para elaboração do PGEP**

IDADE	Género	Divisão da população bovina por tipo de animal
> 24 meses	Fêmeas	Vacas leiteiras + Vacas aleitantes <sup>1</sup>
	Machos	Bovinos de engorda intensiva <sup>2</sup>
≤ 24 meses	Fêmeas	Bovinos de recria (6 a 24 meses) + Vitelos de recria (<6 meses) <sub>3</sub>
	Machos	Bovinos de recria (6 a 24 meses) + Vitelos de recria (<6 meses) <sub>4</sub>

Para efeitos de cálculo entre quantidades e composições médias de efluentes produzidos por diferentes tipos de bovinos, admitiram-se as seguintes ponderações:

1 - Fêmeas de idade > 24 meses: média de valores entre os tipos de animal: “Vacas leiteiras” e “Vacas aleitantes”;

2 - Machos de idade > 24 meses: assumem-se os valores tabelados para o tipo de animal “Bovinos de engorda intensiva”;

3 - Fêmeas de idade ≤ 24 meses: ponderação entre “Bovinos de recria (6 a 24 meses)” e “Vitelos de recria (idade < 6 meses)”, admitindo um efectivo de 70% e 30%, respectivamente, em cada exploração. Este peso traduz a distribuição de “bovinos de idade inferior a 1 ano” e de “bovinos de idades entre 1 e menos de 2 anos” que está presente nos dados do RGA 99 (INE, 2001) em relação aos concelhos abrangidos pela BHRO. Como os vitelos de recria têm menos de 6 meses de idade, admitiu-se que 50% dos “bovinos de idade inferior a 1 ano” correspondem a vitelos de 6 meses. Desta forma obteve-se o número de vitelos com idade inferior a 6 meses, sendo o restante encarado como o número de bovinos de idade compreendida entre 6 e 24

meses. Concluiu-se que do total de bovinos com menos de 24 meses, 70% são bovinos de idade entre 6 e 24 meses e 30% são vitelos de idade inferior a 6 meses. Da tabela de elaboração do PGEP os vitelos de recria não apresentam produção de chorume, pelo que nestes casos a quantidade e composição total do chorume será 70% do especificado para “bovinos de recria (6 a 24 meses)”.

4 - Machos de idade  $\leq$  24 meses: igual ao ponto 3 previamente descrito.

Efectuando as ponderações anteriormente enunciadas, entre cada tipo de animal e suas características em termos de produção de efluentes, é possível construir a tabela que segue:

**Quadro 2.75 – Quantidade e composição média de estrumes e chorumes não diluídos produzidos anualmente por diferentes tipos de bovinos e sua conversão em cabeça normal (CN)**

IDADE	Género	Efluente pecuário	Quantidade produzida	MO	N total	P <sub>2</sub> O <sub>5</sub>	CN	Efluente pecuário	MO	N total	P <sub>2</sub> O <sub>5</sub>
> 24 meses	Fêmeas	Estrume	17,5	175	5,3	2,2	1,1	15,75	2756,5	83,5	35
		Chorume	19,25	70	4,3	1,8		17,35	1213,5	74,5	31,5
	Machos	Estrume	6,8	155	5,4	2,3	0,6	11,3	1757	61	26
		Chorume	7,5	65	4,3	1,7		12,5	813	54	21
< 24 meses	Fêmeas	Estrume	5,6	167,5	5,3	2,2	0,5	9,7	1656,6	51,4	21,4
		Chorume	5,6	49,0	3,0	1,3		9,5	661,5	40,6	16,8
	Machos	Estrume	5,4	153,5	5,4	2,3	0,5	9,6	1477,4	51,4	22,1
		Chorume	5,6	49,0	3,0	1,3		9,5	661,5	40,6	16,8

Num primeiro nível de tratamento dos dados recolhidos junto da ARH Tejo, procedeu-se à caracterização das explorações bovinas (ver tabelas abaixo). No que concerne à caracterização da população de bovinos existente em cada exploração, esta encontra-se dividida em três classes etárias: bovinos de idade superior a 24 meses, bovinos de idade compreendida entre 6 e 24 meses e bovinos de idade inferior a 6 meses.

De modo a ser possível calcular as quantidades e composição média de estrumes e de chorumes recorrendo à tabela de elaboração do PGEP, foi necessário admitir algumas condições de correspondência entre a informação levantada através das licenças de exploração e os tipos de animais especificados na referida tabela. As



considerações tomadas para o cálculo das quantidades e composição dos efluentes produzidos em cada exploração bovina e por tipo de animal são as seguintes:

**Quadro 2.76 – Correspondência entre dados das licenças de exploração bovina da ARH e as tabelas de conversão do PGE**

Tipo de produção	Idade > 24 meses	6 < Idade < 24 meses	Idade < 6 meses
ENGORDA DE BOVINOS	Bovino de engorda intensiva	Bovino de engorda intensiva	Vitelo de recria
PRODUÇÃO DE LEITE	Vacas Leiteiras	Bovino de recria (6 a 24 meses)	Vitelo de recria
RECRIA E ACABAMENTO	Bovino de recria (6 a 24 meses)	Bovino de recria (6 a 24 meses)	Vitelo de recria
VACAS ALEITANTES	Vacas aleitantes	Bovino de recria (6 a 24 meses)	Vitelo de recria
VITELOS EM VITELEIROS	Bovino de recria (6 a 24 meses)	Bovino de recria (6 a 24 meses)	Vitelo de recria
FINS LÚDICOS	Bovino de recria (6 a 24 meses)	Bovino de recria (6 a 24 meses)	Vitelo de recria
VACARIAS	Vacas aleitantes	Bovino de recria (6 a 24 meses)	Vitelo de recria

Tome-se como exemplo do previamente referido uma exploração bovina cuja finalidade de produção é a “produção de leite”, com a seguinte distribuição de efectivos divididos por grupos etários:

Concelho	Sistema de produção	Tipo de produção	Idade > 24 meses	CN	Idade entre 6 e 24 meses	CN	Idade < 6 meses	CN	Efectivo Total	CN total
Alter do Chão	Semi-extensiva	Produção de Leite	240	288	74	44,4	46	18,4	360	350,8

Aplicando as considerações indicadas, é possível transformar as classes etárias em tipo de animal e proceder ao cálculo da quantidade e composição de efluente. Desta forma, a distribuição da exploração acima exemplificada será transformada como segue:

- Todos os efectivos pertencentes à classe etária de idade superior a 24 meses correspondem a “Vacas leiteiras”;

- Todos os efectivos pertencentes à classe etária de idade entre 6 e 24 meses correspondem a “Bovinos de recria (6 a 24 meses)”;
- Todos os efectivos pertencentes à classe etária de idade inferior 6 meses correspondem a “Vitelos de recria”.

Na conversão de efectivos em cabeças normais, foram ainda admitidas as seguintes equivalências adoptadas do Decreto-Lei n.º 214/2008:

**Quadro 2.77 – Equivalências de efectivos e CN (DL n.º 241/2008)**

Tipo de Animal	CN
Vaca leiteira	1,2
Vaca aleitante	1,0
Bovino de recria (6 a 24 meses)	0,6
Bovino de engorda intensiva	0,6
Vitelo de recria (< 6 meses)	0,4

## Resultados

Considerando os dados da DGV, a quantidade média de matéria orgânica (CBO<sub>5</sub> e CQO), azoto total (Ntotal) e fósforo (P<sub>2</sub>O<sub>5</sub>) excretados anualmente pelos efectivos pecuários existentes na região da BHRO, é a que se apresenta no quadro seguinte:

Quadro 2.78 – Quantidade e composição média de estrumes e de chorumes não diluídos produzidos anualmente por bovinos, por concelho (estimativa com o número de efectivos bovinos e com cabeças normais).

CONCELHO	ESTRUME								CHORUME							
	Estimativa com efectivos				Estimativa com cabeça normal				Estimativa com efectivos				Estimativa com cabeça normal			
	Quantidade produzida (ton/ano)	MO (ton/ano)	N total (ton/ano)	P2O5 (ton/ano)	Quantidade produzida (ton/ano)	MO (ton/ano)	N total (ton/ano)	P2O5 (ton/ano)	Quantidade produzida (m3/ano)	MO (ton/ano)	N total (ton/ano)	P2O5 (ton/ano)	Quantidade produzida (m3/ano)	MO (ton/ano)	N total (ton/ano)	P2O5 (ton/ano)
ALCOBAÇA	67774,2	11286,7	368,4	151,7	66886,7	11172,6	357,1	150,6	73888,9	4860,1	306,9	125,8	72955,9	4960,1	340,4	139,0
ALENQUER	1766,2	291,7	9,7	4,0	1736,2	288,0	9,3	3,9	1912,3	122,2	7,7	3,2	1881,7	127,4	8,8	3,6
BOMBARRAL	5127,0	860,6	28,2	11,4	5034,0	848,8	26,8	11,3	5545,2	357,6	22,4	9,2	5433,8	372,0	25,9	10,6
CADAVAL	10326,5	1715,1	56,6	23,1	10171,4	1695,8	54,3	22,9	11218,3	728,3	46,0	18,8	11039,1	750,1	51,7	21,1
CALDAS DA RAINHA	30276,7	4929,1	163,9	68,4	29912,2	4884,8	160,2	67,8	33032,3	2140,7	136,7	55,5	32794,5	2194,5	148,3	59,9
CASCAIS	71,0	11,4	0,4	0,2	68,2	11,0	0,4	0,2	74,0	4,0	0,3	0,1	71,8	4,8	0,3	0,1
LEIRIA	1495,3	251,3	8,3	3,3	1466,8	247,7	7,8	3,3	1614,8	103,7	6,5	2,7	1579,4	108,3	7,6	3,1
LOURINHÃ	28234,9	4720,7	155,1	63,0	27774,7	4662,7	148,1	62,4	30619,8	1986,5	125,0	51,4	30059,4	2052,4	142,3	58,3
MAFRA	104951,1	17512,4	576,2	234,5	103105,3	17278,0	549,9	231,7	113601,2	7308,5	459,4	188,9	111628,6	7605,6	525,5	215,5
MARINHA GRANDE	2969,5	499,8	16,6	6,6	2901,9	491,5	15,4	6,5	3186,2	200,7	12,5	5,2	3094,7	212,9	15,0	6,2
NAZARÉ	9234,9	1578,7	52,4	20,4	8971,2	1545,6	47,6	19,9	9822,4	607,7	37,5	15,6	9456,6	658,6	47,2	19,7
ÓBIDOS	2378,7	385,4	13,2	5,4	2335,5	380,4	12,5	5,3	2567,4	160,0	10,2	4,2	2525,6	168,9	11,6	4,7
PENICHE	3675,8	621,8	20,5	8,2	3595,1	611,6	19,1	8,0	3951,8	251,3	15,7	6,5	3848,1	265,2	18,7	7,7
PORTO DE MÓS	9110,1	1538,3	51,1	20,2	8865,0	1507,4	47,1	19,8	9716,0	600,0	37,2	15,5	9428,5	649,2	45,8	19,0
SINTRA	12538,1	2137,8	70,5	27,7	12205,0	2095,4	64,8	27,2	13383,9	836,0	51,6	21,5	12956,2	898,8	63,8	26,6
SOBRAL DE MONTE AGRAÇO	11067,3	1818,0	60,5	24,9	10914,4	1799,6	58,4	24,7	12039,0	778,6	49,6	20,2	11875,8	801,0	54,9	22,3
TORRES VEDRAS	70914,2	11866,7	389,5	158,3	69717,3	11714,8	371,7	156,5	76845,2	4974,9	312,7	128,6	75447,4	5152,8	357,1	146,4
17	371911	62025	2041	831	365661	61236	1951	822	403019	26021	1638	673	396077	26983	1865	764

(Fonte: DGV, 2010)



Partindo dos dados da ARH Tejo, a quantidade média de matéria orgânica (CBO<sub>5</sub> e CQO), azoto total e fósforo (P<sub>2</sub>O<sub>5</sub>) excretados anualmente por estes efectivos pecuários é a apresentada no quadro abaixo:

**Quadro 2.79 – Quantidade e composição média de estrumes e de chorumes não diluídos produzidos anualmente por bovinos, por massa de água subterrânea (estimativa com o número de efectivos bovinos e com cabeças normais)**

Massa de água Subterrânea	CHORUME							ESTRUME						
	QUANTIDADE PRODUZIDA	MO		N total		P <sub>2</sub> O <sub>5</sub>		QUANTIDADE PRODUZIDA	MO		N total		P <sub>2</sub> O <sub>5</sub>	
		m <sup>3</sup> /ano	ton/ano	ton/ano (CN)	ton/ano	ton/ano (CN)	ton/ano		ton/ano (CN)	ton/ano	ton/ano	ton/ano (CN)	ton/ano	ton/ano (CN)
CALDAS DA RAINHA – NAZARÉ	1580,5	110,6	111,9	6,8	6,9	2,8	2,8	1533,4	264,7	261,5	8,1	8,0	3,4	3,3
ORLA OCIDENTAL INDIFERENCIADO DAS BACIAS DAS RIBEIRAS DO OESTE	18755,0	1309,9	1315,1	80,6	80,7	33,7	34,0	17116,4	2979,2	2967,2	90,8	90,6	37,7	37,8
<b>TOTAL</b>	<b>20335,5</b>	<b>1420,5</b>	<b>1427,0</b>	<b>87,4</b>	<b>87,5</b>	<b>36,5</b>	<b>36,9</b>	<b>18649,8</b>	<b>3243,8</b>	<b>3228,7</b>	<b>98,9</b>	<b>98,6</b>	<b>41,1</b>	<b>41,1</b>

#### 2.2.1.2.2.9 Actividades pecuárias – Suiniculturas

##### **Enquadramento e dados de base**

A valorização agrícola dos efluentes de suinicultura constitui um importante foco de poluição, tanto para águas superficiais como para águas subterrâneas. A principal problemática neste sector, no que concerne à aplicação de chorumes/estrumes no solo ou a sua descarga em massas de água, reside no facto destes animais apresentarem uma capacidade limitada em assimilar os nutrientes presentes dos alimentos que ingerem (azoto, fósforo, entre outros), eliminando através das fezes aqueles que não são utilizados na manutenção metabólica ou no processo de crescimento. Além destes nutrientes, os dejectos suinícolas apresentam igualmente teores de aditivos alimentares inorgânicos, como cobre e zinco. As características dos efluentes das suiniculturas podem variar consideravelmente em concentração e em biodegradabilidade, de acordo com o tipo de exploração, com a distribuição populacional, e com o plano de alimentação (Ribeiro, 1996).

Segundo o Decreto-Lei n.º 214/2008, de 10 de Novembro, (REAP) o sistema de exploração que os núcleos de produção de suínos utilizam, são classificados da seguinte forma:

- a) Produção intensiva: sistema onde os suínos são alojados, não utilizando pastoreio em qualquer das fases do processo produtivo;
- b) Produção intensiva ao ar livre: sistema desenvolvido sobre o solo, em espaço aberto, com reduzido recurso de instalações fixas;
- c) Produção extensiva: sistema que utiliza o pastoreio no seu processo produtivo, com um encabeçamento inferior a 1,4 CN/ha ou que desenvolve a actividade pecuária com baixa intensidade produtiva ou baixa densidade animal.
- d) Detenção caseira: a detenção de um número reduzido de espécies pecuárias por pessoa singular ou colectiva, não sendo consideradas como explorações pecuárias e consequentemente não sujeito a controlo prévio ou a registo da sua detecção. Considera-se que a posse desses animais tem o objectivo de lazer ou de auto-abastecimento do seu detentor.

Relativamente ao tipo de produção (TP) de uma exploração, de acordo com o REAP este deverá reflectir a sua orientação produtiva principal e, destacadamente, aquela que é orientada para a comercialização ou que determina o plano de

produção/reprodução do efectivo. Pode ser referido um TP secundário. Por exemplo: se uma exploração produz leite para consumo próprio, mas o objectivo é a reprodução e a produção de animais para venda (carne), o TP a escolher deve ser a “produção de carne”. De igual forma se a exploração está orientada para a produção de reprodutores o TP deve ser “selecção e/ou multiplicação”, mesmo que a principal fonte de receitas sejam os animais, que são vendidos para a produção de carne/porcos em acabamento. Desta forma e para efeitos do presente estudo entende-se por:

- a) Selecção e ou multiplicação: quando tem por objectivo o melhoramento genético no âmbito de um processo de selecção e ou multiplicação de uma raça reconhecida, de acordo com os procedimentos previstos nos respectivos livros genealógicos ou registos zootécnicos, com vista à produção de reprodutores;
- b) Produção: quando tem por objectivo a produção de leitões e porcos com vista ao abate, mediante recria e acabamento, parcial ou total, da produção própria;
- c) Produção de leitões: quando tem por objectivo a produção de leitões para abate ou para recria e acabamento noutros núcleos de produção de suínos
- d) Reprodução e ou acabamento: quando tem por objectivo, unicamente a recria e ou o acabamento de animais para abate.

Segundo a ENEAPAI (2007), em Portugal Continental existiam cerca de 2 454 200 efectivos animais em cerca de 10 830 unidades licenciadas. A maior concentração de efectivos observa-se na região de Lisboa e Vale do Tejo (LVT). Em termos de concelhos, Leiria, Alcobaça, Rio Maior e Palmela são os concelhos com maior efectivo, sendo de salientar que 1/3 do efectivo concentra-se num número reduzido de explorações altamente especializadas. De acordo com aquele documento, em termos da carga poluente em habitante-equivalente (h.e) para CBO5, Azoto e Fósforo, o sector da suinicultura é responsável por um total de 3 167 000 h.e, 3 327 000 h.e e 4 315 000 h.e, respectivamente.

Da análise ambiental realizada, conclui-se que o sector de produção animal é aquele que tem maior expressão em termos de carga de nutrientes (Azoto e Fósforo). Entre os vários sectores analisados (Bovinicultura, Avicultura, Suinicultura, Lagares, Matadouros, Queijarias e Adegas) e face ao total de cargas poluentes em habitantes-equivalentes, a produção de suínos representa 25,7% da carga total de CBO5 produzida, 21,2% da carga total de Azoto e 42,3% da carga total de fósforo. A pressão que o sector suinícola exerce sobre a região hidrográfica do Tejo e Ribeiras do Oeste

é por isso considerada muito elevada, com especial importância nas bacias do Lis, das Ribeiras do Oeste, do Tejo e do Sado.

A ENEAPAI (2007) definiu ainda Núcleos de Acção Prioritária (NAP) para o sector da suinicultura. Relativamente aos concelhos abrangidos pela bacia hidrográfica das Ribeiras do Oeste, foram identificados nos NAP os seguintes concelhos: Lourinhã, Mafra, Torres Vedras e Alenquer (núcleo C); Alcobaça, Cadaval, Caldas da Rainha, Leiria, Óbidos, Porto-de-Mós (protocolos de cooperação).

## Metodologia

Ao abrigo do REAP e da norma técnica de elaboração de Planos de Gestão de Efluentes Pecuários (PGEP), para a estimativa da quantidade e composição média de estrumes e de chorumes, não diluídos, produzidos anualmente por suínos e a sua conversão em cabeça normal (CN), admite-se o uso das tabelas abaixo apresentadas, adoptadas pelo INRB (2009).

A informação recolhida junto da ARH Tejo relativa a explorações suinícolas, encontra-se dividida, entre outros, por tipo de exploração. Identificaram-se assim as explorações em ciclo fechado, as explorações familiares e também aquelas cuja finalidade é a produção de leitões. Caso nos dados em bruto apareça um tipo de exploração denominado apenas de “engorda”, deve ser considerado como “ciclo fechado”. Analisando as tabelas sugeridas pelo INRB, é possível observar que a quantidade e a composição dos efluentes produzidos varia com o tipo de exploração: “exploração de produção de leitões” e “exploração em ciclo fechado”. Para a estimativa das quantidades e composição dos efluentes produzidos nas explorações familiares foi necessário efectuar uma ponderação (ver notas).

**Quadro 2.80 – Quantidade e composição média de estrumes e de chorumes não diluídos produzidos anualmente por diferentes tipos de suínos**

Tipo de animal	Efluente pecuário 4		MO	N total <sup>5</sup>	P <sub>2</sub> O <sub>5</sub>
			kg/ton ou kg/m <sup>3</sup>	kg/ton ou kg/m <sup>3</sup>	kg/ton ou kg/m <sup>3</sup>
Exploração familiar <sup>1</sup>	Estrume	1,86 ton/animal/ano	40	7,8	7
	Chorume	2,92 m <sup>3</sup> /animal/ano	35	5,6	3,6
Exploração de produção de leitões <sup>2</sup>	Estrume	5,1 ton/animal/ano	40	7,8	7
	Chorume	8,7 m <sup>3</sup> /animal/ano	33	4,7	3,2
Exploração em ciclo fechado <sup>3</sup>	Estrume	12,9 ton/animal/ano	40	7,8	7
	Chorume	19,1 m <sup>3</sup> /animal/ano	36	6	3,8



**Quadro 2.81 – Quantidade e composição média de estrumes e de chorumes não diluídos produzidos anualmente por diferentes espécies pecuárias convertidas em cabeças normais**

Tipo de exploração	CN <sup>6</sup>	Efluente pecuário <sup>4</sup>		MO	N total <sup>5</sup>	P <sub>2</sub> O <sub>5</sub>
				kg/CN/ano	kg/CN/ano	kg/CN/ano
Exploração familiar <sup>1</sup>	0,21	Estrume	8,51 ton/CN/ano	341	66	60
		Chorume	12,62 m <sup>3</sup> /CN/ano	439	69	45
Exploração de produção de leitões <sup>2</sup>	0,52	Estrume	9,8 ton/CN/ano	390	76	68
		Chorume	16,7 m <sup>3</sup> /CN/ano	552	79	54
Exploração em ciclo fechado <sup>3</sup>	1,49	Estrume	8,6 ton/CN/ano	40	7,8	7
		Chorume	12,8 m <sup>3</sup> /CN/ano	36	6	3,8

Como notas aos quadros anteriores refiram-se:

1 – Admitindo que uma exploração do tipo familiar é caracterizada por 70% de porcos de engorda e 30% de porcas de reprodutoras, o cálculo realizado para determinação das quantidades e composição dos efluentes produzidos neste tipo de exploração são obtidos através da ponderação entre os valores apresentados pelo INRB (2009) para:

Tipo de animal	Efluente pecuário		MO	N total	P <sub>2</sub> O <sub>5</sub>
			kg/ton ou kg/m <sup>3</sup>	kg/ton ou kg/m <sup>3</sup>	kg/ton ou kg/m <sup>3</sup>
Lugar de porcas reprodutoras	Estrume	3,4 ton/animal.ano	40	7,8	7
	Chorume	6,0 m <sup>3</sup> /animal.ano	33	4,7	3,2
Lugar de porcos de engorda	Estrume	1,2 ton/animal.ano	40	7,8	7
	Chorume	1,6 m <sup>3</sup> /animal.ano	36	6	3,8

Tipo de animal	CN	Efluente pecuário		MO kg/CN/ano	N total kg/CN/ano	P <sub>2</sub> O <sub>5</sub> kg/CN/ano
Lugar de porcas reprodutoras	0,35	Estrume	9,7 ton/CN/ano	389	76	68
		Chorume	17,1 m <sup>3</sup> /CN/ano	566	81	55
Lugar de porcos de engorda	0,15	Estrume	8,0 ton/CN/ano	320	62	56
		Chorume	10,7 m <sup>3</sup> /CN/ano	384	64	41

Um lugar de porca reprodutora compreende uma porca (depois do 1.º parto) e a criação de 20 a 24 bácoros até um peso de 25-30 kg, por lugar e por ano. Na porca aleitante consideram-se 8,2 ciclos por ano, na gestante 3,1 ciclos/ano, e nos bácoros 11,5 ciclos/ano (INRB, 2009). Um lugar de porco de engorda corresponde a um lugar para engorda de um suíno dos 25 até 100 kg com 3 a 3,2 ciclos por ano (INRB, 2009);

2 – Na exploração de produção de leitões, por cada porca alojada e ano, para além dos efluentes desta, são considerados os valores equivalentes a 5% de varrascos e 3 leitões desmamados (INRB, 2009);

3 - Na exploração em ciclo fechado, por cada porca alojada e ano, para além dos efluentes desta, são considerados os valores equivalentes a 5% de varrascos, 3 leitões desmamados e 6,5 porcos em acabamento (INRB, 2009);

4 - O efluente pecuário produzido depende do tipo de animal e da percentagem de fezes que contém. O chorume contém todas as fezes e urina, sendo que as quantidades referidas na tabela não consideram a adição de águas de lavagens ou pluviais. O estrume é a mistura dos dejectos sólidos e líquidos dos animais com resíduos de origem vegetal constituinte das camas. O tipo e qualidade do estrume dependem da quantidade e qualidade da cama utilizada e da proporção de fezes e de urina que contém (INRB, 2009);

5 - Tendo como referência o valor de N excretado nas fezes e urina, deduziram-se a este as perdas de N (principalmente na forma de amoníaco) sendo que para os suínos o valor é de 20% (INRB, 2009);

6 – Segundo o DL n.º 214/2008 de 10 de Novembro, CN é a unidade padrão de equivalência usada para comparar e agregar números de animais de diferentes

espécies ou categorias tendo em consideração a espécie animal, a idade, o peso vivo e a vocação produtiva. Os diferentes valores de CN consoante a espécie e tipo de animal podem ser consultadas na tabela 2 do anexo II do referido documento.

Para obtenção do número de efectivos em cada exploração foi necessário tratar os dados em brutos provenientes da ARH Tejo, já que estes fazem a contabilização da população suína por animal equivalente. Para tal consideraram-se os seguintes factores de conversão:

Sistema de exploração	Animais-equivalentes
Porco de engorda	1,5
Porca de reprodução	10
Leitão	4

Para os concelhos abrangidos pela BHRO, de acordo com os dados levantados na sede da ARH Tejo e relativamente às explorações que efectuem a descarga de efluentes no solo, contabilizaram-se 50 308 efectivos animais, distribuídos por 225 explorações suinícolas. Observando apenas o universo da BHRO, contabilizam-se 10 314 efectivos distribuídos por 127 explorações.

A quantidade média de matéria orgânica (CBO<sub>5</sub> e CQO), azoto total e fósforo (P<sub>2</sub>O<sub>5</sub>) associada à produção de suínos na região abrangida pela BHRO, apresenta-se no quadro que segue.

Quadro 2.82 – Quantidade e composição média de estrumes e de chorumes não diluídos produzidos anualmente por suínos, por massa de água subterrânea (estimativa com o número de efectivos bovinos e com cabeças normais)

Massa de água Subterrânea	ESTRUME								CHORUME							
	Efectivos animais				Cabeças Normais				Efectivos animais				Cabeças Normais			
	Quantidade produzida (ton/ano)	MO (ton/ano)	N total (ton/ano)	P2O5 (ton/ano)	Quantidade produzida (ton/ano)	MO (ton/ano)	N total (ton/ano)	P2O5 (ton/ano)	Quantidade produzida (m3/ano)	MO (ton/ano)	N total (ton/ano)	P2O5 (ton/ano)	Quantidade produzida (m3/ano)	MO (ton/ano)	N total (ton/ano)	P2O5 (ton/ano)
Alpedriz	851,4	34,1	6,6	6,0	845,7	34,0	6,6	5,9	1260,6	45,4	7,6	4,8	1258,8	45,3	7,6	4,8
Caldas da rainha – Nazaré	258,0	10,3	2,0	1,8	256,3	10,3	2,0	1,8	382,0	13,8	2,3	1,5	381,4	13,7	2,3	1,5
Maciço calcário estremenho	69840,2	2793,6	544,8	488,9	69382,7	2790,8	540,5	484,0	103762,460	3727,389	619,082	392,685	103604,572	3723,427	619,794	395,014
Orla ocidental indiferenciado das bacias das ribeiras do oeste	56382,0	2255,3	439,8	394,7	56011,6	2252,8	436,3	390,7	83812,6	3009,8	499,6	317,0	83675,5	3006,2	500,1	318,8
Torres vedras	374,1	15,0	2,9	2,6	371,6	15,0	2,9	2,6	553,9	19,9	3,3	2,1	553,1	19,9	3,3	2,1
<b>TOTAL</b>	<b>127705,7</b>	<b>5108,2</b>	<b>996,1</b>	<b>893,9</b>	<b>126867,9</b>	<b>5102,9</b>	<b>988,3</b>	<b>885,0</b>	<b>189771,6</b>	<b>6816,2</b>	<b>1131,9</b>	<b>718,0</b>	<b>189473,4</b>	<b>6808,6</b>	<b>1133,1</b>	<b>722,2</b>

#### 2.2.1.2.2.10 Actividades pecuárias - Aviculturas

##### **Enquadramento e dados de base**

As aves são criadas para produzirem ovos e carne e desempenham por isso um papel fundamental do ponto de vista nutritivo à escala mundial. A avicultura intensiva é vista como um meio de aumentar rapidamente o fornecimento de proteína animal às crescentes populações urbanas: as aves adaptam-se à maior parte das regiões do mundo, são relativamente baratas, reproduzem-se rapidamente, e têm uma alta taxa de produtividade. As aves no sistema industrial são alojadas em recinto fechado, normalmente dispostas em baterias, com o objectivo de criar condições óptimas de temperatura e iluminação e para ser possível a manipulação das horas de luz para maximizar a produção.

O sector da avicultura apresenta riscos e oportunidades para os vários recursos naturais. Relativamente ao recurso “terra”, a má gestão dos resíduos animais, onde se incluem os estrumes dos mesmos, pode ter como consequência a ocorrência de níveis tóxicos de nutrientes nos solos. A má gestão de factores de produção químicos, como as quantidades excessivas de metais pesados presentes na alimentação dos animais, pode provocar a poluição química (incluindo Zinco e Cádmio) dos solos. Por outro lado, uma correcta aplicação de estrume de aves no solo pode melhorar a fertilidade deste. Esta melhoria de fertilidade observa-se quando a matéria orgânica que permanece um ano após a aplicação de estrume, se torna parte da matéria orgânica do solo e, à medida que se vai decompondo gradualmente com os anos, liberta nutrientes para as plantas. A estabilidade estrutural do solo é também beneficiada com o incremento de matéria orgânica que por sua vez está envolvida nas propriedades físicas do solo tais como: porosidade, arejamento e capacidade de retenção de água. Estes factores melhoram a estrutura do solo e por conseguinte reduzem a sua vulnerabilidade à erosão (FAO, 1999).

Do ponto de vista do recurso “água”, a má gestão dos resíduos animais no sector da avicultura pode representar riscos para as massas de água superficiais e subterrâneas. No sector avícola o procedimento mais utilizado é o espalhamento de estrume no solo (ENEAPAI, 2007).

Segundo a ENEAPAI (2007), que se baseou em dados das várias CCDR, em Portugal Continental existiam cerca de 1 117 unidades de exploração licenciadas e cerca de 2 279 000 animais (capacidade instalada). A produção avícola em Portugal Continental

concentra-se principalmente em frangos e galinhas poedeiras que, em conjunto, representam quase 90% do efectivo avícola. As regiões com maior efectivo são a Beira Litoral e o Ribatejo e Oeste.

De acordo com aquele documento, em termos da carga poluente em habitante-equivalente (h.e) para CBO<sub>5</sub>, Azoto e Fósforo, o sector da avicultura é responsável por um total de 2 000 000 h.e, 3 157 000 h.e e 3 680 000 h.e, respectivamente. Da análise ambiental realizada, conclui-se que o sector de produção animal é aquele que tem maior expressão em termos de carga de nutrientes (Azoto e Fósforo). Entre os vários sectores analisados (Bovinicultura, Avicultura, Suinicultura, Lagares, Matadouros, Queijarias e Adegas) e face ao total de cargas poluentes em habitantes-equivalentes, a produção de aves representa 16,2% da carga total de CBO<sub>5</sub> produzida, 20,1% da carga total de Azoto e 36,1% da carga total de fósforo. A pressão que o sector da avicultura exerce sobre a RHRO é por isso considerada muito elevada.

A ENEAPAI (2007) definiu ainda Núcleos de Acção Prioritária (NAP) para o sector da avicultura. Relativamente aos concelhos abrangidos pela bacia hidrográfica das Ribeiras do Oeste, foram identificados nos NAP os seguintes concelhos: Leiria e Marinha Grande (Núcleo D); Alenquer, Lourinhã, Torres Vedras, Caldas da Rainha, Mafra, Óbidos, Peniche e Cadaval (núcleo F).

### **Metodologia**

Ao abrigo do REAP e da norma técnica de elaboração de Planos de Gestão de Efluentes Pecuários (PGEP), para a estimativa da quantidade e composição média de estrumes produzidos anualmente por aves e a sua conversão em cabeça normal (CN), admite-se o uso das tabelas abaixo apresentadas, adoptadas pelo INRB (2009).

A informação recolhida junto da ARH Tejo, relativa ao sector da avicultura, encontra-se dividida, entre outros, pelo tipo de produção praticado em cada exploração e apresenta o número de efectivos existentes (capacidade instalada descrita nas licenças). Para que seja possível utilizar a tabela adoptada pelo INRB, é necessário fazer corresponder esse número de efectivo a um tipo de animal. Segue abaixo um exemplo do tratamento de dados executado em algumas explorações de avicultura:

**Quadro 2.83 – Exemplo do tratamento dos dados de aviculturas fornecidos pela ARH Tejo**

Dados base da ARH-tejo		Simplificação admitida		
Modo de produção ARH	N.ºAnimais/efectivo/equivalente	Tipo de animal considerado	N.º efectivos	CN
Criação intensiva de aves de capoeira (recria de frangas futuras galinhas reprodutoras pesadas)	222250 frangos e galinhas reprodutoras	Frangas de Recria	222250	1334
Criação intensiva de aves de capoeira (frangos)	77000 frangos	Frangos de engorda	77000	462
Engorda	30000 aves	Frangos de engorda	30000	180
Criação intensiva de aves de capoeira (recria de galinhas poedeiras)	60000 galinhas poedeiras	Galinhas Poedeiras	60000	780
Produção de ovos	3300 - produção de ovos	Galinhas Poedeiras	3300	43
Criação intensiva de aves de capoeira (galinhas reprodutoras pesadas)	58400 aves	Galinhas Reprodutoras	58400	555
Criação intensiva de aves	22485 animais	Frangos de engorda	22485	135
Engorda	26500 patos	Patos	26500	663
Criação intensiva de aves de capoeira (perus)	75000 perús	Perus	7500	188
Multiplicação	7700 perús	Perus	7700	193
Criação intensiva de aves de capoeira (codornizes)	938600 aves	Codornizes	938600	1877
Criação intensiva de aves de capoeira (frangos de carne)	120000 aves	Frangos de engorda	120000	720

Abaixo apresenta-se a tabela adaptada para o cálculo das quantidades de estrume produzido pelos diferentes tipos de aves, bem com as respectivas considerações que foram tomadas em conta na sua elaboração:

**Quadro 2.84 – Coeficientes considerados para o cálculo das quantidades de estrume produzidos pelas aviculturas**

Tipo de animal	ESTIMATIVA COM EFECTIVOS ANIMAIS					ESTIMATIVA COM CABEÇA NORMAL				
	Efluente pecuário (ton/ano ou m3/ano)	MO kg/ton de estrume	N kg/ton de estrume	P <sub>2</sub> O <sub>5</sub> kg/ton de estrume	CN	Efluente pecuário	MO ton/ano	N ton/ano	P <sub>2</sub> O <sub>5</sub> ton/ano	
Galinha poedeira	Estrume	0,015	330	27	30	0,013	1,2	381	31	23
Franga de recria	Estrume	0,008	430	30	26	0,006	1,3	573	40	20
Galinha reprodutora <sup>1</sup>	Estrume	0,01	380,00	28,5	28	0,010	1,25	477	35,5	21,5
Frango de engorda	Estrume	0,008	440	34	20	0,006	1,3	587	45	37
Perú <sup>2</sup>	Estrume	0,03	400	28	23	0,025	1,2	480	34	16
Tipo de animal	Efluente pecuário (ton/ano)	MO kg/ano	N kg/ano	P <sub>2</sub> O <sub>5</sub> kg/ano	CN	Efluente pecuário	MO ton/ano	N ton/ano	P <sub>2</sub> O <sub>5</sub> ton/ano	
Pato <sup>3</sup>	Estrume	0,03	400	28	23	0,025	1,2	480	34	16
Codorniz <sup>4</sup>	Estrume	0,003	-	0,03	-	0,002	-	-	-	-

Notas:

1 - Média entre "Galinha poedeira" e "Franga de recria"

2 - CN ponderado entre peru macho (0,03) e peru fêmea (0,02) de acordo com o DL n.º 214/2008.

3 - Da análise do DL n.º 214/2008 pode concluir-se o seguinte:

1 Codorniz = 0,002 CN

Frango/Pintada = 0,006 CN

1 Pato/Peru fêmea = 0,02 CN

Peru Macho = 0,03

Entre o tipo de animal "Peru" e "Pato" é de algum modo válido admitir que este último produza as mesmas quantidades que o primeiro, pois os valores de CN são aproximados e a composição do estrume em termos de nutrientes também não difere



grandemente, conforme se pode verificar segundo a NCSU, 1997 - *Poultry manure as a fertilizer source*: <http://www.soil.ncsu.edu/publications/Soilfacts/AG-439-05/AG-439-5.pdf>

Desta forma, pela tabela do PGEP pode admitir-se, para efeitos de estimativa, que um pato produz o mesmo que um peru.

4 - Para o caso da codorniz o mesmo não se aplica, já que a diferença entre este tipo de animal e os restantes é muito significativa para poder considerar-se uma equivalência. Desta forma admitiram-se os valores apresentados por Teira-Esmatges *et al.* (2006) que pecam por só ser possível estimar as quantidades de estrume produzido e a carga de azoto total. O valor de CN é o apresentado no DL nº 214/2008.

#### Resultados

Para os concelhos abrangidos pela BHRO, de acordo com os dados levantados na sede da ARH Tejo e relativamente às explorações que efectuam a descarga de efluentes no solo, contabilizaram-se 3 995 340 animais (capacidade instalada), distribuídos por 52 explorações avícolas. Observando apenas o universo da BHRO, contabilizam-se 1 513 771 animais, distribuídos por 27 explorações.

A quantidade média de matéria orgânica (CBO<sub>5</sub> e CQO), azoto total e fósforo (P<sub>2</sub>O<sub>5</sub>) associada à produção de aves na região abrangida pela BHRO, apresenta-se no quadro abaixo:

**Quadro 2.85 – Quantidade e composição média de estrume produzido anualmente por aves, por massa de água subterrânea (estimativa com o número de efectivos bovinos e com cabeças normais)**

Massa de Água Subterrânea	N.º Explorações	N.º efectivos	CN	ESTRUME							
				Efectivos animais				Cabeças Normais			
				Quantidade produzida (ton/ano)	MO (ton/ano)	N total (ton/ano)	P <sub>2</sub> O <sub>5</sub> (ton/ano)	Quantidade produzida (ton/ano)	MO (ton/ano)	N total (ton/ano)	P <sub>2</sub> O <sub>5</sub> (ton/ano)
CALDAS DA RAINHA – NAZARÉ	1	222250	1334	1778	765	53	46	1734	764	53	27
ORLA OCIDENTAL INDIFERENCIADO DAS BACIAS DAS RIBEIRAS DO OESTE	24	1223971	15754	18878	7135	534	495	19244	7223	540	327
PAÇO	1	7000	175	210	84	6	5	210	84	6	3
TORRES VEDRAS	1	60550	1514	1817	727	51	42	1817	727	51	24
Total	27	1513771	18776	22682	8710	644	588	23004	8798	651	381

#### 2.2.1.2.2.11 Campos de Golfe

##### **Enquadramento e dados de base**

Os campos de golfe têm grande importância para o sector turístico em Portugal, atraindo numerosos visitantes e movimentando importantes recursos que se repercutem positivamente no desenvolvimento local e regional.

Por outro lado, têm sofrido alguma contestação devido a problemas de ordem ambiental, interessando aqui nomeadamente os impactes sobre aspectos qualitativos e quantitativos dos recursos hídricos e os elevados consumos de fertilizantes e fitofármacos e seus potenciais efeitos contaminantes.

A informação de base, fornecida pela Federação Portuguesa de Golfe, continha dados relativos aos campos de golfe existentes e foi completada por pesquisa no site da APA, com vista a identificar os campos com processos de AIA em curso ou já aprovados mas ainda não construídos.

Em seguida, foram contactadas as empresas responsáveis pela exploração dos campos, às quais foi enviado um inquérito com vista à obtenção da informação prevista em termos de consumo de água e de fitofármacos. Toda a informação recolhida pelo consórcio foi compilada num ficheiro EXCEL, podendo agrupar-se os dados recolhidos da seguinte forma:

- Identificação do campo de golfe (designação, situação, localização) e da empresa exploradora (nome, NIF, morada) e do processo (nº da APA);
- Caracterização das origens de água para rega (superficial, subterrânea, abastecimento, águas residuais), dos volumes consumidos, de recirculação (se existente) e tecnologias de rega;
- Caracterização dos consumos de fitofármacos (tipo e quantidades), incluindo as substâncias para avaliação do estado químico das águas (Quadro 4 dos TDR).

Concluiu-se que na região hidrográfica do Oeste existem 5 campos em exploração que se distribuem pelos concelhos de Torres Vedras (2), Óbidos (2) e Peniche (1). Estão previstos mais 10 campos, nos concelhos de Óbidos (5), Torres Vedras (3), Alcobaça (1) e Lourinhã (1).

Foram respondidos 4 dos 5 inquéritos enviados, um deles de forma incompleta.

## **Metodologia e procedimentos**

De acordo com a metodologia prevista, as cargas poluentes seriam calculadas com base nos dados fornecidos pelos responsáveis da exploração dos campos de golfe.

Quando não se dispõe de resposta ao inquérito, não se considerou o campo de golfe em causa. Relativamente à rega, uma vez que os seus consumos foram considerados no subcapítulo das necessidades de água, não serão aqui referidos. De forma equivalente se procedeu para os fertilizantes: não foram aqui considerados na medida em que estão considerados no ponto relativo à poluição difusa gerada pelas áreas agrícolas.

Note-se a propósito que tem havido um esforço importante para reduzir as pressões ambientais resultantes dos campos de golfe, quer através de medidas introduzidas na fase da concepção e projecto do campo de golfe, quer através de medidas e práticas adoptadas na fase de exploração. Refira-se a este propósito o “Manual de Boas Práticas Ambientais para Campos de Golfe - Normas para Planeamento, Projecto, Obra e Exploração de Campos de Golfe numa perspectiva de Sustentabilidade Ambiental” publicado pela Agência Portuguesa do Ambiente /Ministério do Ambiente, do Ordenamento do Território e do Desenvolvimento Regional; bem como a crescente adesão dos campos de golfe à certificação por normas ambientais (ISO 14 001, Eco-Golf, Audubon, etc).

No que toca à rega, refira-se que, dos 4 campos que responderam ao inquérito, 1 recorre a águas superficiais e subterrâneas em simultâneo, recorrendo os outros 3 apenas a águas subterrâneas. Nenhum dos 4 campos recorre a águas residuais tratadas ou de abastecimento público e 2 deles fazem a recirculação da água de rega em lagos. Consomem 63 200 m<sup>3</sup>/ano de águas superficiais e 494 600 m<sup>3</sup>/ano de águas subterrâneas que, para uma área regada por aspersão de 124,3 hectares, se traduz num consumo médio de 4 487 m<sup>3</sup>/ha.

Relativamente aos fitofármacos, os campos de golfe indicaram nos inquéritos as quantidades dos produtos comerciais aplicados, tendo-se calculado a quantidade de substância activa tendo em conta a composição do produto comercial. Analisando as respostas, concluiu-se que são utilizados os seguintes produtos:

Fungicidas: Propiconazol, Clortalonil, Azoxistrobina, Iprodiona, Captana, Mancozebe;

Insecticidas: Clorpirifos, Carbaril, Deltametrina.

Note-se que destes produtos o Carbaril tinha utilização autorizada até 2009, ano a que são relativos os dados fornecidos.

Quanto às substâncias do Quadro 4, só o Clorpirifos (clorpirifos-etil) faz parte desta lista e foi indicada a sua utilização em 2 campos (os outros 2 campos não responderam a esta parte do inquérito). Trata-se de um insecticida organofosforado que actua por contacto, ingestão ou fumigação e é identificado pelo CAS nº 2921-88-2.

## Resultados

No quadro seguinte apresentam-se os resultados obtidos para a BHRO

**Quadro 2.86 – Poluição difusa: cargas poluentes geradas pelos campos de golfe na BHRO**

Massa de Água Subterrânea		N.º campos de golfe	Substâncias para avaliação do estado químico	
Designação	Código		Designação	Quantidade (kg/ano)
Orla ocidental indiferenciado das bacias das ribeiras do Oeste	O04RH4	2	Clorpirifos	35
		3	n.d.	n.d.
Total		5	Clorpirifos	35

### 2.2.1.2.2.12 Solos contaminados

#### Enquadramento e informação de base

Os problemas de contaminação de solos por poluição química de origem antropogénica decorrem de práticas agrícolas incorrectas, rejeição de efluentes industriais não devidamente tratados ou deposição mal controlada de resíduos. São diversas as actividades económicas responsáveis por situações mais ou menos graves de solos contaminados, salientando-se as indústrias, as extracções mineiras e o armazenamento de substâncias perigosas e combustíveis.

Na actividade agrícola, o solo recebe substâncias com capacidade poluente, nomeadamente produtos azotados e fosforados, na forma de adubos, estrumes, lamas das estações de tratamento e pesticidas. A aplicação inadequada de fertilizantes e pesticidas pode levar a problemas de poluição do solo e das águas superficiais e subterrâneas.

No que toca às actividades industriais, a natureza de uma possível contaminação decorre claramente da matéria-prima, do processo industrial e do produto final resultante.

Relativamente à deposição mal controlada de resíduos, as lixeiras configuraram importantes focos de poluição devido à deposição anárquica de resíduos de diferentes origens em zonas não confinadas nem impermeabilizadas. Refira-se que foi executado um programa de encerramento e recuperação ambiental de lixeiras, seguindo as orientações da directiva sobre a deposição de resíduos em aterro.

As actividades mineiras foram tratadas em ponto específico, pelo que não serão aqui consideradas.

Refiram-se ainda os solos dos centros urbanos sujeitos permanentemente a cargas contaminantes (metais pesados, óleos, hidrocarbonetos, halogenados voláteis, cloretos, sulfatos e nitratos), provenientes dos gases de combustão dos veículos automóveis. Há ainda fugas dos sistemas de drenagem das águas residuais. Junto às principais vias rodoviárias e ferroviárias podem-se encontrar solos contaminados com metais pesados (N, S, P e Cl), mais ou menos significativos consoante a intensidade do tráfego, o tipo de viaturas, de combustível, etc.

Há ainda um número elevado de depósitos de combustíveis enterrados, alguns muito antigos e sem qualquer protecção à corrosão.

A dimensão nacional do problema de contaminação de solos não é totalmente conhecida.

No Estudo preliminar “Os solos contaminados. A situação em Portugal” (LNEC, 1998) contabilizaram-se mais de dois mil locais de solos contaminados entre lixeiras, extracção mineira, indústria e outras actividades. Os locais considerados como potencialmente contaminados localizavam-se sobretudo no litoral, junto à foz dos grandes rios. No interior identificaram-se alguns pontos relacionados essencialmente com a extracção mineira ou com a existência de importantes fontes de matérias-primas e de água, em particular rios.

Em 2000, foi elaborado pelo antigo Instituto dos Resíduos o primeiro levantamento nacional, com base na experiência internacional e nos sectores da actividade económica que envolviam produtos ou processos susceptíveis de gerar resíduos industriais perigosos. A estimativa apontava para mais de 22 mil locais que podiam ter os solos e os aquíferos contaminados. Com actividades predominantemente

industriais, estes locais centravam-se em zonas litorais, mais especificamente: Porto/Matosinhos, Estarreja, Lisboa/Almada, Seixal/Barreiro e Sines eram consideradas as zonas mais problemáticas.

Posteriormente, o Instituto dos Resíduos incumbiu 6 Universidades (Universidade do Minho, Universidade do Porto, Universidade de Aveiro, Universidade Nova de Lisboa, Universidade Técnica de Lisboa e Universidade do Algarve), em colaboração com o Instituto Nacional de Estatística, da realização do Inventário Nacional de Produção de Resíduos Industriais (INPRI) em Portugal tendo como referência o ano 2001 e destinado a fazer a reavaliação dos dados até então conhecidos. Este estudo, publicado em 2006, revelou que 61 concelhos (um quarto do total) tinham áreas contaminadas ou potencialmente contaminadas. O levantamento foi efectuado apenas em locais incluídos na rede nacional de Áreas Protegidas ou abrangidos pela Reserva Ecológica Nacional pelo que parte do país ficou fora da inventariação. Os resultados apontaram para a produção de 254 000 toneladas/ano de RIP.

Para além das medidas para reduzir a produção deste tipo de resíduos, bem como de promoção da sua reciclagem ou regeneração previstas no Plano Estratégico de Gestão dos Resíduos Industriais (PESGRI), foi então decidida a criação de dois aterros para RIP (Centros Integrados de Recuperação, Valorização e Eliminação de Resíduos Perigosos, CIRVER), assegurando-se a eliminação por incineração da fracção de RIP que não tem melhor alternativa de tratamento.

De acordo com O Ministério do Ambiente e Ordenamento do Território (MAOT), o inventário de 2000 estaria a ser objecto de revisão e de actualização em 2008 mas ainda nada foi publicado ou disponibilizado.

A publicação do Decreto-lei nº 178/2006, de 5 de Setembro, constituiu o primeiro passo para colmatar o vazio legislativo na matéria, configurando o enquadramento legal necessário para dar prossecução às acções de descontaminação.

No âmbito do Quadro de Referência Estratégico Nacional (QREN), os Passivos Ambientais estão abrangidos pelo Programa de Ordenamento e Valorização do Território (PVOT) 2007-2013 e pelos Programas Operacionais Regionais

O Eixo Prioritário III, Prevenção, Gestão e Monitorização de Riscos Naturais e Tecnológicos do POVT abrange 3 domínios de intervenção, interessando aqui o segundo domínio, Recuperação do Passivo Ambiental. Tem como objectivos a prevenção de riscos e a valorização ambiental e socioeconómica do território,

proporcionando melhores condições para o uso futuro do solo, designadamente através da reabilitação de solos contaminados e de zonas mineiras onde estejam em risco aquíferos, ecossistemas ou a saúde humana e simultaneamente não seja viável a aplicação do princípio poluidor-pagador, o princípio da responsabilidade ou se comprove a falta de capacidade de internalização dos custos.

Decorrente da Lei Orgânica do MAOT (Decreto-Lei n.º 207/2006, de 27 de Outubro) e no quadro da racionalização das suas atribuições, operou-se a fusão do Instituto do Ambiente e do Instituto de Resíduos na Agência Portuguesa do Ambiente (APA).

Compete à APA, enquanto Autoridade Nacional de Resíduos propor, desenvolver e acompanhar a execução das políticas de ambiente, no âmbito dos resíduos, da recuperação e valorização dos solos e outros locais contaminados. Neste contexto foi criado o Grupo de Trabalho Passivos Ambientais (Despacho n.º 28176/2007, de 14 de Dezembro, do MAOT e do Ministério da Economia e da Inovação), para definição de orientações e prioridades no domínio da reabilitação de áreas degradadas afectas à indústria extractiva e de sítios e solos contaminados que constituam passivos ambientais.

Este Grupo de Trabalho produziu um documento final que integra, entre outros itens, as candidaturas prioritárias, a articulação entre o POTVT e os PO Regionais, bem como as fontes de financiamento.

De acordo com o documento de enquadramento do MAOT, em Portugal existem situações de passivo ambiental - degradação e contaminação de solos, nomeadamente - em consequência da actividade extractiva, industrial ou urbana do passado, geograficamente limitadas que necessitam ser resolvidas. As acções com vista a requalificar estas áreas terão de ser enquadradas em operações integradas que resolvam os problemas ambientais, mas que, simultaneamente, garantam a manutenção da qualidade ambiental no futuro.

Alguns destes locais representam um passivo ambiental muito importante, estando na origem de riscos para a saúde pública e para os ecossistemas e a sua resolução constitui um pressuposto para a valorização económica das respectivas regiões, onde, em muitos casos, as actividades que estão na sua origem foram as principais fontes de emprego. Durante o período de programação 2000-2006 foram desenvolvidas acções para minimizar os riscos existentes ou potenciais em alguns dos locais referenciados, mas o Estado terá ainda de continuar a desenvolver esforços que permitam reduzir a dimensão dos referidos riscos.



Os locais considerados à priori de intervenção prioritária por lhes ter sido reconhecida uma penalização elevada devido à presença da contaminação de acordo com os factores e indicadores acima referidos são os seguintes:

- terrenos afectos à antiga zona industrial de Estarreja;
- terrenos da antiga Siderurgia Nacional no Seixal;
- antiga zona industrial do Barreiro;
- lamas não inertizadas de 12 bacias adjacentes ao Complexo de Sines;
- bacia do Alviela (área industrial de Alcanena).

Nenhum dos locais indicados interessa à bacia hidrográfica das ribeiras do Oeste.

Foi ainda analisada a lista de beneficiários de financiamento comunitário, FEDER e Fundo de Coesão de 30 de Setembro de 2010, disponível no sítio de PVT/QREN, tendo-se verificado que os projectos aprovados no domínio de intervenção “Recuperação do Passivo Ambiental” até à data não incluíam locais incluídos na BHRO.

### **Metodologia e procedimentos**

Os locais com solos contaminados seriam identificados a partir dos levantamentos que têm sido efectuados com esta finalidade.

Apesar dos esforços desenvolvidos junto da APA, só foi possível consultar o Relatório Síntese do Estudo de Inventariação de Resíduos Industriais, efectuado pelas 6 Universidades para o Instituto dos Resíduos. Este relatório síntese apresenta os resultados agregados por CAE e por região (NUT II), pelo que não foi possível identificar locais com solos contaminados neste relatório.

Como já foi referido, a APA estará a desenvolver a revisão/actualização daquele estudo cuja consulta permitiria desenvolver este subcapítulo com informação actual e mais completa.

### **Resultados**

Nesta fase do trabalho, pelas razões atrás apontadas, não foi possível identificar locais com solos contaminados na BHRO, embora seja expectável a sua presença.

### 2.2.1.2.3 Captações de água (2.3.2.3)

#### 2.2.1.2.4 Situação anterior

Neste ponto, destacam-se as captações de água subterrânea que integram o Sistema de Abastecimento da EPAL integra, assente nos três subsistemas principais seguintes, cada qual associado a uma das três grandes origens de água que a EPAL dispõe:

- o subsistema do Alviela, com origem nas nascentes dos Olhos de Água do rio Alviela: pode ser alimentado no seu percurso pelas águas provenientes das captações da Ota, de Alenquer e Lezírias;
- o subsistema do Tejo, que tem origem nas águas superficiais do rio Tejo, captadas em Valada: a água que transporta tem também origem em várias captações subterrâneas, como seja as de Valada, Lezíria, Ota, Alenquer, Carregado, Quinta do Campo e Espadanal;
- o subsistema de Castelo do Bode, que tem origem nas águas superficiais do rio Zêzere captadas na albufeira da barragem de Castelo do Bode, é o único que não está ligado a captações subterrâneas.

Para além destas captações, existiam na BHO 155 captações de água, das quais 5 são superficiais e 150 são subterrâneas, para abastecimento dos 50 sistemas inventariados com distribuição domiciliária de água, servindo cada um mais de 50 habitantes.

#### 2.2.1.2.5 Situação actual

No presente Plano, no que se refere a pressões quantitativas, pretende-se a identificação e avaliação das captações significativas de água que sejam destinadas às diversas utilizações (urbana, industrial, agrícola e outras), tendo em consideração o seguinte:

- variações sazonais dos volumes de água captados;
- procura anual de água;
- perdas de água nos sistemas de distribuição;
- captações de água previstas para as utilizações urbanas, industriais, agrícolas e outras;
- recepção e incorporação de água.

A informação de base a utilizar consiste nos processos de licenciamento de captações existentes e/ou fornecidos pela ARH Tejo. Destes processos será recolhida a

informação necessária para a identificação e caracterização das captações tendo em conta, pelo menos, o indicado no Quadro 5 do Anexo III, Especificações Técnicas.

Finalmente, pretende-se que seja apresentada uma síntese com as pressões associadas a cada massa de água e as tendências de subida e descida dos níveis, incluindo variações sazonais de piezometria.

Relativamente à informação de base, foram fornecidos pela ARH Tejo os ficheiros relativos ao Regime Económico Financeiro (REF) de 2008 e de 2009 e os ficheiros relativos às captações nas antigas áreas da CCDR Alentejo, CCDR Centro e CCDR Lisboa e Vale do Tejo.

De acordo com o documento metodológico elaborado pela ARH Tejo (de 29 de Julho de 2010), o levantamento da informação sobre as pressões quantitativas deverá processar-se da seguinte forma:

“1. O Consórcio do Lote deverá considerar a base de dados do Regime Económico Financeiro (REF) como sendo a informação base para a listagem das captações significativas.

2. A informação base deverá ser complementada com novas captações/utilizadores passíveis de integrarem a base de dados do REF:

a) É seleccionável qualquer captação cujos meios de extracção sejam superiores a 5 cv. Esta selecção deverá processar-se pela potência dos meios de extracção de cada captação;

b) É seleccionável qualquer utilizador que possua várias captações na mesma massa de água subterrânea e cujo somatório dos meios de extracção seja superior a 5 cv. Esta selecção deverá processar-se pelo Número de Identificação Fiscal (NIF) de cada utilizador;

c) É seleccionável qualquer captação cujo volume de extracção anual licenciado seja superior a 16 666,7 m<sup>3</sup> (finalidade rega ou agricultura); 3 333,3 m<sup>3</sup> (finalidade demais casos, por exemplo produção de água para consumo humano e actividade industrial); 2 500 000 m<sup>3</sup> (finalidade produção de energia hidroeléctrica); 18 518,5 m<sup>3</sup> (finalidade produção de energia termoeléctrica) e 3703,7 m<sup>3</sup> (finalidade sistemas de águas para abastecimento público).

3. Qualquer captação ou utilizador seleccionado com o 2.º critério, deverá ser sempre previamente confirmado que não se encontra na base de dados do REF, de modo a não existir uma duplicação de captações significativas.

Refere-se por último que:

1. A informação a considerar no levantamento das pressões quantitativas não deverá ser anterior ao ano de 2000;

2. O consórcio já possui a seguinte informação:

a) Todas as captações de água subterrânea existentes na antiga área da CCDRLVT. Qualquer informação adicional que seja necessária recolher sobre estas captações, deverá ser consultado o processo em papel, que se encontra disponível nas instalações desta ARH em Lisboa;

b) Todas as captações de água subterrânea existentes na antiga área da CCDD Alentejo. Qualquer informação adicional que seja necessária recolher sobre estas captações, deverá ser consultado o processo em papel, que se encontra disponível nas instalações desta ARH em Portalegre;

c) Todas as captações de água subterrânea existentes na antiga área da CCDD Centro. Qualquer informação adicional que seja necessária recolher sobre estas captações, deverá ser consultado o processo em papel, que se encontrará brevemente disponível nas instalações desta ARH;

d) Todas as captações de água subterrânea que se encontram 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.”

O Consórcio encontra-se a efectuar o trabalho descrito, sendo ainda de referir que foi aprovado pela ARH Tejo o modelo proposto pelo Consórcio para a identificação e caracterização das captações (documento de 22 de Julho de 2010).

## **2.3 ZONAS PROTEGIDAS E ÁREAS CLASSIFICADAS (2.4)**

### **2.3.1 Águas subterrâneas (2.4.2)**

#### **2.3.1.1 Zonas designadas para a captação de água destinada ao consumo humano (2.4.2.1)**

Os elementos apresentados nesta secção provêm das informações enviadas pela ARH Tejo, nomeadamente da informação da shapefile <Perímetros de protecção.shp> contida na pasta PPC\_BD\_ARHT, do correspondente texto de apoio e dos novos limites dos perímetros de protecção enviados em 2010-09-30.

Na área do PBH Oeste está aprovada, pela Portaria n.º 983/2010, de 24 de Setembro, a delimitação dos perímetros de protecção das captações designadas por PDR01, PDR02, PDR03, PDR04 e PDR05 do pólo de captação de Praia d'El Rey, localizadas no concelho de Óbidos. Cada captação tem uma zona de protecção imediata e uma zona intermédia. A zona de protecção alargada é única para as cinco captações.

Relativamente às restantes captações de abastecimento público já foram apresentadas propostas de delimitação de 171 zonas de protecção de 43 pólos de extracção de águas subterrâneas.

As Propostas Finais de perímetros de protecção das captações da Ota e de Alenquer pertencentes à EPAL, S.A., fora da área do PBH Oeste, mas cujo perímetro de protecção da zona alargada se encontra na serra de Montejunto, já foram enviadas para o Gabinete de Sua Excelência a Ministra do Ambiente e do Ordenamento do Território para aprovação e posterior publicação em Diário da República.

#### **2.3.1.2 Zonas vulneráveis (2.4.2.2) (delimitação das zonas especiais de protecção e resumo da tipificação e dos condicionamentos de utilização)**

Na área do PBH Oeste não são indicadas zonas vulneráveis na lista de zonas vulneráveis publicada na Portaria n.º 164/2010.

### **2.3.1.3 Zonas de infiltração máxima (2.4.2.3)**

Não estão definidas até ao momento, ao abrigo da REN, zonas de infiltração máxima na área do PBH Oeste. Nos trabalhos desenvolvidos para o PBHRO de 2001 foi feita uma primeira definição que se revisitará durante o desenvolvimento deste Plano.

### **3. REDE DE MONITORIZAÇÃO (3)**

#### **3.1 ESTADO DAS ÁGUAS (3.1)**

##### **3.1.1 Águas subterrâneas (3.1.2)**

###### **3.1.1.1 Estado quantitativo (3.1.2.1) (Locais, Frequência e Métodos)**

A rede de monitorização de quantidade de águas subterrâneas sob responsabilidade da ARH Tejo é a resultante dos programas de monitorização levados a cabo pela Comissão de Coordenação e Desenvolvimento Regional de Lisboa e Vale do Tejo (CCDR-LVT) desde 1999. A rede foi implementada com o objectivo de avaliar e acompanhar a evolução temporal e espacial dos recursos hídricos subterrâneos disponíveis. As medições do nível da água e do caudal de nascentes são realizadas mensalmente em alguns pontos utilizando de sondas manuais de contacto eléctrico – ver Quadro 3.1. Em dois pontos de observação estão instaladas sondas automáticas programadas para medição diária do nível da água – ver Quadro 3.2.

Na massa de água O18 – Maceira não está definido nenhum ponto para as redes de níveis, vigilância e operacional, apesar de existir um ponto disponível na rede Base (296/3).

**Quadro 3.1 – Localização dos pontos de monitorização mensal de nível de água**

Massa de água	N.º de inventário	Tipo	Coordenadas		WIS E
			M (m)	P (m)	
O04RH4 - Orla Ocidental indiferenciado das Bacias das Ribeiras do Oeste	307/123	Furo Vertical	124650	298600	N
	337/4	Furo Vertical	99780	265150	N
	337/6	Furo Vertical	100640	263150	S
	350/2	Furo Vertical	117000	253720	N
	350/7	Furo Vertical	117470	256430	N
	350/9	Furo Vertical	108900	253260	N
	351/2	Furo Vertical	121580	257350	S
	362/100	Furo Vertical	111650	240000	N
	374/16	Furo Vertical	95550	234500	N
	375/14	Furo Vertical	105470	238380	N
	388/17	Poço	90910	221150	N
	389/5	Furo Vertical	111500	229960	S
	389/65	Furo Vertical	105460	229900	N
	415/7	Poço	84280	206920	N
O19 - Alpedriz	307/131	Furo Vertical	130700	299200	S
	308/54	Furo Vertical	136722	296179	S
O23 - Paço	337/22	Furo Vertical	100440	260550	S
	349/92	Furo Vertical	100570	257180	N
O24 - Cesareda	337/94	Furo Vertical	103000	262900	S
	349/101	Furo Vertical	102100	259550	S
O25 - Torres Vedras	362/86	Furo Vertical	110820	244900	S
	362/99	Furo Vertical	104140	240680	S
	374/11	Furo Vertical	100850	237890	N
	374/20	Furo Vertical	98050	238450	S
O33 - Caldas da Rainha - Nazaré	307/119	Furo Vertical	127270	297000	S
	307/18	Furo Vertical	122660	292880	S
	316/6	Furo Vertical	119780	287620	S
	326/34	Poço	111800	275120	S
	338/2	Furo Vertical	107380	264700	N
	338/31	Poço	111100	265860	S

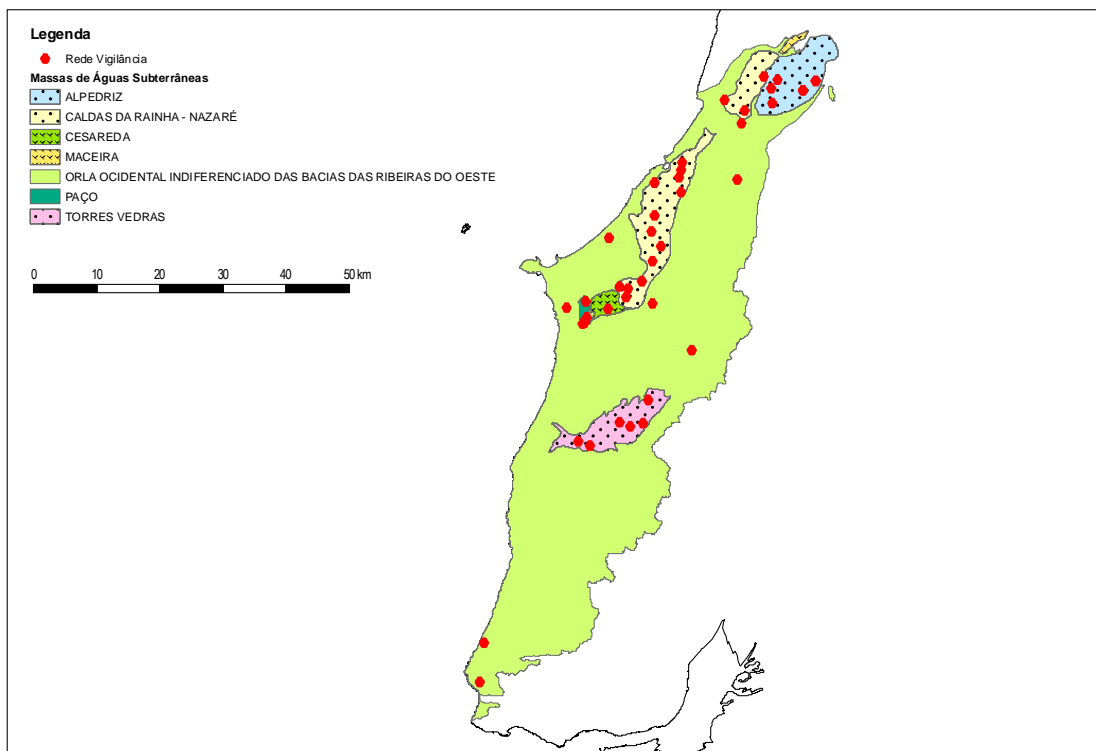
**Quadro 3.2 – Localização dos pontos de monitorização diária de nível de água**

N.º de inventário	Designação	Concelho	Tipo	Profundidade (m)	Coordenadas	
349/101	RA5pz - Pena Seca	Lourinhã	Furo	190	102060	259615
337/094	RA4pz - Serra d' El Rei	Óbidos	Furo	193	103170	262503



### 3.1.1.2 Rede de vigilância (3.1.2.2) (Locais, Parâmetros, Frequência e Métodos)

A rede de vigilância instalada na Região Hidrográfica 4 é constituída por 37 pontos, distribuídos pelas sete massas de água, como apresentado nos quadros seguintes. A frequência de amostragem semestral é a mais habitual. O número de parâmetros monitorizados é igualmente variável. Os pontos da rede são apresentados na Figura 3.1.



**Figura 3.1 – Pontos de monitorização da rede de vigilância no PBH Oeste**

**Quadro 3.3 – Rede Vigilância: Massa de Água O18 - Maceira**

N.º INV	M	P	Tipo Ponto	Local	Concelho	Uso	Parâmetros
Nenhum							

**Quadro 3.4 – Rede Vigilância: Massa de Água O19 - Alpedriz**

N.º INV	M	P	Tipo Ponto	Local	Concelho	Uso	WISE	Parâmetros
307/121	129880	295000	F. Vertical	Montes	Alcobaça	Rega	S	Azoto amoniacal; COT; Cloretos; Coliformes Fecais; Coliformes Totais; Enterococos intestinais; Cond.; Fenóis; Fluoretos; Fosfatos; Nitratos; Oxigénio Dissolvido; Pesticidas (Grupo); pH; Sulfatos; Temp.; As; Cd; Pb; Cu; Fe; Zn; Ba; Be; Bo; Co; Hg; Ni; Se; V; Tetracloroetileno; Tricloroetileno; $\alpha$ total; $\beta$ total; Dose indicativa total; Trítio
307/135	130875	296300	F. Vertical	Alpedriz	Alcobaça	Monit.	S	
307/136	130100	292700	F. Vertical	Alqueidão	Alcobaça	Monit.	S	
307/C81	135040	294719	F. Vertical	Chão Pardo	Porto de Mós	AP	S	
308/52	136970	296208	F. Vertical	Casais dos Matos	Porto de Mós	AP	S	

**Quadro 3.5 – Rede Vigilância: Massa de Água O23 - Paço**

N.º INV	M	P	Tipo Ponto	Local	Concelho	Uso	WISE	Parâmetros
337/108	100488	261094	Poço	Bolhos	Penuche		N	Azoto amoniacal; COT; Cloretos; Coliformes Fecais; Coliformes Totais; Enterococos intestinais; Cond.; Fenóis; Fluoretos; Fosfatos; Nitratos; Oxigénio Dissolvido; Pesticidas (Grupo); pH; Sulfatos; Temp.; As; Cd; Pb; Cu; Fe; Zn; Ba; Be; Bo; Co; Hg; Ni; Se; V; Tetracloroetileno; Tricloroetileno; $\alpha$ total; $\beta$ total; Dose indicativa total; Trítio
349/133	100570	258623	Poço	Casal da Carqueija	Lourinhã		N	
349/135	100310	257832	F. Vertical	Camarnais	Lourinhã		N	
349/58	100040	257580	F. Vertical	Camarnais	Lourinhã	CH	S	

**Quadro 3.6 – Rede Vigilância: Massa de Água O24 – Cesareda**

N.º INV	M	P	Tipo Ponto	Local	Concelho	Uso	WISE	Parâmetros
350/122	104040	259940	F. Vertical	Casal da Lagoa	Lourinhã	Rega	S	Azoto amoniacal; COT; Cloretos; Cond.; Fenóis; Fluoretos; Fosfatos; Nitratos; Oxigénio Dissolvido; Pesticidas (Grupo); pH; Sulfatos; Temp.; As; Cd; Pb; Cu; Fe; Zn; Ba; Be; Bo; Co; Hg; Ni; Se; V; Tetracloroetileno; Tricloroetileno; $\alpha$ total; $\beta$ total; Dose indicativa total; Trítio

**Quadro 3.7 – Rede Vigilância: Massa de Água O25 - Torres Vedras**

N.º INV	M	P	Tipo Ponto	Local	Concelho	Uso	WISE	Parâmetros
362/130	107525	241290	Poco	Ermigeira	Torres Vedras		N	Azoto amoniacal; COT; Cloretos; Coliformes Fecais; Coliformes Totais; Enterococos intestinais; Cond.; Fenóis; Fluoretos; Fosfatos; Nitratos; Oxigénio Dissolvido; Pesticidas (Grupo); pH; Sulfatos; Temp.; As; Cd; Pb; Cu; Fe; Zn; Ba; Be; Bo; Co; Hg; Ni; Se; V; Tetracloroetileno; Tricloroetileno
362/131	109635	241866	Poco	Maxial	Torres Vedras		N	
362/132	110491	245570	Poco	Casal das Passadeiras	Torres Vedras		N	
362/6	105880	242000	F. Vertical	Ramalhal	Torres Vedras	CH	S	
374/129	99243	238899	Poco	Casal da Pintora	Torres Vedras		N	
374/130	101113	238302	Poco	Casal das Matos Velhos	Torres Vedras		N	

**Quadro 3.8 – Rede Vigilância: Massa de Água O33 - Caldas da Rainha – Nazaré**

N.º INV	M	P	Tipo Ponto	Local	Concelho	Uso	WISE	Parâmetros
307/146	125660	291506	F. Vertical	Quinta do Brejo	Nazaré		N	Azoto amoniacal; COT; Cloretos; Coliformes Fecais; Coliformes Totais; Enterococos intestinais; Cond.; Fenóis; Fluoretos; Fosfatos; Hidrocarbonetos Totais; Nitratos; Oxigénio Dissolvido; Pesticidas (Grupo); pH; Sulfatos; Temp.; As; Cd; Pb; Cu; Fe; Zn; Ba; Be; Bo; Co; Hg; Ni; Se; V; Tetracloroetileno; Tricloroetileno; $\alpha$ total; $\beta$ total ; Dose indicativa total; Trítio
307/20	128750	296920	Poco	Ferraria	Alcobaça	CH	S	
307/93	122540	293130	F. Vertical	Valongos	Nazaré	CH	S	
316/164	111471	280081	F. Vertical	Casal do seixal	Caldas da Rainha		S	
316/165	115214	280851	F. Vertical	Quinta do Gama	Alcobaça		N	
316/166	115604	281985	Poco	Alfeizerão	Alcobaça		N	
316/169	115792	283234	F. Vertical	Vale do Paraíso	Alcobaça	CH	S	
326/231	111380	274844	F. Vertical	Cortelos	Caldas da Rainha		S	
326/233	115698	278509	Poco	Quinta do Mota	Alcobaça		S	
338/180	109407	264370	Poco	A-da-Gorda	Óbidos		N	
338/182	106961	261901	Poco	Casais da Lamarosa	Bombarral		N	
338/185	112450	269950	F. Vertical	Casal do Salgueirinho	Óbidos	CH	S	
338/86	105800	263500	F. Vertical	Moinho do Pagador	Óbidos	CH	S	

**Quadro 3.9 – Rede Vigilância: O04RH4 - Orla Ocidental indiferenciado das Bacias das Ribeiras do Oeste**

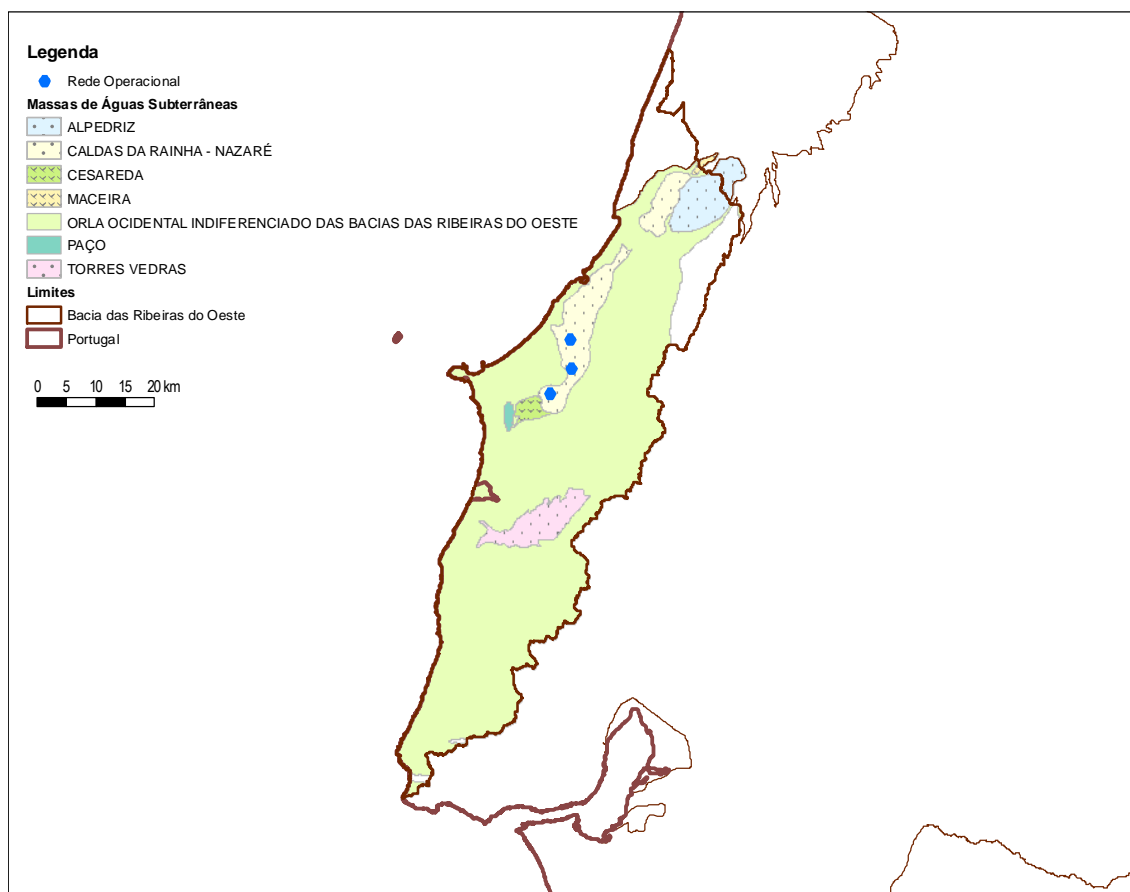
N.º INV	M	P	Tipo Ponto	Local	Concelho	Uso	WISE	Parâmetros
317/177	124590	280470	F. Vertical	Arroteia Nova	Alcobaça	CH	N	Azoto amoniacal; COT; Cloretos; Coliformes Fecais; Coliformes Totais; Enterococos intestinais; Cond.; Fenóis; Fluoretos; Fosfatos; Hidrocarbonetos Totais; Nitratos; Oxigénio Dissolvido; Pesticidas (Grupo); pH; Sulfatos; Temp.; As; Cd;Pb; Cu; Fe; Zn; Ba; Be; Bo; Co; Hg; Ni; Se; V; Tetracloroetileno; Tricloroetileno; $\alpha$ total; $\beta$ total ; Dose indicativa total; Trítio
317/254	125300	289370	F. Vertical	Termas da Piedade	Alcobaça	CH	N	
326/200	104150	271225	F. Vertical	Cabeço da Serra	Óbidos	CH	N	
337/12	97440	260150	F. Vertical	Cruz da Léguas	Peniche	CH	N	
338/203	111065	260871	F. Vertical	Casais da Boavista	Bombarral	AP	N	
350/4	117360	253420	F. Vertical	Cadaval	Cadaval	CH	N	
415/7	84280	206920	Poco	Praia da Maças	Sintra	CH	N	
415/72	83600	200710	F. Vertical	Biscaia	Cascais	CH	N	

### 3.1.1.3 Rede operacional (3.1.2.3) (Locais, Parâmetros, Frequência e Métodos)

A rede operacional instalada na Região Hidrográfica 4 é constituída por 3 pontos na massa de água O33 – Caldas da Rainha, como apresentado no Quadro 3.10. A frequência de amostragem mais usual é a semestral. Os parâmetros analisados são apresentados na última coluna do Quadro 3.10. Os pontos da rede são apresentados na Figura 3.2.

**Quadro 3.10 – Rede Operacional: Massa de Água O33 - Caldas da Rainha - Nazaré**

N.º INV	M	P	Tipo Ponto	Local	Concelho	Parâmetros
326/232	110872	272356	F. Vertical	Brejo da Mina	Caldas da Rainha	Cianetos; Nitratos
338/183	107299	263137	Poço	Rego Travesso	Óbidos	
338/184	111032	267561	Poço	Penedo das Gralhas	Óbidos	



**Figura 3.2 – Pontos de monitorização da rede operacional no PBH Oeste**

#### **3.1.1.4 Rede de substâncias perigosas (Locais, Parâmetros, Frequência e Métodos)**

A rede de monitorização das substâncias perigosas surgiu para dar cumprimento à Directiva 80/68/CEE do Conselho, de 17 de Dezembro de 1979, cujo objectivo é impedir a poluição das águas subterrâneas por substâncias pertencentes às famílias e grupos de substâncias enunciadas nas Listas I e II do seu anexo, e reduzir ou eliminar, na medida do possível, as consequências da sua actual poluição. Esta directiva que foi transposta para o direito interno pelo Decreto-Lei n.º 236/98, de 1 de Agosto, e ainda pelo estabelecido no Decreto-Lei n.º 208/2008, de 28 de Outubro que estabelece o regime de protecção das águas subterrâneas contra a poluição e deterioração, transpondo para a ordem jurídica interna a Directiva n.º 2006/118/CE, do Parlamento Europeu e do Conselho, de 12 de Dezembro.

Informação disponibilizada pelo INAG (2009a), que se transcreve em parte, indica que esta rede de monitorização não é estática, no sentido em que o número e localização das estações de monitorização pode variar de ano para ano, assim como os parâmetros monitorizados em resultado de todos os anos serem emitidas licenças ambientais para novas indústrias, e dos parâmetros poderem mudar em consequência de alterações tecnológicas ou do sistema de rejeição de efluentes.

Para as lixeiras e os depósitos de resíduos os parâmetros analisados ao longo dos anos em que foi realizada a monitorização também mudaram. Nas lixeiras, no primeiro ano de campanha, foram analisadas todas as substâncias da lista I e II da Directiva 80/68/CEE, uma vez que se desconhecia quais as substâncias que tinham sido depositadas nestes locais. Nas campanhas seguintes apenas se monitorizaram as substâncias que apareceram na água subterrânea, em concentrações superiores ao limite de quantificação.

Dado o elevado custo da componente analítica e o excessivo número de lixeiras foi decidido incluir no programa de monitorização apenas as lixeiras que se encontrassem sobre sistemas aquíferos.

A frequência de amostragem da rede de monitorização é bianual, com uma campanha realizada no final das águas altas (Março / Abril) e outra no final das águas baixas (Setembro / Outubro). No ano de 2003, as campanhas realizaram-se em meses muito diferentes devido à disponibilidade do laboratório. Nos restantes anos, só se realizou

uma campanha devido a dificuldades económicas. No depósito de resíduos de Alcanena a periodicidade de amostragem começou por ser trimestral, mas mudou, devido à aplicação do Decreto-Lei n.º 152/2002, de 23 de Maio, por parte da empresa operadora.

Os quadros seguintes apresentam a descrição da rede de monitorização de substâncias perigosas em Janeiro de 2011.

**Quadro 3.11 – O02RH5-Orla Ocidental Indiferenciado das Bacias das Ribeiras do Oeste**

N.º INVENTÁRIO	COORDENADA M (m)	COORDENADA P (m)	TIPO PONTO ÁGUA	CONCELHO	FOCO POLUENTE	PARÂMETROS
361/90	100636	242572	Furo vertical	Torres Vedras	Indústria	Hidrocarbonetos; pH; condutividade, chumbo, cromo, cádmio, azoto total

**Quadro 3.12 – O23-Paço e Indiferenciado da Orla Ocidental**

N.º INVENTÁRIO	COORDENADA M (m)	COORDENADA P (m)	TIPO PONTO ÁGUA	CONCELHO	FOCO POLUENTE	PARÂMETROS
349/136	99740	257229	Furo vertical	Lourinhã	Lixeira Lourinhã	HCH alfa; HCH delta; Carbono orgânico total; Tricloroetileno; Xilenos; 4-cloro-3-metilfenol; Mecoprope; Isopropilbenzeno; Naftaleno; Benzeno; Simazina; Bentazona; Chumbo; Cobre; Tributilestanho; Tetracloroetileno; Tributilfosfato; Tolueno; pH; Condutividade; Mercúrio; Cádmio; Sulfatos; Cloretos; Fosfatos (expressos em mg/l de P e PO4 e P2O5); Azoto amoniacal; Nitratos; Cianetos; Estanho; Fluoretos; Nitritos; Antimónio; Arsénio; Berílio; Cobalto; Crómio; Molibdénio; Níquel; Vanádio; Zinco; Urânio; Amoníaco; Boro; Manganês; Bário; AOX; Potássio; Fenóis; Sulfuretos; Alumínio; Ferro
349/113	99980	257257	Furo vertical	Lourinhã	Lixeira Lourinhã	

**Quadro 3.13 – O25-Torres Vedras**

N.º INVENTÁRIO	COORDENADA M (m)	COORDENADA P (m)	TIPO PONTO ÁGUA	CONCELHO	FOCO POLUENTE	PARÂMETROS
374/139	98423	239180	Furo vertical	Torres Vedras	Lixeira Torres Vedras (S. Pedro/S. Tiago)	HCH alfa; HCH delta; Carbono orgânico total; Tricloroetileno; Xilenos; 4-cloro-3-metilfenol; Mecoprope; Isopropilbenzeno; Naftaleno; Benzeno; Simazina; Bentazona; Chumbo; Cobre; Tributilestanho; Tetracloroetileno; Tributilfosfato; Tolueno; pH; Condutividade; Mercúrio; Cádmio; Sulfatos; Cloretos; Fosfatos (expressos em mg/l de P e PO4 e P2O5); Azoto amoniacal; Nitratos; Cianetos; Estanho; Fluoretos; Nitritos; Antimónio; Arsénio; Berílio; Cobalto; Crómio; Molibdénio; Níquel; Vanádio; Zinco; Urânio; Amoníaco; Boro; Manganês; Bário; AOX; Potássio; Fenóis; Sulfuretos; Alumínio; Ferro
374/140	98045	239400	Furo vertical	Torres Vedras	Lixeira Torres Vedras (S. Pedro/S. Tiago)	

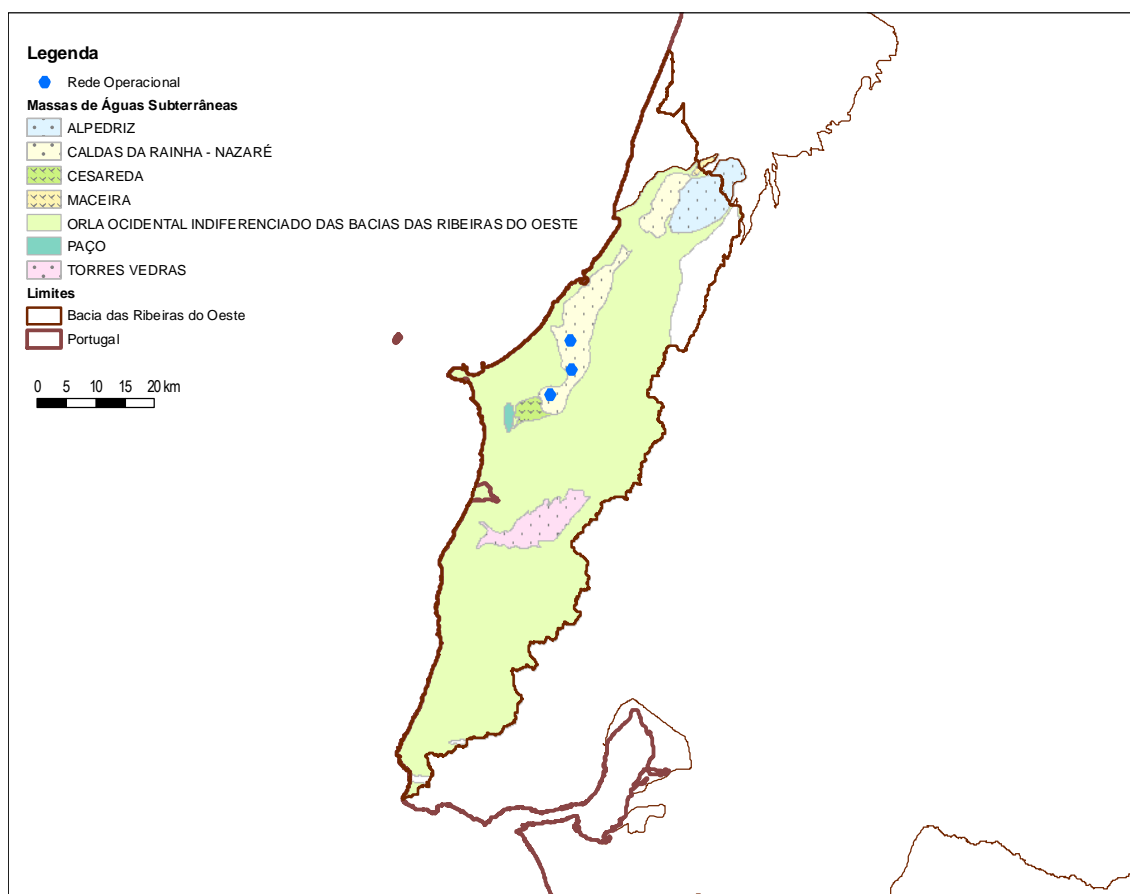


### 3.1.1.5 Rede operacional (3.1.2.3) (Locais, Parâmetros, Frequência e Métodos)

A rede operacional instalada na Região Hidrográfica 4 é constituída por 3 pontos, distribuídos apenas pela massa de água de Caldas da Rainha - Nazaré, como apresentado no Quadro 3.14. A frequência de amostragem mais usual é a semestral. Os parâmetros analisados são apresentados na última coluna do Quadro 3.14. Os pontos da rede são apresentados na Figura 3.3.

**Quadro 3.14 – Rede Operacional: Massa de Água O33 - Caldas da Rainha - Nazaré**

N.º INV	M	P	Tipo Ponto	Local	Concelho	Parâmetros
326/232	110872	272356	F. Vertical	Brejo da Mina	Caldas da Rainha	Cianetos;
338/183	107299	263137	Poço	Rego Travesso	Óbidos	Nitratos
338/184	111032	267561	Poço	Penedo das Galhas	Óbidos	



**Figura 3.3 – Pontos de monitorização da rede operacional no PBH Oeste**

### **3.1.1.6 Avaliação da representatividade e adequabilidade das redes de monitorização (3.1.2.4)**

Para avaliação da representatividade das redes de monitorização da piezometria e de qualidade utilizou-se o método do Índice de Representatividade (IR), como recomendado pelo documento técnico de apoio à implementação da Directiva-Quadro da Água, “The EU Water Framework Directive: Statistical aspects of the identification of groundwater pollution trends, and aggregation of monitoring results” (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.

Tanto a rede de quantidade como as redes de qualidade (vigilância e operacional) apresentam valores de IR abaixo do recomendável (80%) (Quadro 3.15 e Quadro 3.16, respectivamente), com excepção da rede de vigilância da qualidade instalada na massa de água de Cesareda, onde este indicador é já de 87,7%. A rede piezométrica apresenta valores muito baixos de IR para a generalidade das massas de água, com excepção de Torres Vedras (77,6%) e Paço (71,0%), indicando que o princípio da homogeneidade da rede não consegue ser cumprido. Também as redes de qualidade

apresentam IR baixos, com excepção da rede de vigilância nas massas de água de Cesareda (87,7%), Torres Vedras (75,1%) e Caldas da Rainha – Nazaré (73,7%). Existe apenas uma rede operacional em funcionamento na massa de água de Caldas da Rainha – Nazaré, onde o IR é de apenas 25,8%.

A massa de água de Maceira não dispõe actualmente de qualquer ponto de monitorização de níveis ou qualidade, situação que urge corrigir.

Note-se que estas limitações nas redes não condicionaram a avaliação do estado, uma vez que para este foi utilizada a totalidade da informação disponibilizada pela ARH Tejo, a qual ultrapassa significativamente o número de pontos das redes oficiais aqui avaliadas. De qualquer forma, de futuro a rede deverá ser única, seguindo as indicações constantes neste trabalho.

Neste relatório propõe-se uma nova rede, dentro do conjunto de pontos de amostragem já disponíveis e que não fazem parte das redes oficiais, utilizando o princípio da optimização de recursos e a parcimónia exigida pelos limites orçamentais. Com essa rede será aumentada a eficiência de cobertura atendendo aos aspectos acima descritos para o Índice de Representatividade (IR). Este assunto é detalhado adiante.

A periodicidade semestral utilizada nos pontos amostragem é suficiente para a caracterização do estado tendo em conta a hidrodinâmica e o conjunto de pressões identificadas para as massas de água. No entanto, deverá ser feito o esforço por garantir que pelo menos os treze parâmetros obrigatórios (arsénio total, azoto amoniacal, cádmio total, chumbo total, cloretos, condutividade eléctrica, mercúrio total, nitratos, oxigénio dissolvido, pH, sulfatos, tricloroetileno, e tetracloroetileno) são sempre analisados, minimizando o número de amostras em falta, algo que infelizmente é muito frequente no conjunto da informação disponível até à data. Estas falhas justificam também que não tenha sido possível realizar testes, nomeadamente quanto às tendências, para muitos dos parâmetros.

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), pelo que não são propostas alterações a estes procedimentos.

**Quadro 3.15 – Índice de Representatividade para a rede piezométrica**

Massa de Água	Área da Massa de água (km <sup>2</sup> )	Tamanho da Célula	Rede Piezométrica	
			N.º de Estações	Índice de Representatividade (%)
O18 - Maceira	5,06	50X50	-	-
O19 - Alpedriz	92,51	50X50	2	65,2
O23 - Paço	6,38	50X50	2	71,0
O24 - Cesareda	16,82	50X50	2	56,6
O25 - Torres Vedras	79,83	50X50	4	77,6
O33 - Caldas da Rainha-Nazaré	166,03	100X100	6	64,2
O04RH4 - Orla Ocidental Indiferenciado das Bacias das Ribeiras do Oeste	1801,41	250X250	14	57,4

**Quadro 3.16 – Índice de Representatividade para as redes de qualidade**

Massa de Água	Área da Massa de água (km <sup>2</sup> )	Tamanho da Célula	Rede Operacional		Rede de Vigilância	
			N.º de Estações	Índice de Representatividade (%)	N.º de Estações	Índice de Representatividade (%)
O18 - Maceira	5,06	50X50	-	-	-	-
O19 - Alpedriz	92,51	50X50	-	-	5	64,2
O23 - Paço	6,38	50X50	-	-	1	45,0
O24 - Cesareda	16,82	50X50	-	-	1	87,7
O25 - Torres Vedras	79,83	50X50	-	-	1	75,1
O33 - Caldas da Rainha-Nazaré	166,03	100X100	3	25,8	8	73,7
O04RH4 - Orla Ocidental Indiferenciado das Bacias das Ribeiras do Oeste	1801,41	250X250	-	-	1	29,6

### 3.1.1.7 Optimização da rede de vigilância

Os IR calculados para as redes de monitorização apontam para a necessidade de melhorar o desempenho da rede de vigilância e piezometria, nomeadamente quanto à homogeneidade da distribuição espacial e número de pontos. Em algumas massas de água este número é demasiado elevado, enquanto noutras não existem actualmente pontos de observação. Propõe-se, assim, que as redes sejam alteradas atendendo aos critérios práticos apresentados abaixo, muitos dos quais são específicos apenas para estas massas de água.

## **A. Índice de representatividade (IR)**

Por construção, o IR adapta-se bem a massas de água com geometria regular, mas tende a ser subestimado quando se tornam mais irregulares. Por exemplo, um ponto localizado no centro de um quadrado terá um IR de 100%, no entanto, alterando muito ligeiramente a forma geométrica, mantendo a área, conduz a valores de IR menores que 100%, facilmente inferiores a 95%. Este comportamento leva a que se tenha optado por aplicar dois critérios complementares para avaliação deste parâmetro: i) permitir uma folga de 5%, o que na prática resulta em que se o valor de IR for de, pelo menos, 76% não se força a entrada de um novo ponto na rede; ii) em massas de água muito irregulares o IR é utilizado como critério de avaliação da convergência para a cobertura óptima, mas sem que seja forçado a atingir os 80%. Na prática procura-se alterar a configuração da rede (localização e número de pontos) até que o ganho marginal no valor de IR diminua significativamente. Este critério conduz a que em massas de água muito irregulares, o valor de IR possa ser muito inferior a 80%, mas de outra forma o número de pontos seria exageradamente alto, sem que isso se reflectisse na prática numa rede de melhor qualidade.

## **B. Utilização da rede de vigilância constante no WISE e rede de Base da ARH Tejo**

O início do processo de adaptação da rede inicia-se com o conjunto de pontos constantes no WISE (rede de vigilância da qualidade) e na rede de Base da ARH Tejo.

## **C. Utilização da rede de monitorização para as campanhas de 2010**

Sempre que houver necessidade de introduzir um novo ponto, ou substituir um existente, o novo ponto é escolhido de entre os utilizados na campanha realizada em 2010, desde que cumpridos os critérios E a J.

## **D. Utilização da rede de monitorização para o período 2004-2008**

Se não for possível escolher novos pontos a partir da rede descrita em C., o novo ponto é escolhido de entre os utilizados nas campanhas realizadas entre os anos de 2004 e 2008, correspondente ao período utilizado na avaliação do estado de qualidade e quantidade, desde que cumpridos os critérios E a J.

## **E. Utilização do inventário de títulos de utilização de recursos hídricos**

Os pontos são preferencialmente escolhidos de entre aqueles que tenham informação mais completa quanto à profundidade, localização dos ralos e informação

complementar no inventário de títulos de utilização de recursos hídricos (no âmbito do Decreto-Lei n.º 226-A/2007, de 31 de Maio).

#### **F. Ocupação do solo**

Para a rede de vigilância da qualidade opta-se por seleccionar preferencialmente pontos fora da influência directa de solos com ocupação agrícola intensiva, e afastados de fontes pontuais. Para a rede piezométrica seleccionam-se pontos fora da influência de captações, tanto quanto possível.

#### **G. Utilização das séries históricas de registos**

São seleccionados preferencialmente pontos para os quais exista um registo histórico mais longo.

#### **H. Utilização do estado de qualidade das massas de água**

Nas massas de água em mau estado podem ser colocados mais pontos, principalmente nos locais que tenham sido detectados os incumprimentos.

#### **I. Utilização de informação detalhada sobre o ponto de água**

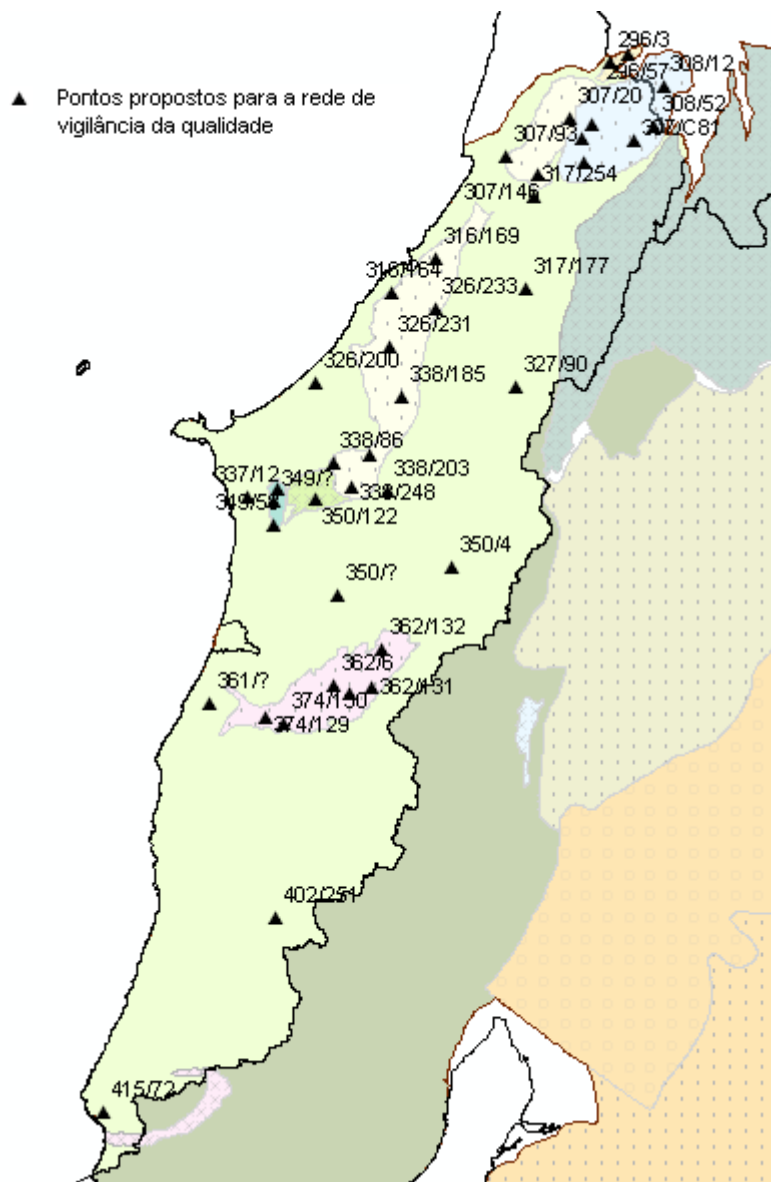
Durante a realização do PGBH Teho e do PBHR Oeste foi introduzida em base digital informação detalhada referente a um universo de cerca de 1500 pontos de água. Os pontos a incluir na rede serão preferencialmente escolhidos de entre aqueles para os quais exista mais informação, nomeadamente quanto à profundidade e à localização dos ralos.

#### **J. Tipo de ponto**

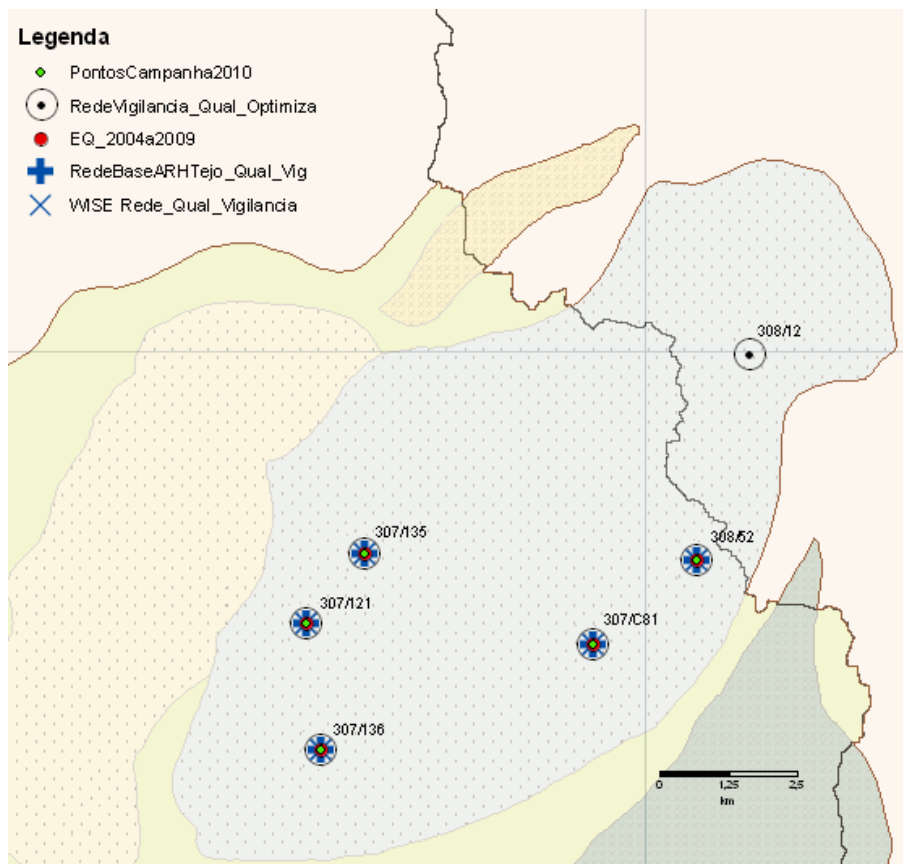
Para a rede de vigilância seleccionam-se preferencialmente furos verticais, nascentes e minas. Os poços são excluídos, tanto quanto possível, dado o elevado risco de contaminação a partir da superfície e as alterações nos equilíbrios químicos por exposição à atmosfera.

Apresenta-se na

Figura 3.4 e no Quadro 3.17 a rede de monitorização de vigilância da qualidade das águas subterrâneas resultante da aplicação do procedimento indicado acima. A Figura 3.5 apresenta o caso da rede para Alpedriz, onde se pode ver em pormenor a utilização dos pontos de água para diversas redes ao longo do tempo.



**Figura 3.4 – Proposta da rede de vigilância da qualidade das águas subterrâneas otimizada para o PBH Oeste**



**Figura 3.5 – Proposta da rede de vigilância da qualidade das águas subterrâneas otimizada para Alpedriz**



**Quadro 3.17 – Características gerais dos pontos da rede de vigilância da qualidade das águas subterrâneas otimizada**

Codigo	N INV	Massa_de_agua	Bacia	M	P	Tipo_Ponto	Wise_VIG_	Wise_Op_	Wise_A_P_	Rede_Base	Campanha 2010	Rede EQ (2004-2008)
0	296/3	018 - MACEIRA	Rib.Oeste	132640	302250	F. Vertical	N	N	N	N	N	S
0	296/57	018 - MACEIRA	Rib.Oeste	134500	303100	F. Vertical	N	N	N	N	N	N
SUB0159	307/121	019 - ALPEDRIZ	Rib.Oeste	129880	295000	F. Vertical	S	N	N	S	S	S
SUB0263	307/135	019 - ALPEDRIZ	Rib.Oeste	130875	296300	F. Vertical	S	N	N	S	0	S
SUB0264	307/136	019 - ALPEDRIZ	Rib.Oeste	130100	292700	F. Vertical	S	N	N	S	0	S
SUB0346	307/C81	019 - ALPEDRIZ	Rib.Oeste	135040	294719	F. Vertical	S	N	S	S	S	S
0	308/12	019 - ALPEDRIZ	Rib.Oeste	137830	299950	F. Vertical	N	N	N	N	N	N
SUB0347	308/52	019 - ALPEDRIZ	Rib.Oeste	136970	296208	F. Vertical	S	N	N	S	S	S
SUB0285	337/108	023 - PACO	Rib.Oeste	100488	261094	Poco	N	N	N	S	S	S
0	349/?	023 - PACO	Rib.Oeste	100098	259769	F. Vertical	N	N	N	N	N	N
SUB0180	349/58	023 - PACO	Rib.Oeste	100040	257580	F. Vertical	S	N	S	S	S	S
SUB0181	350/122	024 - CESAREDA	Rib.Oeste	104040	259940	F. Vertical	S	N	S	S	S	S
SUB0287	362/130	025 - TORRES VEDRAS	Rib.Oeste	107525	241290	Poco	N	N	N	S	S	S
SUB0288	362/131	025 - TORRES VEDRAS	Rib.Oeste	109635	241866	Poco	N	N	N	S	S	S
SUB0289	362/132	025 - TORRES VEDRAS	Rib.Oeste	110491	245570	Poco	N	N	N	S	S	S
SUB0215	362/6	025 - TORRES VEDRAS	Rib.Oeste	105880	242000	F. Vertical	S	N	N	S	0	S
SUB0290	374/129	025 - TORRES VEDRAS	Rib.Oeste	99243	238899	Poco	N	N	N	S	S	S
SUB0291	374/130	025 - TORRES VEDRAS	Rib.Oeste	101113	238302	Poco	N	N	N	S	S	S
SUB0271	307/146	033 - CALDAS DA RAINHA - NAZARE	Rib.Oeste	125660	291506	F. Vertical	N	N	N	S	S	S
RQDT 080	307/20	033 - CALDAS DA RAINHA - NAZARE	Rib.Oeste	128750	296920	Poco	S	N	N	S	S	S
SUB0183	307/93	033 - CALDAS DA RAINHA - NAZARE	Rib.Oeste	122540	293130	F. Vertical	S	N	S	S	S	S
SUB0272	316/164	033 - CALDAS DA RAINHA - NAZARE	Rib.Oeste	111471	280081	F. Vertical	S	N	N	S	S	S
SUB0294	316/169	033 - CALDAS DA RAINHA - NAZARE	Rib.Oeste	115792	283234	F. Vertical	S	N	S	S	S	S
SUB0275	326/231	033 - CALDAS DA RAINHA - NAZARE	Rib.Oeste	111380	274844	F. Vertical	S	N	N	S	S	S
SUB0277	326/233	033 - CALDAS DA RAINHA - NAZARE	Rib.Oeste	115698	278509	Poco	S	N	N	S	S	S
SUB0279	338/180	033 - CALDAS DA RAINHA - NAZARE	Rib.Oeste	109407	264370	Poco	N	N	N	S	S	S
SUB0293	338/185	033 - CALDAS DA RAINHA - NAZARE	Rib.Oeste	112450	269950	F. Vertical	S	N	N	S	S	S
0	338/248	033 - CALDAS DA RAINHA - NAZARE	Rib.Oeste	107606	261135	F. Vertical	N	N	N	N	N	N
SUB0200	338/86	033 - CALDAS DA RAINHA - NAZARE	Rib.Oeste	105800	263500	F. Vertical	S	N	S	S	S	S
SUB0163	317/177	002RH5 - ORLA OCIDENTAL INDIFERENCIADO DAS BACIAS DAS RIBEIRAS DO OESTE	Rib.Oeste	124590	280470	F. Vertical	N	N	N	S	S	S
SUB0158	317/254	002RH5 - ORLA OCIDENTAL INDIFERENCIADO DAS BACIAS DAS RIBEIRAS DO OESTE	Rib.Oeste	125300	289370	F. Vertical	N	N	N	S	0	S
SUB0185	326/200	002RH5 - ORLA OCIDENTAL INDIFERENCIADO DAS BACIAS DAS RIBEIRAS DO OESTE	Rib.Oeste	104150	271225	F. Vertical	N	N	N	S	0	S
0	327/90	002RH5 - ORLA OCIDENTAL INDIFERENCIADO DAS BACIAS DAS RIBEIRAS DO OESTE	Rib.Oeste	123550	270850	F. Vertical	N	N	N	N	N	N
SUB0197	337/112	002RH5 - ORLA OCIDENTAL INDIFERENCIADO DAS BACIAS DAS RIBEIRAS DO OESTE	Rib.Oeste	97440	260150	F. Vertical	N	N	N	S	S	S
SUB0317	338/203	002RH5 - ORLA OCIDENTAL INDIFERENCIADO DAS BACIAS DAS RIBEIRAS DO OESTE	Rib.Oeste	111065	260871	F. Vertical	N	N	N	S	S	S
0	350/?	002RH5 - ORLA OCIDENTAL INDIFERENCIADO DAS BACIAS DAS RIBEIRAS DO OESTE	Rib.Oeste	106270	250660	F. Vertical	N	N	N	N	N	N
SUB0172	350/4	002RH5 - ORLA OCIDENTAL INDIFERENCIADO DAS BACIAS DAS RIBEIRAS DO OESTE	Rib.Oeste	117360	253420	F. Vertical	N	N	N	S	S	S
0	361/?	002RH5 - ORLA OCIDENTAL INDIFERENCIADO DAS BACIAS DAS RIBEIRAS DO OESTE	Rib.Oeste	93860	240150	F. Vertical	N	N	N	N	N	N
0	402/251	002RH5 - ORLA OCIDENTAL INDIFERENCIADO DAS BACIAS DAS RIBEIRAS DO OESTE	Rib.Oeste	100203	219379	F. Vertical	N	N	N	N	N	N
SUB0174	415/72	002RH5 - ORLA OCIDENTAL INDIFERENCIADO DAS BACIAS DAS RIBEIRAS DO OESTE	Rib.Oeste	83600	200710	F. Vertical	N	N	N	S	S	S
<b>TOTAL</b>		<b>40 pontos para a rede de vigilância otimizada</b>		<b>Rede inicial</b>		<b>16</b>	<b>3</b>	<b>6</b>	<b>37</b>	<b>Aprox. 55</b>	<b>-</b>	
				<b>Rede otimizada</b>		<b>16</b>	<b>0</b>	<b>6</b>	<b>31</b>	<b>26</b>	<b>32</b>	

### **3.1.2 Zonas protegidas (3.1.3)**

A rede de monitorização das zonas protegidas será definida em função da interpretação da identificação dos ecossistemas dependentes de águas subterrâneas, de acordo com as metodologias e procedimentos utilizados com esse fim.

## **4. AVALIAÇÃO DO ESTADO DAS MASSAS DE ÁGUAS (4)**

### **4.1 SISTEMA DE CLASSIFICAÇÃO E AVALIAÇÃO DO ESTADO DAS MASSAS DE ÁGUA (4.1)**

#### **4.1.1 Metodologia geral (4.1.1)**

##### **4.1.1.1 Águas subterrâneas (4.1.1.2)**

###### **4.1.1.1.1 Considerações iniciais**

A definição de metodologias foi efectuada de forma aprofundada tendo sido produzido um documento autónomo (cf. <http://tejo.ws.chimp.pt/?loadDocumento=1169&a=1288113494364>) para a sua descrição pormenorizada.

Apresenta-se nas secções seguintes extractos de alguns dos testes a utilizar para a classificação e avaliação do estado das massas de águas subterrâneas.

###### **4.1.1.1.2 Estado quantitativo**

O estado quantitativo vai ser definido em função dos testes a realizar, de acordo com European Commission (2009a) – Documento Guia 18:

- 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 44.º e 46.º da Lei n.º 58/2005, de 29 de Dezembro (ou do Art.º 4.º da DQA) para quaisquer corpos hídricos superficiais associados;
- teste dos ecossistemas terrestres dependentes de águas subterrâneas: não há danos significativos nos ecossistemas terrestres dependentes das águas subterrâneas resultantes de modificações do nível piezométrico de origem antropogénica;

- teste de intrusão salina: não há intrusão salina ou outras como consequência de alterações continuadas e claramente identificadas na direcção do escoamento de origem antropogénica.

Destes testes ganha especial relevância o teste do balanço hídrico subterrâneo, uma vez que implica as estimativas o mais próximas possíveis quer da recarga anual média a longo prazo quer da extracção anual média a longo prazo das massas de águas subterrâneas.

#### 4.1.1.1.3 Estado químico (monitorização)

O estado químico foi avaliado utilizando os testes propostos em European Commission (2009a) – Documento Guia n.º 18:

- teste de intrusão salina: não há intrusão salina ou outras como consequência de alterações continuadas e claramente identificadas na direcção do escoamento de origem antropogénica (este teste é o mesmo que se realizará para o estado quantitativo);
- teste de avaliação global do estado químico de uma massa de água: não há diminuição significativa das utilizações humanas nem um risco ambiental significativo proveniente de poluentes através de uma massa de água subterrânea;
- teste de diminuição da qualidade química ou ecológica das águas superficiais: não há diminuição significativa da química ou ecologia das águas superficiais associadas devido à transferência de poluentes a partir da massa de águas subterrâneas;
- teste de degradação de ecossistemas dependentes de águas subterrâneas: não há danos significativos nos ecossistemas terrestres dependentes das águas subterrâneas resultantes da transferência de poluentes a partir da massa de águas subterrâneas;
- teste de conformidade dos requisitos do artigo 7(3) da DQA relativamente às áreas de protecção das águas para consumo: não há deterioração da qualidade das águas para consumo humano (DAS art.º 4.º (2)(c)(iii) e Anexo III 4.) (DG18, p. 38-40).

Os resultados da avaliação dos critérios do teste de avaliação global do estado químico são apresentados para cada massa de águas subterrâneas atendendo a três critérios:

**Critério do Limiar ou NQA** (TEQG\_CrLimiar): Nenhum valor médio de qualquer parâmetro em nenhum ponto da massa de água subterrânea ultrapassa uma norma de qualidade ou um limiar? (Documento Guia n.º 18, p.30). Quando este valor é "Não" significa que o estado químico é medíocre devendo ser analisado o critério seguinte.

**Critério da Percentagem de área** (TEQG\_CrPercentagemArea): Este campo deve ser preenchido no caso do campo TEQG\_CrLimiar ser "Não". *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 %?* (Documento Guia n.º 18, p.30). O valor de 20 % é sugerido como critério por omissão; dependendo da situação particular da massa de água e na rede de monitorização pode-se assumir outro valor. Se se utilizar outro valor para o critério deve-se explicar a razão ou a metodologia adoptada no plano de gestão de bacia (Documento Guia n.º 18, p.29).

**Critério de confiança** (TEQG\_CrConfianca): Este campo é preenchido no caso do campo anterior TEQG\_CrPercentagemArea ser "Não". 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? (Documento Guia n.º 18, p. 29-30). 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. (Documento Guia n.º 18, p. 29).

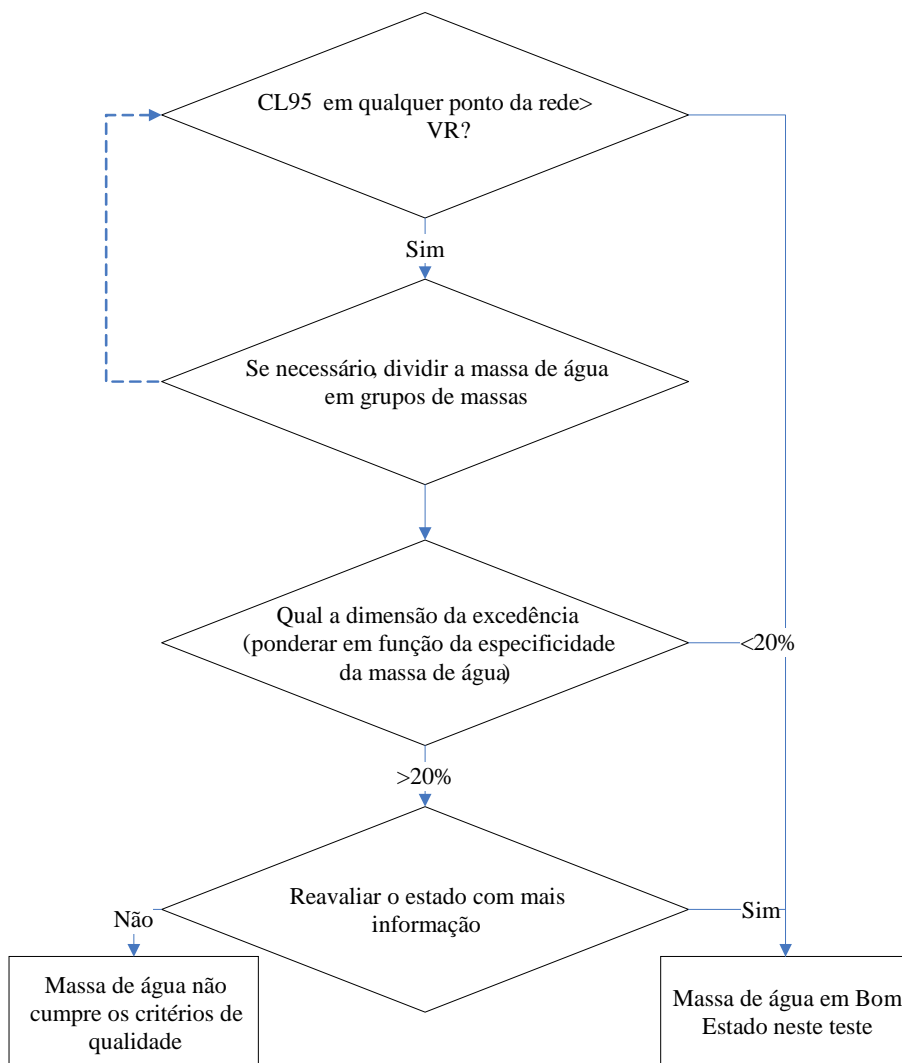
Observacoes: Observações sobre a apreciação do parâmetro. Referir sempre quais são os pontos de monitorização onde o teste falhou.

Para cada massa de água subterrânea foram aplicados os testes relevantes. Por exemplo, no caso de não serem identificados ecossistemas terrestres associados não é necessário o teste da dependência dos ecossistemas terrestres.

#### **4.1.2 Estimativas dos níveis de fiabilidade e precisão (4.1.2)**

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 o cumprimento do requisito de um bom estado químico das águas subterrâneas. A

DQA não indica, no entanto, como deve ser feita a avaliação da confiança nos valores medidos e calculados, nem como deve ser tratada a dimensão da excedência dos valores regulamentares. O grupo de trabalho sobre métodos estatísticos (Grath, et al., 2001) deu resposta à primeira questão, tendo proposto que se utilizasse 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%. A segunda questão levantada atrás sobre a dimensão da excedência teve resposta no “Guidance document no. 18. Guidance on groundwater status and trend assessment” (EC, 2009), em que é proposto que o valor regulamentar possa ainda ser ultrapassado em 20% da área da massa de água (ver Figura 4.1).



**Figura 4.1 - Método para classificação das massas de água quanto ao seu estado químico (adaptado de EC (2009)). VR indica um valor limiar ou norma de qualidade ambiental.**

#### **4.1.3 Normas de qualidade ambiental (4.1.4)**

A caracterização e diagnóstico do estado químico das águas subterrâneas da área do PBH Oeste visam avaliar o estado químico das sete massas de águas subterrâneas identificadas de acordo com os critérios propostos nos termos do DL n.º 208/2008 e do DL n.º 77/2006.

Presentemente as únicas substâncias que têm limites legalmente definidos, *i.e.* normas de qualidade da água subterrânea, referidas no anexo I do DL n.º 208/2008, são os nitratos e as substâncias activas dos pesticidas, incluindo os respectivos metabolitos e produtos de degradação e de reacção. Os seus valores são 50 mg NO<sub>3</sub>/L e 1 µg/L, respectivamente.

Além das substâncias acima indicadas considerou-se para a avaliação do estado químico outro conjunto de substâncias que têm limiares estabelecidos, *i.e.* os cinco parâmetros obrigatórios na monitorização de vigilância da DQA (azoto amoniacal, condutividade, oxigénio dissolvido, pH e nitratos).

Ainda segundo o DL n.º 208/2008, a fixação de outras normas de qualidade ambiental deverá resultar da análise das pressões qualitativas, com origem pontual e difusa, em particular da identificação das substâncias passíveis de serem encontradas em cada uma das massas de água, os seus teores e o seu risco. Refere o decreto que devem ser tidos em conta, pelo menos, os seguintes poluentes: arsénio, cádmio, chumbo, mercúrio, azoto amoniacal, cloreto, sulfato, condutividade eléctrica, tricloroetileno e tetracloroetileno.

Em INAG (2009b), documento onde é descrito o procedimento, a nível nacional, para o "Estabelecimento de Limiares nas Águas Subterrâneas", opta-se por estabelecer limiares para todos os parâmetros da DQA e do Decreto-Lei n.º 208/2008, de 28 de Outubro, apesar de nenhum destes parâmetros colocar, *à priori*, as massas de água em risco. Ao abrigo do relatório síntese sobre a caracterização das regiões hidrográficas prevista no Artigo 5.º da DQA (INAG, 2005), não foi considerada em risco nenhuma massa de água subterrânea para a área do PBH Oeste.

Após uma análise das pressões serão analisadas para a avaliação do estado químico outras substâncias que vierem a ser identificadas como sendo emitidas, depositadas ou transferidas para a massa de água. Incluem-se as substâncias constantes nas



licenças de emissão e nas licenças ambientais das indústrias presentes, desde que emitidas por um número significativo destas, e em quantidades que coloquem os ecossistemas ou a saúde pública em risco efectivo – a estabelecer em função do modelo conceptual para a hidrodinâmica, dispersão, atenuação de substâncias, e da avaliação de risco ambiental.

Serão ainda ser consideradas as substâncias constantes nos Decretos-Lei n.º 506/99, de 20 de Novembro, e n.º 261/2003, de 21 de Outubro, que sejam passíveis de serem encontradas nas águas subterrâneas e de serem transferidas para as águas superficiais. Muitas destas substâncias poderão não constar em nenhum registo de emissões, dada a sua especificidade, ainda que seja natural encontrá-las também nas águas subterrâneas, local onde usualmente têm maiores tempos de semi-vida.

Os resultados da avaliação da qualidade das massas de águas subterrâneas que se apresentam resultam da avaliação da qualidade química dos 13 parâmetros apresentados no Quadro 4.1, excluindo o oxigénio dissolvido para o qual não foi definido um limiar<sup>4</sup>.

---

<sup>4</sup> Este parâmetro não foi definido uma vez dada a sua pouca relevância para a avaliação do estado químico uma vez “que os resultados são quase sempre muito altos, não só porque a amostragem é realizada, na maior parte das vezes com bombagem, o que provoca uma turbulência na água, mas também porque há sempre o contacto com a atmosfera, que vai influenciar o conteúdo em oxigénio INAG (2009b)”.

#### 4.1.4 Massas de água cujo estado é inferior a bom (4.1.5)

A identificação dos poluentes e dos indicadores de poluição que contribuem para a classificação de uma massa de água cujo estado é inferior a bom é apresentada no Quadro 4.1 Nesse quadro apresenta-se uma síntese das normas e limiares de qualidade utilizados para o estabelecimento do estado químico das massas de águas subterrâneas, conforme anteriormente se expôs.

**Quadro 4.1 – Normas e limiares de qualidade para o estabelecimento do estado químico das massas de águas subterrâneas**

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 DAS, DL 208/2008

LQ1 - Limiar de Qualidade, Anexo II da DAS, DL 208/2008 (definido em INAG, 2009b)

LQ2 - Limiar de Qualidade, Anexo VII do DL 77/2006 (definido em INAG, 2009b)

INAG (2009b) estabelece excepções a estes valores de forma a distinguir entre o que é natural e o que tem origem antropogénica, para os parâmetros que podem existir naturalmente numa água subterrânea. Essas excepções estão descritas no Quadro 4.2. Assim, só se o limiar for ultrapassado, significa que poderá estar a haver uma contaminação com origem antropogénica e nesse caso dever-se-á proceder a uma

investigação para se determinar qual a origem do incremento de um ou mais parâmetros.

**Quadro 4.2 – Exceções para os limiares no âmbito do PBH Oeste (adaptado de INAG, 2009b)**

Parâmetro	Excepção	Limiar
pH	O25 – Torres Vedras	4,9
Cloreto	O04RH4 – Orla Ocidental Indiferenciado das Bacias das Ribeiras do Oeste	293 mgCl/L
Sulfato	O23 – Paço	542 mgSO <sub>4</sub> /L

#### **4.1.5 Identificação e representação matricial e geográfica (4.1.5.2)**

Além de uma apresentação de forma descritiva para cada massa de água, a síntese da sua avaliação é apresentada nas secções seguintes através de mapas do estado químico, de acordo com o esquema definido no Anexo VII, 2.5 do DL n.º 77/2006.

Essa avaliação do estado químico de cada um dos pontos de monitorização de uma massa de águas subterrâneas foi efectuada para os parâmetros químicos para os quais foram fixadas normas de qualidade ambiental (cf. Quadro 4.1). Foi calculado o valor médio dos resultados da monitorização de cada ponto da massa de águas subterrâneas e foi elaborado um mapa do estado químico das águas subterrâneas, colorido de acordo com o seguinte esquema: Bom - verde; Medíocre - vermelho.

Os mapas com a indicação das tendências detectadas seguiram o estabelecido no DL n.º 77/2006, quanto à coloração das bolas: a azul são indicadas as massas de água onde foi detectada tendência de decréscimo no valor de pelo menos um dos parâmetros, desde que não houvesse outros com tendência inversa; a preto são indicadas as massas de água em que, para pelo menos um dos parâmetros, foi detectada tendência significativa e constante de subida de um parâmetro em resultado do impacte da actividade humana. Nos casos em que ocorreram ambas as situações optou-se por representar apenas a de subida.

## **4.2 ÁGUAS SUBTERRÂNEAS (4.3)**

### **4.2.1 Estado quantitativo (4.3.1) (mapa)**

A avaliação do estado quantitativo baseia-se na análise das tendências de evolução dos níveis piezométricos. No caso destas tendências não serem conclusivas no que diz respeito à identificação de tendência de descida, que automaticamente classificaria a massa de águas subterrâneas com o estado medíocre, devem ser conduzidos outros testes para avaliação do estado quantitativo das massas de águas subterrâneas, nomeadamente, os testes do balanço hídrico subterrâneo, os testes relativos aos ecossistemas terrestres e aquáticos dependentes e os testes relativamente à intrusão salina.

A análise de tendências dos níveis piezométricos foi realizada na secção 2.1.2.3, não tendo sido considerada suficiente para classificar qualquer massa de águas subterrâneas com o estado medíocre.

Relativamente ao teste do balanço hídrico, aguarda-se o desenvolvimento e conclusão das actividades relativas à caracterização das pressões nas águas subterrâneas devida à extracção de águas subterrâneas e ao cálculo da recarga anual média a longo prazo.

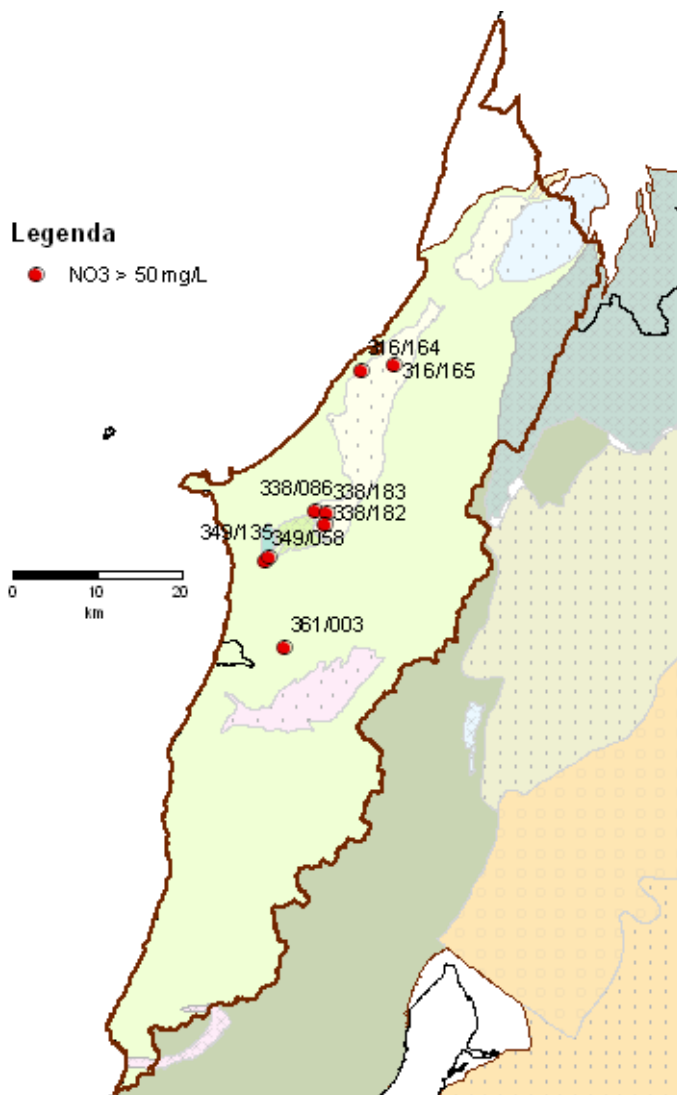
### **4.2.2 Estado químico (4.3.2) (mapa)**

Apresenta-se a caracterização e o diagnóstico do estado químico das sete massas de águas subterrâneas da área do PBH Oeste de acordo com os critérios propostos nos termos do DL n.º 208/2008 e do DL n.º 77/2006. O Quadro 4.1 apresenta uma síntese das normas e limiares de qualidade utilizados para o estabelecimento do estado químico das massas de águas subterrâneas, conforme a seguir se expõe.

O cálculo dos valores médios dos parâmetros em cada ponto de água foi efectuado apenas para as análises que apresentaram valores acima dos limites de detecção. Esta opção foi tomada para evitar entrar em conta com os valores (ou ainda a opção de metade dos valores) dos limites de detecção que, além de poderem ser diferentes entre análises (p.e. no caso dos pesticidas dependente do número de análises efectuadas), apresentam frequentemente valores que são superiores aos valores

positivos medidos noutras análises. Com esta opção tomada, o valor da média corresponde, na maioria dos casos, ao valor por excesso.

Apresenta-se igualmente uma síntese da qualidade para os dois parâmetros com normas definidas, com os mapas com a identificação e cartografia das massas de água que não atingiram o estado químico bom em relação aos nitratos e aos pesticidas (cf. Figura 4.2 e Figura 4.3). Nas secções seguintes apresenta-se em maior detalhe estes resultados por massa de água.



**Figura 4.2 – Síntese do estado químico em relação aos nitratos para a área do PBH Oeste**

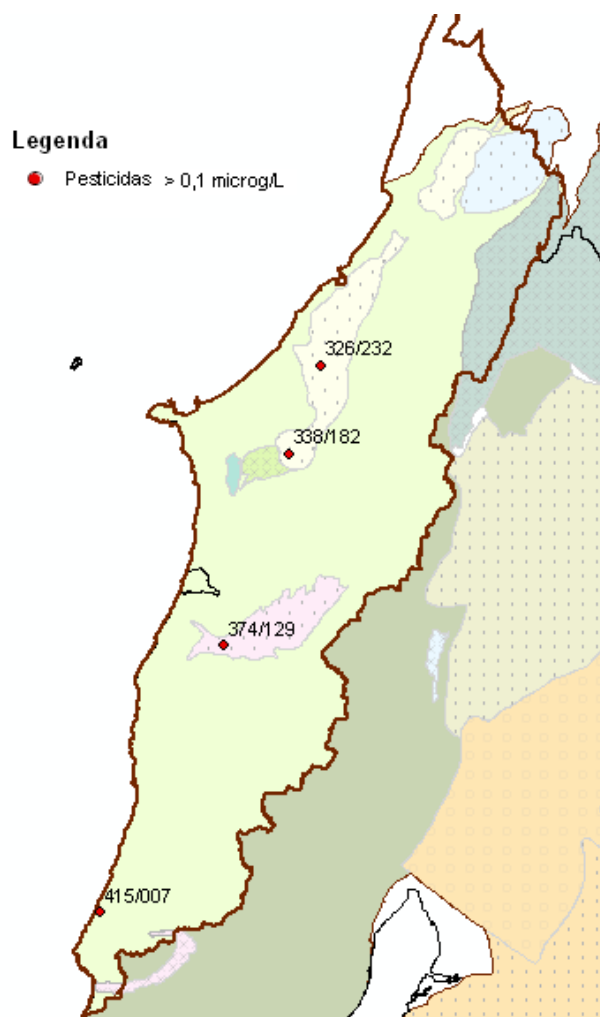
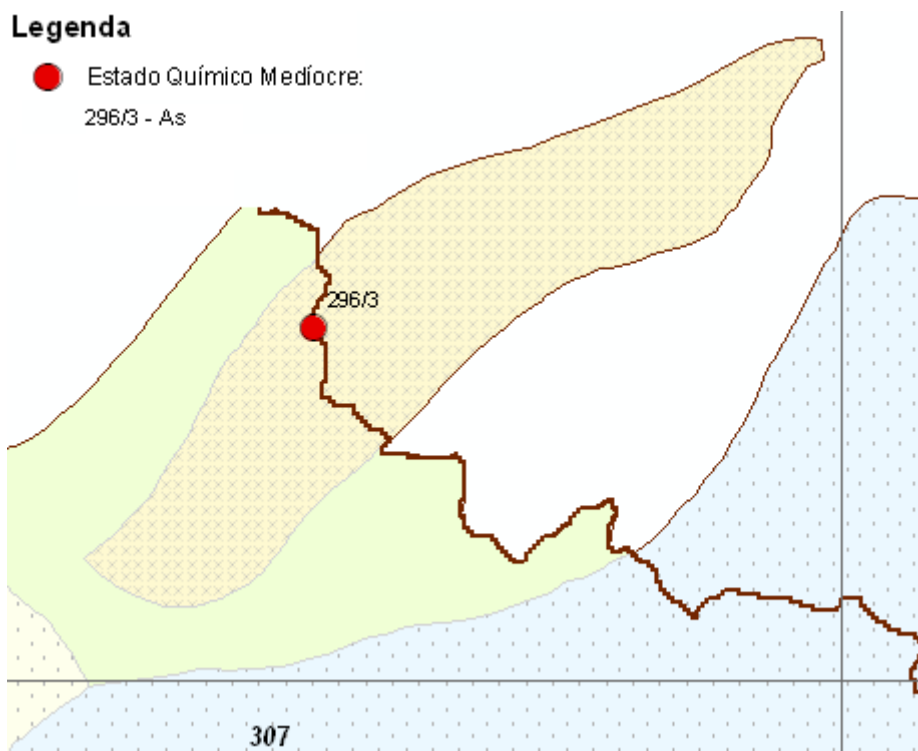


Figura 4.3 – Síntese do estado químico em relação aos pesticidas totais para a área do PBH Oeste

#### 4.2.2.1 O18 - Maceira

Para a avaliação do estado químico desta massa de água foram utilizados os dados de apenas um ponto de água com seis análises químicas realizadas entre 19-04-2004 e 15-11-2005. Desde então esta massa não tem sido monitorizada.

De acordo com o esquema definido no Anexo VII, 2.5 do DL n.º 77/2006, a avaliação do estado químico foi efectuada através do cálculo dos valores médios dos parâmetros disponíveis e da sua comparação com as normas de qualidade ambiental (NQA) e limiares referidos no Quadro 4.1. A Figura 4.4 apresenta o mapa com a síntese da avaliação do estado químico da massa de águas subterrâneas de Maceira, com base no **critério do limiares ou das NQA**.



**Figura 4.4 – Mapa do estado químico da massa de águas subterrâneas de Maceira, de acordo com o esquema definido no Anexo VII, 2.5 do DL n.º 77/2006**

A comparação entre os resultados dos valores médios neste ponto de monitorização e os apresentados no Quadro 4.1 permite concluir que todos os parâmetros com excepção do arsénio se encontram abaixo dos limiares ou NQA. Mesmo para o caso do As, na única análise química efectuada, o seu valor excedia em muito pouco o limiar de 0,01 para a qualidade das águas subterrâneas (Quadro 4.3). Nesta massa de água não foi detectada tendência de subida ou descida estatisticamente significativa para nenhum dos parâmetros analisados (ver secção 4.2.3).

Os valores da avaliação dos critérios do teste de avaliação global do estado químico, por elemento de qualidade, desta massa de água subterrânea são os resumidos na segunda coluna do Quadro 4.4.

O Quadro 4.3 apresenta uma síntese dos dados de base utilizados e das suas características estatísticas gerais em termos de valores médios, medianos, mínimos e máximos, e do extremo superior, e também inferior no caso do pH, do intervalo de confiança a 95%, neste caso particular apenas relativos a um ponto da massa de água subterrânea.

**Quadro 4.3 – Síntese da informação utilizada para a avaliação do estado químico da massa de águas subterrâneas de Maceira**

Parâmetro	Unidade	n.º análises	Valor					Análises > norma ou limiar*	
			Mínimo	Máximo	Média	Mediana	CL95	n.º	%
CE	(µS/cm)	4	131	1110,0	853,8	1087,0	1620,9	0	0
pH		4	6,2	7,4	7,0	7,2	5,9; 8,1	0	0
Nitratos	(mgNO <sub>3</sub> /L)	3	20	42,0	28,7	24,0	-	0	0
Azoto amoniacal	(mgNH <sub>4</sub> /L)	4	<0,2	<0,2	-	-	-	0	0
Sulfatos	(mgSO <sub>4</sub> /L)	4	34	51	42,8	43,0	53,9	0	0
Cloretos	(mgCl/L)	4	27	141	100,5	117,0	181,8	0	0
Arsénio	(mgAs/L)	1	0,011	0,011	0,011	0,011	-	1	100
Chumbo	(mgPb/L)	4	<0,005	<0,005	-	-	-	0	0
Cádmio	(mgCd/L)	4	<0,0005	0,0005	0,0004	0,0001	0,0012	0	0
Mercúrio	(mgHg/L)	3	<0,0003	<0,0003	-	-	-	0	0
Tricloroetileno	(µgTCE/L)	3	<0,5	<0,5	-	-	-	0	0
Tetracloroetileno	(µgPCE/L)	3	<0,5	<0,5	-	-	-	0	0
Pesticidas	(µg/L)	3	<0,95	0,002	0,002	<0,6	-	0	0

Do exposto se pode concluir que, embora na análise do **critério** relativo à percentagem da área ponderada (em que as normas de qualidade ambiental ou os **limiares** são ou não **excedidos** numa massa de água subterrânea **em 20%**) sejam ultrapassados os 20% de extensão, o facto de haver apenas um ponto com dados de qualidade química das suas águas, conduz a que em relação ao **teste da avaliação da confiança** (que permite ter em conta a incerteza analítica, a incerteza devida à rede de monitorização e a incerteza devida à variação de concentrações) não haja informação suficiente para declarar a massa de água em estado químico medíocre, também porque o valor de As ultrapassa o limiar em apenas 0,001 mgAs/L.



**Quadro 4.4 – Resultado da avaliação dos critérios do teste de avaliação global do estado químico da massa de águas subterrâneas de Maceira**

Parâmetro	Critério do Limiar ou NQA	Critério da Percentagem de área	Critério de confiança	Observações
CE	Sim	-	-	-
pH	Sim	-	-	-
Nitratos	Sim	-	-	-
Azoto amoniacal	Sim	-	-	-
Sulfatos	Sim	-	-	-
Cloretos	Sim	-	-	-
Arsénio	Não	Não	Sim	Não há informação suficiente com
Chumbo	Sim	-	-	-
Cádmio	Sim	-	-	-
Mercúrio	Sim	-	-	-
Tricloroetileno	Sim	-	-	-
Tetracloroetileno	Sim	-	-	-
Pesticidas	Sim	-	-	-

Em síntese, com base nos escassos e antigos dados existentes, consideram-se as águas desta massa em **estado químico bom**.

Importa que a rede de vigilância desta massa seja alargada a dois pontos (cf. proposta da nova rede na secção 3.1.1.6) e que a revisão da avaliação do estado químico seja efectuada com base em informação de qualidade mais recente.

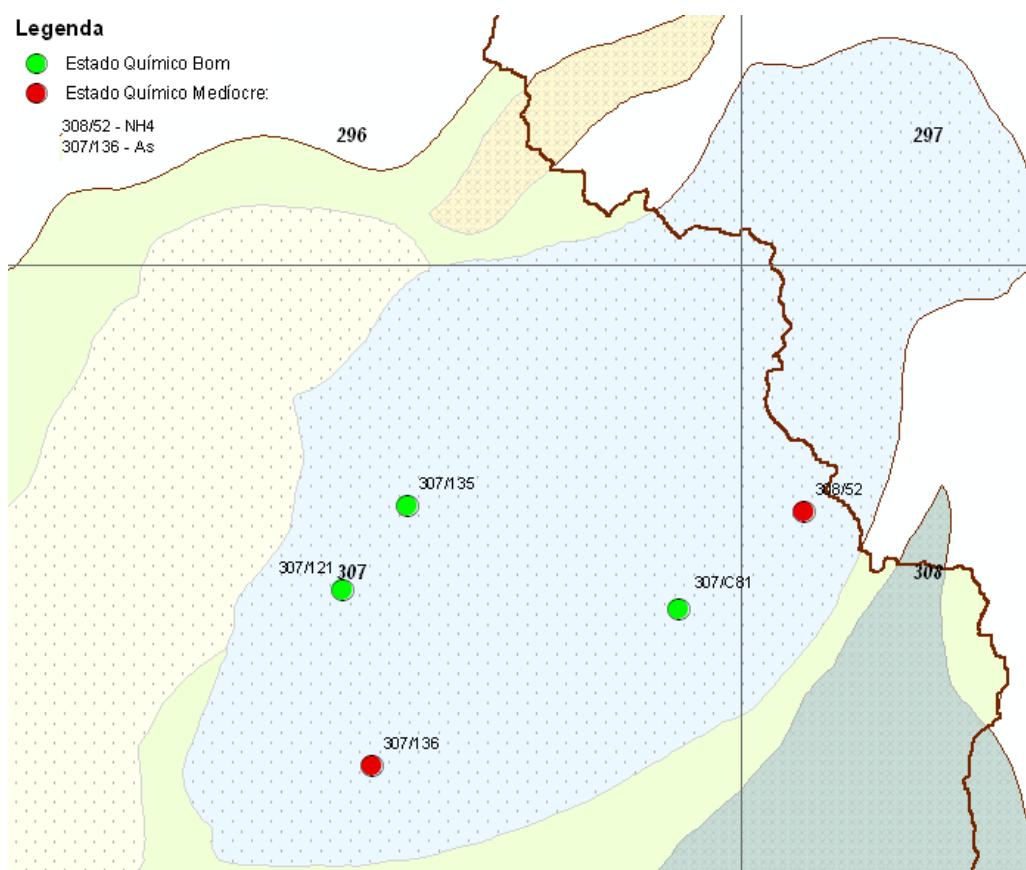
#### **4.2.2.2 O19 - Alpedriz**

Para a avaliação do estado químico desta massa de água foram utilizados os dados de cinco pontos de água e a informação de 44 análises químicas realizadas entre 05-04-2004 e 03-12-2008.

A Figura 4.5 apresenta o mapa com a síntese da avaliação do estado químico da massa de águas subterrâneas de Alpedriz, com base no **critério dos limiares ou das NQA**, de acordo com o esquema definido no Anexo VII, 2.5 do DL n.º 77/2006, i.e. a avaliação do estado químico foi efectuada, para cada ponto de monitorização, através do cálculo dos valores médios de treze parâmetros e da sua comparação com as normas de qualidade ambiental (NQA) e limiares referidos no Quadro 4.1.

A comparação entre os resultados dos valores médios por ponto de monitorização e os apresentados no Quadro 4.1 permite concluir que há dois pontos de monitorização, dos cinco analisados, que apresentam valores médios que excedem os limiares de qualidade das águas subterrâneas.

Os valores da avaliação dos critérios do teste de avaliação global do estado químico, por elemento de qualidade, desta massa de água subterrânea são os resumidos na segunda coluna do Quadro 4.6.



**Figura 4.5 – Mapa do estado químico da massa de águas subterrâneas de Alpedriz, de acordo com o esquema definido no Anexo VII, 2.5 do DL n.º 77/2006**

Os dois pontos para os quais o estado químico se apresenta medíocre são os referidos como 308/52 e 307/136, para azoto amoniacal e arsénio, respectivamente. Em ambos os casos apenas uma análise apresentou valores acima dos limiares, com as restantes análises químicas com resultados inferiores ao limite de detecção, pelo que se consideraria desde logo informação insuficiente para passar o **teste da avaliação da confiança**.

Contudo, no teste anterior, de análise do **critério** relativo à percentagem da área ponderada em que as normas de qualidade ambiental ou os **limiares** são ou não **excedidos** numa massa de água subterrânea **em 20%**, verifica-se que os dois parâmetros com valor médio superior aos respectivos limiares, o  $\text{NH}_4^+$  e o As, não excedem o critério de mais de 20% da área afectada.

O Quadro 4.5 complementa a informação apresentada para toda a massa de água subterrânea com uma síntese dos dados de base utilizados para a avaliação do estado e das suas características estatísticas gerais em termos de valores médios, medianos, mínimos e máximos, e do extremo superior, e também inferior no caso do pH, do intervalo de confiança a 95%.

**Quadro 4.5 – Síntese da informação utilizada para a avaliação do estado químico da massa de águas subterrâneas de Alpedriz**

Parâmetro	Unidade	n.º análises	Valor					Análises > norma ou limiar*	
			Mínimo	Máximo	Média	Mediana	CL95	n.º	%
CE	( $\mu\text{S/cm}$ )	32	140	844,0	372,7	186,5	466,4	0	0
pH		35	<0,05	8,0	6,3	5,9	5,7; 6,8	5	14
Nitratos	( $\text{mgNO}_3/\text{L}$ )	21	<2	20,0	5,5	2,0	7,9	0	0
Azoto amoniacal	( $\text{mgNH}_4/\text{L}$ )	34	<0,2	0,52	0,5	<0,165	0,6	1	2,9
Sulfatos	( $\text{mgSO}_4/\text{L}$ )	30	<20	90	44,0	<20	55,9	0	0
Cloretos	( $\text{mgCl}/\text{L}$ )	33	31	116	41,5	36,0	47,3	0	0
Arsénio	( $\text{mgAs}/\text{L}$ )	11	<0,005	0,014	0,014	<0,001	0,017	1	9,1
Chumbo	( $\text{mgPb}/\text{L}$ )	31	<0,005	0,012	0,008	<0,005	0,009	1	3,2
Cádmio	( $\text{mgCd}/\text{L}$ )	29	<0,00025	0,0009	0,0004	<0,0001	0,0005	0	0
Mercúrio	( $\text{mgHg}/\text{L}$ )	14	<0,0001	<0,0003	-	-	-	0	0
Tricloroetileno	( $\mu\text{gTCE}/\text{L}$ )	8	<0,01	<0,5	-	-	-	0	0
Tetracloroetileno	( $\mu\text{gPCE}/\text{L}$ )	8	<0,01	<0,5	-	-	-	0	0
Pesticidas	( $\mu\text{g}/\text{L}$ )	9	<1,35	0,018	0,018	<0,288	-	0	0

O Quadro 4.6 apresenta os resultados finais da avaliação efectuada.

**Quadro 4.6 – Resultado da avaliação dos critérios do teste de avaliação global do estado químico da massa de águas subterrâneas de Alpedriz**

Parâmetro	Critério do Limiar ou NQA	Critério da Percentagem de área	Critério de confiança	Observações
CE	Sim	-	-	-
pH	Sim	-	-	-
Nitratos	Sim	-	-	-
Azoto amoniacal	Não	Sim	-	Apenas 1 dos 5 pontos com análise
Sulfatos	Sim	-	-	-
Cloretos	Sim	-	-	-
Arsénio	Não	Sim	-	Apenas 1 dos 5 pontos com análise
Chumbo	Sim	-	-	-
Cádmio	Sim	-	-	-
Mercúrio	Sim	-	-	-
Tricloroetileno	Sim	-	-	-
Tetracloroetileno	Sim	-	-	-
Pesticidas	Não			

Em síntese, as características de qualidade das águas desta massa permitem avaliá-la em **estado químico bom**.

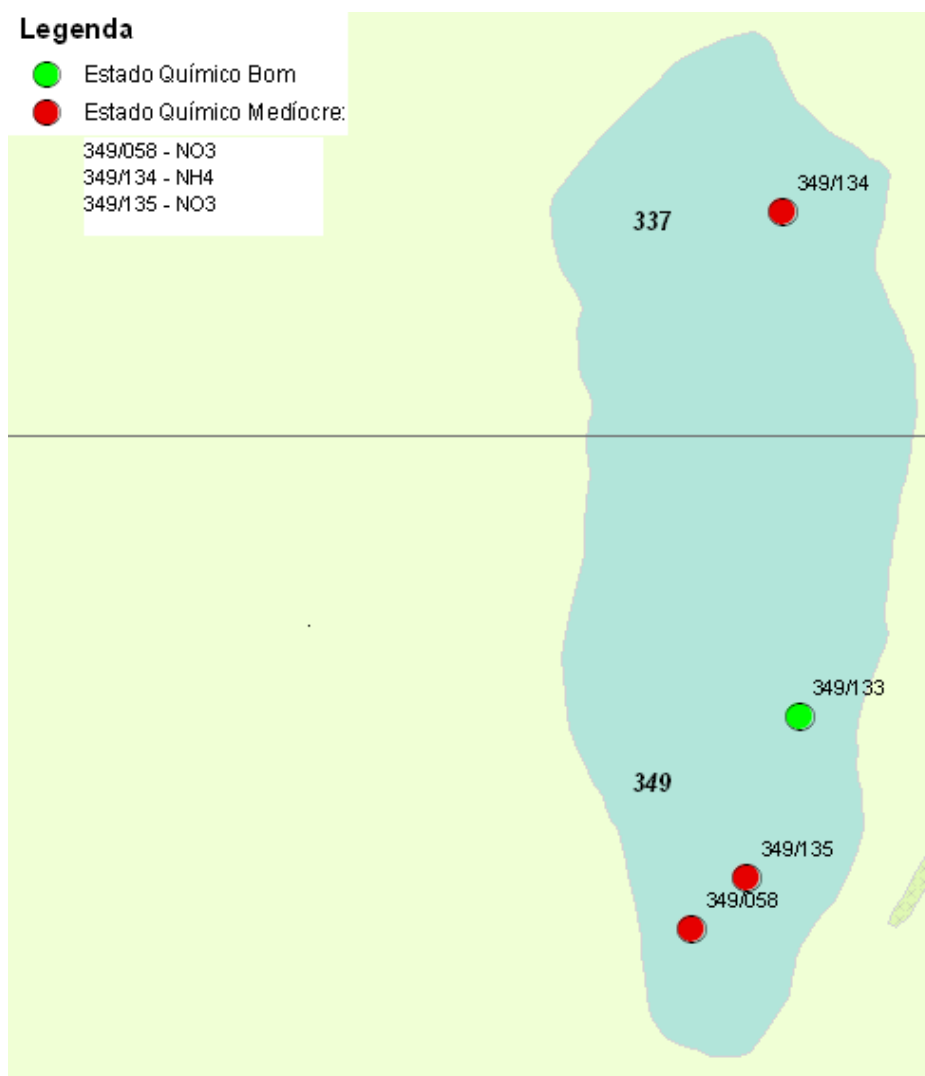
De referir que os parâmetros cloretos, condutividade eléctrica, pH e sulfatos apresentam tendência de subida estatisticamente significativa (ver secção 4.2.3), sem que no entanto, algum deles tenha atingido 75% do valor limite regulamentar. Ainda que o chumbo não apresente tendência de subida, o seu valor médio ultrapassa já os 75% do valor regulamentar, pelo que a sua evolução deve ser acompanhada atentamente e devem ser tomadas as medidas necessárias para evitar que possa vir a entrar em incumprimento.

Será efectuada uma análise mais aprofundada da informação sobre as pressões que possam estar na origem das tendências acima referidas e será feita uma reapreciação desta análise para algum outro elemento que possa vir a ser identificado como relevante.

### 4.2.2.3 O23 - Paço

Para a avaliação do estado químico desta massa de água foram utilizados os dados de quatro pontos de água e a informação de 34 análises químicas realizadas entre 18-03-2004 e 09-10-2008.

De acordo com o esquema definido no Anexo VII, 2.5 do DL n.º 77/2006, a avaliação do estado químico foi efectuada, para cada ponto de monitorização, através do cálculo dos valores médios de treze parâmetros e da sua comparação com as NQA e os limiares referidos no Quadro 4.1. A Figura 4.6 apresenta o mapa com a síntese da avaliação do estado químico da massa de águas subterrâneas do Paço, com base no **critério dos limiares ou das NQA**.



**Figura 4.6 – Mapa do estado químico da massa de águas subterrâneas de Paço, de acordo com o esquema definido no Anexo VII, 2.5 do DL n.º 77/2006**

A comparação entre os resultados dos valores médios por ponto de monitorização e os do Quadro 4.1 permite concluir que três dos cinco pontos analisados apresentam valores médios que excedem as normas de qualidade para os nitratos ou azoto amoniacal.

Os valores da avaliação dos critérios do teste de avaliação global do estado químico, por elemento de qualidade, desta massa de água subterrânea são os resumidos na segunda coluna do Quadro 4.8.

Na análise do **critério** relativo à percentagem da área ponderada em que as normas de qualidade ambiental ou os **limiares** são ou não **excedidos** numa massa de água subterrânea **em 20%**, verifica-se que o único parâmetro com valor médio superior à NQA, que excede o critério de mais de 20% da área afectada é o  $\text{NO}_3^-$ , com dois pontos de quatro (50%) afectados. Acresce que para este parâmetro foi também detectada tendência de subida estatisticamente significativa (ver secção 4.2.3).

No Quadro 4.7 apresenta-se uma síntese dos dados de base utilizados e das suas características estatísticas gerais em termos de valores médios, medianos, mínimos e máximos, e do extremo superior, e também inferior no caso do pH, do intervalo de confiança a 95%, para toda a massa de água subterrânea. Nele é possível observar que em 63,2% das análises efectuadas a NQA do nitrato é ultrapassada e que tal acontece em, pelo menos, uma análise de todos os pontos analisados.

**Quadro 4.7 – Síntese da informação utilizada para a avaliação do estado químico da massa de águas subterrâneas de Paço**

Parâmetro	Unidade	n.º análises	Valor					Análises > norma ou limiar*	
			Mínimo	Máximo	Média	Mediana	CL95	n.º	%
CE	(µS/cm)	33	160	3000,0	928,7	800,0	1102,4	1	3
pH		33	6,1	8,4	7,6	7,7	7,4; 7,9	0	0
Nitratos	(mgNO <sub>3</sub> /L)	19	3,1	250,0	79,2	70,0	114,5	12	63,2
Azoto amoniacal	(mgNH <sub>4</sub> /L)	33	<0,13	1,5	0,3	<0,02	0,4	2	6,1
Sulfatos	(mgSO <sub>4</sub> /L)	32	<10	1400	228,1	149,5	319,4	1	3
Cloretos	(mgCl/L)	27	45	182	88,3	80,0	99,6	0	0
Arsénio	(mgAs/L)	10	<0,001	0,006	0,006	<0,001	0,007	0	0
Chumbo	(mgPb/L)	27	<0,0015	<0,005	-	-	-	0	0
Cádmio	(mgCd/L)	27	<0,0001	<0,0001	-	-	-	0	0
Mercúrio	(mgHg/L)	10	<0,0001	<0,0001	-	-	-	0	0
Tricloroetileno	(µgTCE/L)	3	<0,2	<0,2	-	-	-	0	0
Tetracloroetileno	(µgPCE/L)	3	<0,3	<0,3	-	-	-	0	0
Pesticidas	(µg/L)	5	<0,206	<0,296	-	-	-	0	0

Pelo exposto, e em relação ao **teste da avaliação da confiança**, que permite ter em conta a incerteza analítica, a incerteza devida à rede de monitorização e a incerteza devida à variação de concentrações, julga-se ter a informação suficiente para considerar os dados como fiáveis, pelo que há motivos para considerar de confiança a avaliação efectuada para o parâmetro nitrato.

O Quadro 4.8 apresenta os resultados finais da avaliação efectuada.

**Quadro 4.8 – Resultado da avaliação dos critérios do teste de avaliação global do estado químico da massa de águas subterrâneas de Paço**

Parâmetro	Critério do Limiar ou NQA	Critério da Percentagem de área	Critério de confiança	Observações
CE	Sim	-	-	-
pH	Sim	-	-	-
Nitratos	Não	Não	Não	2 de 4 pontos (50%) apresentam
Azoto amoniacal	Não	Sim	-	Apenas 1 de 4 pontos (25%) com
Sulfatos	Sim	-	-	-
Cloretos	Sim	-	-	-
Arsénio	Sim	-	-	-
Chumbo	Sim	-	-	-
Cádmio	Sim	-	-	-
Mercúrio	Sim	-	-	-
Tricloroetileno	Sim	-	-	-
Tetracloroetileno	Sim	-	-	-
Pesticidas	Sim	-	-	-

Em síntese, com base nos dados disponíveis, esta massa de águas subterrâneas apresenta-se em **estado químico medíocre**. Após o aprofundamento da análise da informação sobre as pressões poderá ser justificar-se uma reapreciação do estado para novos parâmetros químicos nelas originados.

Deve ser, desde já, adequada a rede de monitorização (cf. proposta da nova rede na secção 3.1.1.6) e devem ser tomadas medidas de ocupação do solo agrícola que permitam inverter a tendência significativa de subida do  $\text{NO}_3^-$ , cuja média para a massa de água já se encontra acima da NQA.

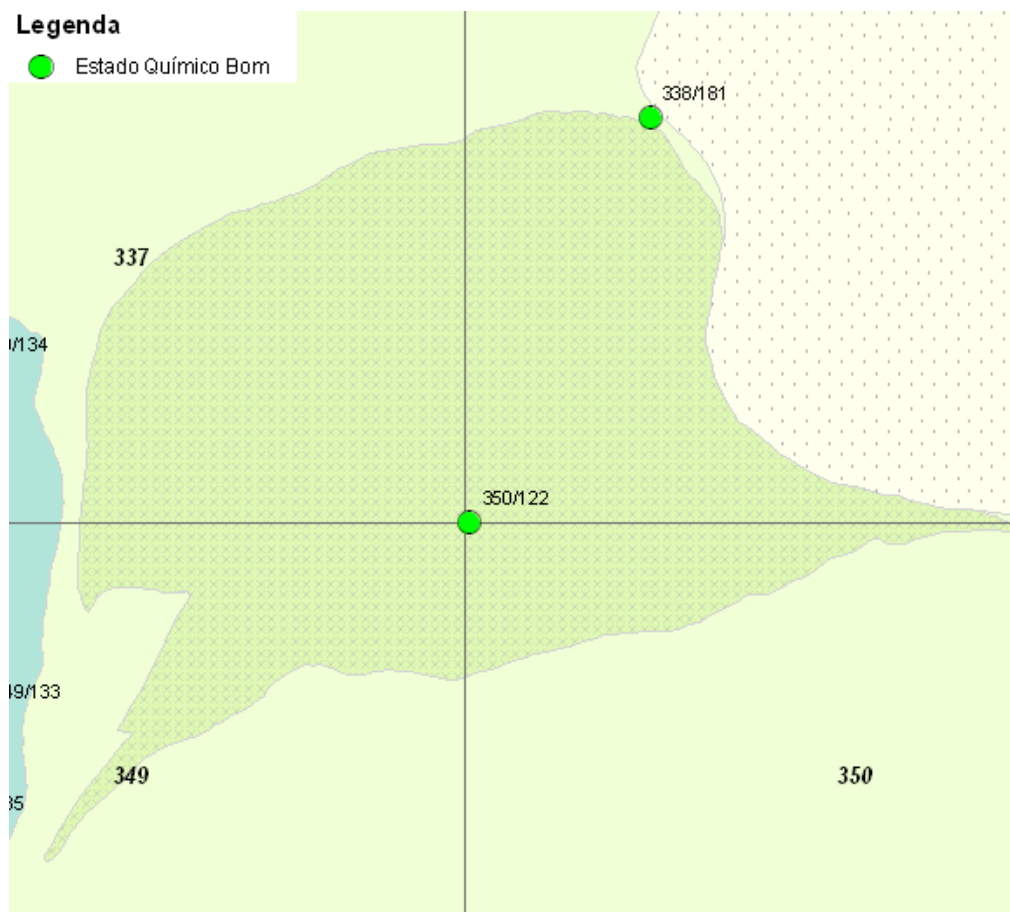
#### 4.2.2.4 O24 - Cesareda

Para a avaliação do estado químico desta massa de água foram utilizados os dados de dois pontos de água e a informação resultante de 13 análises químicas realizadas entre 18-03-2004 e 01-10-2008. O ponto 338/181 apenas tem uma análise sendo as restantes relativas ao ponto 350/122.

A comparação entre os resultados dos valores médios por ponto de monitorização e os apresentados no Quadro 4.1 permite concluir que em nenhum ponto se excedem as normas ou os limiares de qualidade das águas subterrâneas, pese embora o facto



de haver apenas um resultado nesse período para o TCE e o PCE. A Figura 4.7 apresenta um mapa com a síntese do estado químico da massa de águas subterrâneas de Cesareda, de acordo com o esquema definido no Anexo VII, 2.5 do DL n.º 77/2006, com base no **critério dos limiares ou das NQA**.



**Figura 4.7 – Mapa do estado químico da massa de águas subterrâneas de Cesareda, de acordo com o esquema definido no Anexo VII, 2.5 do DL n.º 77/2006**

No Quadro 4.9 apresenta-se, também, uma síntese relativa ao conjunto da massa de água, com os dados de base utilizados e das suas características estatísticas gerais em termos de valores médios, medianos, mínimos e máximos, e do extremo superior, e também inferior no caso do pH, do intervalo de confiança a 95%, para toda a massa de água subterrânea.

**Quadro 4.9 – Síntese da informação utilizada para a avaliação do estado químico da massa de águas subterrâneas de Cesareda**

Parâmetro	Unidade	n. <sup>o</sup> análises	Valor					Análises > norma ou limiar*	
			Mínimo	Máximo	Média	Mediana	CL95	n. <sup>o</sup>	%
CE	( $\mu\text{S/cm}$ )	11	751	986,0	832,7	790,0	885,9	0	0
pH		11	6,4	7,7	6,9	6,8	6,6 -7,2	0	0
Nitratos	( $\text{mgNO}_3/\text{L}$ )	1	49	49,0	49,0	49,0	-	0	0
Azoto amoniacal	( $\text{mgNH}_4/\text{L}$ )	11	<0,13	0,03	0,03	<0,025	-	0	0
Sulfatos	( $\text{mgSO}_4/\text{L}$ )	10	28	41	32,6	31,0	35,6	0	0
Cloretos	( $\text{mgCl}/\text{L}$ )	11	24	128	40,6	32,0	60,4	0	0
Arsénio	( $\text{mgAs}/\text{L}$ )	8	<0,001	0,003	0,002	<0,001	-	0	0
Chumbo	( $\text{mgPb}/\text{L}$ )	9	<0,0015	<0,005	-	-	-	0	0
Cádmio	( $\text{mgCd}/\text{L}$ )	9	<0,0001	<0,0001	-	-	-	0	0
Mercúrio	( $\text{mgHg}/\text{L}$ )	8	<0,0001	<0,0001	-	-	-	0	0
Tricloroetileno	( $\mu\text{gTCE}/\text{L}$ )	1	<0,2	<0,2	-	-	-	0	0
Tetracloroetileno	( $\mu\text{gPCE}/\text{L}$ )	1	<0,3	<0,3	-	-	-	0	0
Pesticidas	( $\mu\text{g}/\text{L}$ )	2	<0,198	<0,288	-	-	-	0	0

Nesta fase da avaliação não se observam problemas de qualidade para os parâmetros seleccionados na medida em que, além de nenhum ponto apresentar valor médio superior às NQA ou aos limiares, também nenhuma análise química apresenta individualmente valores cima desses limites, embora haja pouca informação disponível. De referir que a única análise efectuada para nitratos apresenta valores de  $49 \text{ mgNO}_3/\text{L}$ , valor já muito próximo da norma. Não foi observada nenhuma tendência de subida ou descida nos valores dos parâmetros.

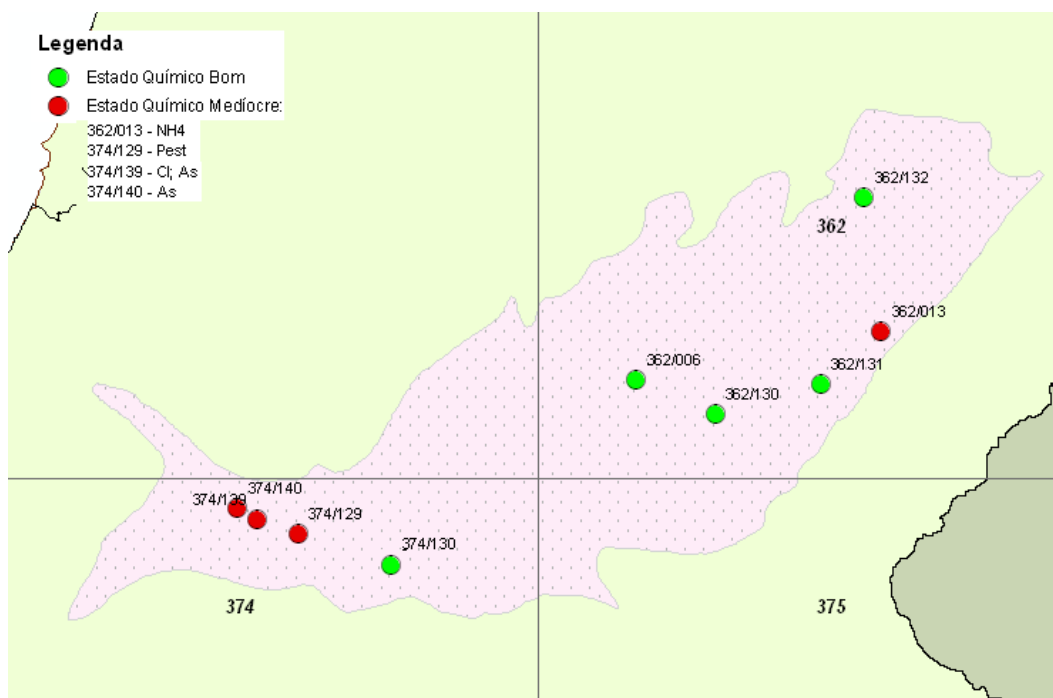
Nesta fase de avaliação não se observam problemas de qualidade para os parâmetros seleccionados para a avaliação do estado químico. Após o cruzamento da informação sobre a análise das pressões será feita uma reapreciação desta análise para outros parâmetros além dos treze exigidos nesta primeira análise.

Em síntese, considera-se esta massa de água em **estado químico bom**. Importa alargar a informação relativa a concentrações em  $\text{NO}_3^-$ , TCE, PCE que apenas têm uma análise.

#### 4.2.2.5 O25 - Torres Vedras

Para a avaliação do estado químico desta massa de água foram utilizados os dados de nove pontos de água e a informação resultante de 67 análises químicas realizadas entre 22-03-2004 e 09-10-2008.

De acordo com o esquema definido no Anexo VII, 2.5 do DL n.º 77/2006, a avaliação do estado químico foi efectuada, para cada ponto de monitorização, através do cálculo dos valores médios de treze parâmetros e da sua comparação com as NQA e limiares referidos no Quadro 4.1. A Figura 4.8 apresenta o mapa com a síntese da avaliação do estado químico da massa de águas subterrâneas de Torres Vedras, com base no **critério dos limiares ou das NQA**.



**Figura 4.8 – Mapa do estado químico da massa de águas subterrâneas de Torres Vedras, de acordo com o esquema definido no Anexo VII, 2.5 do DL n.º 77/2006**

Os valores da avaliação dos critérios do teste de avaliação global do estado químico, por elemento de qualidade, desta massa de água subterrânea são os resumidos na segunda coluna do Quadro 4.11.

Para a análise do **critério** relativo à percentagem da área ponderada em que as normas de qualidade ambiental ou os **limiares** são ou não **excedidos** numa massa de água subterrânea **em 20%** (a utilizar para os parâmetros que excederam o limiar nalgum ponto), juntou-se à informação de avaliação do estado por ponto de água, os

dados relativos ao conjunto da massa de água, tal como vêm descritos no Quadro 4.10. Nele se apresenta uma síntese dos dados de base utilizados e das suas características estatísticas gerais em termos de valores médios, medianos, mínimos e máximos, e do extremo superior, e também inferior no caso do pH, do intervalo de confiança a 95%, para toda a massa de água subterrânea.

**Quadro 4.10 – Síntese da informação utilizada para a avaliação do estado químico da massa de águas subterrâneas de Torres Vedras**

Parâmetro	Unidade	n.º análises	Valor					Análises > norma ou limiar*	
			Mínimo	Máximo	Média	Mediana	CL95	n.º	%
CE	(µS/cm)	61	220	960,0	593,5	595,0	653,5	0	0
pH		61	3,8	8,5	6,4	6,7	6,1;6,8	7	11
Nitratos	(mgNO <sub>3</sub> /L)	15	0,97	22,0	5,1	1,7	8,7	0	0
Azoto amoniacal	(mgNH <sub>4</sub> /L)	61	<0,13	1,6	0,3	<0,025	0,3	3	4,9
Sulfatos	(mgSO <sub>4</sub> /L)	58	<11	154	52,7	39,4	62,2	0	0
Cloretos	(mgCl/L)	53	27,2	891	116,9	80,0	156,3	2	3,8
Arsénio	(mgAs/L)	26	<0,001	0,280	0,051	<0,001	0,073	2	7,7
Chumbo	(mgPb/L)	49	<0,0015	0,011	0,004	<0,0015	0,005	1	2,0
Cádmio	(mgCd/L)	53	<0,001	0,001	0,0004	<0,0001	0,0005	0	0
Mercúrio	(mgHg/L)	22	<0,0001	0,0010	0,0004	<0,0001	0,0006	0	0
Tricloroetileno	(µgTCE/L)	2	<0,2	<0,2	-	-	-	0	0
Tetracloroetileno	(µgPCE/L)	2	<0,3	<0,3	-	-	-	0	0
Pesticidas	(µg/L)	7	<0,288	1,11	1,11	<0,206	-	1	14,3

Os resultados permitem concluir que cerca de metade dos pontos de água se apresentam em estado medíocre, essencialmente em resultado dos elevados valores de arsénio (acima de 0,01 mgAs/L em 2 dos 9 pontos com análise, i.e. 22,2% de pontos, e em 7,7% das análises), de azoto amoniacal (acima de 0,5 mgNH<sub>4</sub>/L em 1 dos 7 pontos com análise, i.e. 14,3% de pontos, e em 4,9% das análises), de pesticidas (acima de 0,1 microg/L em 1 dos 7 pontos com análise, i.e. 14,3% de pontos, e em 11,1% das análises) e cloretos (acima de 250 mgCl/L em 1 dos 8 pontos com análise, i.e. 12,5% de pontos, e em 3,8% das análises). Deste modo, o único elemento que apresenta uma percentagem da área ponderada em que o limiar é excedido em 20% é o As.

Os pesticidas totais apareceram acima dos limites de detecção apenas na análise efectuada para o ponto de monitorização 374/129. Os cloretos encontram-se acima do limiar de 250 mgCl/L apenas no ponto 374/139, com valores médios superiores a 800 mgCl/L. Finalmente o ponto 362/013 apresentou valores de azoto amoniacal acima do limiar nas duas análises químicas efectuadas. A análise de tendência indicou tendência estatisticamente significativa de subida para os nitratos, estando, no entanto as concentrações ainda muito abaixo do valor limite regulamentar. O chumbo pelo contrário apresentou tendência de descida (ver secção 4.2.3).

Finalmente em relação ao **teste da avaliação da confiança**, que permite ter em conta a incerteza analítica, a incerteza devida à rede de monitorização e a incerteza devida à variação de concentrações, considera-se suficiente a informação existente em relação ao As, uma vez que surge acima do limite de detecção em seis pontos, de 26 analisados, com dois casos acima do limiar em dois furos geograficamente próximos.

O Quadro 4.11 apresenta os resultados finais da avaliação efectuada.

**Quadro 4.11 – Resultado da avaliação dos critérios do teste de avaliação global do estado químico da massa de águas subterrâneas de Torres Vedras**

Parâmetro	Critério do Limiar ou NQA	Critério da Percentagem de área	Critério de confiança	Observações
CE	Sim	-	-	-
pH	Sim	-	-	-
Nitratos	Sim	-	-	-
Azoto amoniacal	Não	Sim	-	Apenas 1 de 7 pontos (14,3%) com
Sulfatos	Sim	-	-	-
Cloretos	Não	Sim	-	Apenas 1 de 8 pontos (12,5%) com
Arsénio	Não	Não	Não	2 dos 9 (22,2%) pontos com análises
Chumbo	Sim	-	-	-
Cádmio	Sim	-	-	-
Mercurio	Sim	-	-	-
Tricloroetileno	Sim	-	-	-
Tetracloroetileno	Sim	-	-	-
Pesticidas	Não	Sim	-	Apenas 1 de 7 pontos (14,3%) com

Em síntese, as características de qualidade das águas desta massa permitem avaliá-la em **estado químico medíocre**.

Com base na análise apresentada, devem ser propostas medidas de contenção/reabilitação da área envolvente da lixeira de Torres Vedras, provavelmente responsável pelos valores de As e Cl encontrados nos pontos localizados na vizinhança (374/139 e 374/140), pertencentes à rede de substâncias perigosas. Este aspecto tem especial importância se considerarmos que o escoamento subterrâneo se processa em direcção à zona do Paúl (cf. [Figura A3.2](#)) podendo as águas subterrâneas ter uma influência negativa naquele local.

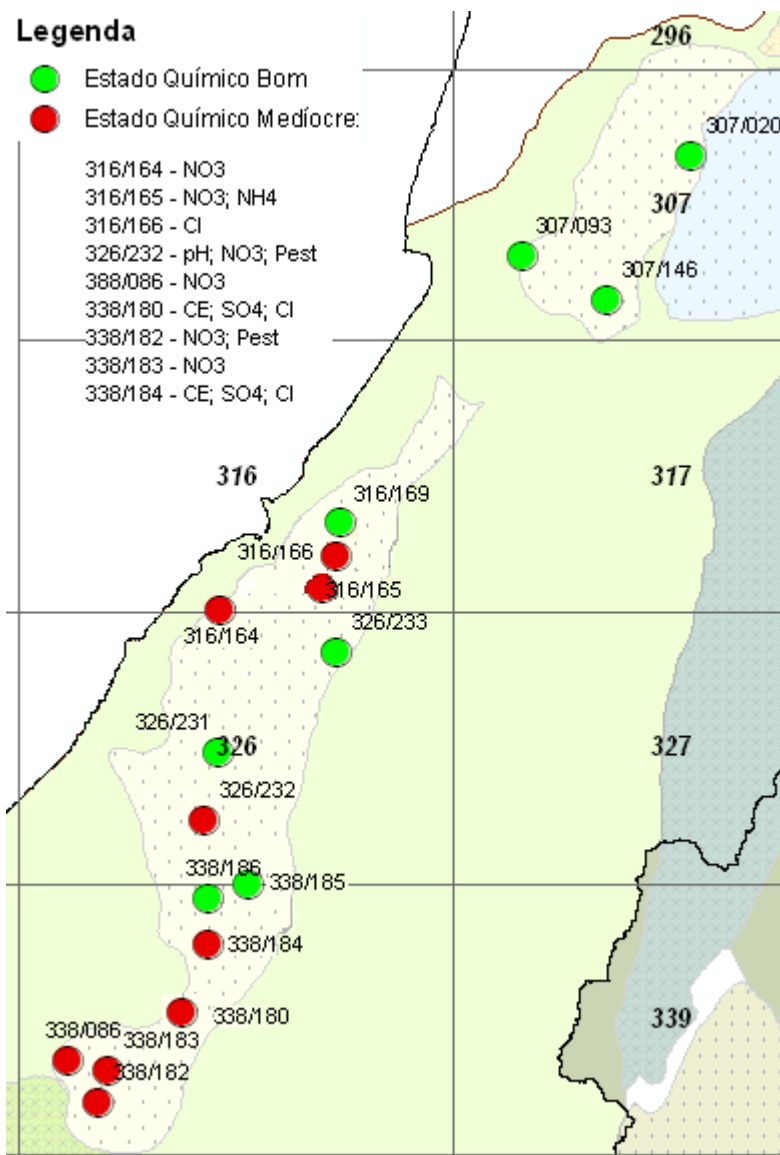
Deve ser analisada a origem da tendência estatisticamente significativa de subida do  $\text{NO}_3^-$  (cujas concentrações estão ainda muito abaixo do valor limite regulamentar) e acompanhar a sua evolução. Para uma análise mais completa da influência da ocupação agrícola do solo, devem ser obtidos dados mais actuais de concentração em pesticidas (os últimos são de 2005).

#### **4.2.2.6 O33 - Caldas da Rainha - Nazaré**

Para a avaliação do estado químico desta massa de água foram utilizados os dados de 17 pontos de água e a informação resultante de 158 análises químicas realizadas entre 11-02-2004 e 03-11-2008.

De acordo com o esquema definido no Anexo VII, 2.5 do DL n.º 77/2006, a avaliação do estado químico foi efectuada, para cada ponto de monitorização, através do cálculo dos valores médios dos treze parâmetros referidos no Quadro 4.1 e da sua comparação com as respectivas NQA e os limiares. A Figura 4.9 apresenta o mapa com a síntese da avaliação do estado químico da massa de águas subterrâneas de Caldas da Rainha - Nazaré, com base no **critério dos limiares ou das NQA**.

O resultado da avaliação do estado químico, para cada ponto de monitorização, e a sua comparação com as normas e limiares de qualidade referidos no Quadro 4.1, permitem concluir que nove dos 17 pontos têm as suas águas em estado químico medíocre, independentemente de nalguns casos o valor médio do conjunto de resultados da massa de água ser inferior à norma, por exemplo para o caso dos cloretos e sulfatos (cf. Quadro 4.12).



**Figura 4.9 – Mapa do estado químico da massa de águas subterrâneas de Caldas da Rainha - Nazaré, de acordo com o esquema definido no Anexo VII, 2.5 do DL n.º 77/2006**

Os valores da avaliação dos critérios do teste de avaliação global do estado químico, por elemento de qualidade, desta massa de água subterrânea são os resumidos na segunda coluna do Quadro 4.13.

Procurou-se juntar à informação de avaliação do estado por ponto de água, os dados relativos ao conjunto da massa de água, tal como vêm descritos no Quadro 4.12. Nele se apresenta uma síntese dos dados de base utilizados e das suas características estatísticas gerais em termos de valores médios, medianos, mínimos e máximos, e do extremo superior, e também inferior no caso do pH, do intervalo de confiança a 95%, para toda a massa de água subterrânea.

A aplicação do **critério** relativo à percentagem da área ponderada, em que as normas de qualidade ambiental ou os **limiares** são **excedidos** numa massa de água subterrânea **em 20%**, mostra que apenas o nitrato excedeu aquela percentagem. Assim, e para cada elemento individualmente:  $\text{NO}_3^-$  (6 dos 16 pontos com análises, i.e. 37,5%); Cl (3 dos 17 pontos com análises, i.e. 17,6%); pesticidas (2 dos 15 pontos com análises, i.e. 13,3%);  $\text{SO}_4^{2+}$  e CE (2 dos 17 pontos com análises, i.e. 11,8%); e pH e  $\text{NH}_4^+$  (1 dos 17 pontos com análises, i.e. 5,9%). O nitrato apresentou ainda tendência estatisticamente significativa de subida (ver secção 4.2.3). Neste comportamento foi acompanhado pelos cloretos, condutividade eléctrica e sulfatos. Destes últimos realçam-se os valores médios dos cloretos e sulfatos que se encontram já acima de 75% do valor limite regulamentar, sendo portanto necessário tomar medidas para inverter as tendências e acompanhar a sua evolução futura.

O Quadro 4.12 apresenta uma síntese dos dados de base utilizados e das suas características estatísticas gerais em termos de valores médios, medianos, mínimos e máximos, e do extremo superior, e também inferior no caso do pH, do intervalo de confiança a 95%, para toda a massa de água subterrânea.



**Quadro 4.12 – Síntese da informação utilizada para a avaliação do estado químico da massa de águas subterrâneas de Caldas da Rainha – Nazaré**

Parâmetro	Unidade	n.º análises	Valor					Análises > norma ou limiar*	
			Mínimo	Máximo	Média	Mediana	CL95	n.º	%
CE	(µS/cm)	151	99,6	5600,0	1123,9	652,0	1308,7	19	12,6
pH		151	4,3	8,6	6,9	6,9	6,8; 7,1	3	2
Nitratos	(mgNO <sub>3</sub> /L)	77	0,82	3100,0	122,5	12,0	205,8	27	35,1
Azoto amoniacal	(mgNH <sub>4</sub> /L)	147	<3	3,70	0,3	<0,025	0,4	2	1,4
Sulfatos	(mgSO <sub>4</sub> /L)	137	<11	2000	238,1	99,4	311,6	18	13
Cloretos	(mgCl/L)	128	17	1500	151,6	84,4	192,3	15	11,7
Arsénio	(mgAs/L)	70	<0,001	0,003	0,002	<0,001	0,002	0	0
Chumbo	(mgPb/L)	123	<0,005	0,009	0,004	<0,0015	0,004	0	0
Cádmio	(mgCd/L)	124	<0,0001	0,0026	0,0005	<0,0001	0,0005	0	0
Mercúrio	(mgHg/L)	72	<0,0001	0,0001	0,0001	<0,0001	0,0001	0	0
Tricloroetileno	(µgTCE/L)	5	<0,2	<0,2	-	-	-	0	0
Tetracloroetileno	(µgPCE/L)	5	<0,3	<0,3	-	-	-	0	0
Pesticidas	(µg/L)	17	<0,396	2,82	2,27	<0,206	2,71	2	11,8

Os pesticidas totais apareceram acima dos limites de detecção em duas das 17 análises efectuadas, e para os pontos de monitorização 326/232 e 338/182. Os elementos identificados foram alacloro, metalaxil e terbutilazina. O ponto 316/165 apresentou valores de azoto amoniacal muito acima do limiar em quatro das nove análises químicas efectuadas. O pH é também um dos parâmetros que surge num dos pontos, 362/232, com valores abaixo de 5,5, portanto com características de acidez. Os sulfatos encontram-se acima dos 1 500mgSO<sub>4</sub>/L nos pontos 338/180 e 338/184. É possível que as concentrações de cloretos e de sulfatos elevadas se deva à dissolução de sais de gesso e de sal-gema (provenientes das argilas saliníferas e gipsíferas do Complexo da Dagorda), e o conseqüente aparecimento de águas estratificadas.

Finalmente em relação ao **teste da avaliação da confiança**, que permite ter em conta a incerteza analítica, a incerteza devida à rede de monitorização e a incerteza devida à

variação de concentrações, para o único parâmetro que excede 20% da área da massa, julga-se ter a informação suficiente para considerar os dados (de nitratos) como fiáveis, pelo que há motivos para considerar de confiança a avaliação efectuada. Esta tese deve-se à elevada percentagem de análises acima da NQA (35,1%) e o facto de, nos pontos assinalados na Figura 4.9 com nitratos acima da norma, este valor ser ultrapassado em quase todas as análises, embora em alguns casos se denote uma clara oscilação entre as duas épocas de amostragem, após o Verão e após o Inverno.

O Quadro 4.13 apresenta os resultados finais da avaliação efectuada.

**Quadro 4.13 – Resultado da avaliação dos critérios do teste de avaliação global do estado químico da massa de águas subterrâneas de Caldas da Rainha – Nazaré**

Parâmetro	Critério do Limiar ou NQA	Critério da Percentagem de área	Critério de confiança	Observações
CE	Não	Sim	-	Apenas 2 dos 17 pontos (11,8%) com
pH	Não	Sim	-	Apenas 1 dos 17 pontos (5,9%) com
Nitratos	Não	Não	Não	6 dos 16 pontos (37,5%) com análises
Azoto amoniacal	Não	Sim	-	Apenas 1 dos 17 pontos (5,9%) com
Sulfatos	Não	Sim	-	Apenas 2 dos 17 pontos (11,8%) com
Cloretos	Não	Sim	-	Apenas 3 dos 17 pontos (17,6%) com
Arsénio	Sim	-	-	-
Chumbo	Sim	-	-	-
Cádmio	Sim	-	-	-
Mercúrio	Sim	-	-	-
Tricloroetileno	Sim	-	-	-
Tetracloroetileno	Sim	-	-	-
Pesticidas	Não	Sim		Apenas 2 dos 15 pontos (13,3%) com

Em síntese, as características de qualidade das águas desta massa permitem avaliá-la em **estado químico medíocre**, sendo a poluição agrícola um dos factores que contribui para esse estado, em especial no sector sul desta massa de água que apresenta diversos problemas de qualidade que lhe estão associados, como nitratos, pesticidas, sulfatos, condutividade eléctrica e azoto amoniacal.

Devem ser tomadas medidas no sentido de inverter as tendências estatisticamente significativas de subida, em particular para os cloretos e sulfatos (que se encontram já acima de 75% do valor limite regulamentar) e os nitratos (já acima da NQA).

De referir o elevado risco actual, proveniente dos fertilizantes utilizados na agricultura intensa da zona, associado aos facto deste aquífero apresentar áreas com boa ligação hidráulica com a água superficial, são factores favoráveis a uma rápida degradação da qualidade das águas subterrâneas.

#### **4.2.2.7 O04RH4 - Orla ocidental indiferenciado das bacias das ribeiras do Oeste**

Para a avaliação do estado químico desta massa de água foram utilizados os dados de 21 pontos de água com 156 análises químicas realizadas entre 20-01-2004 e 03-11-2008.

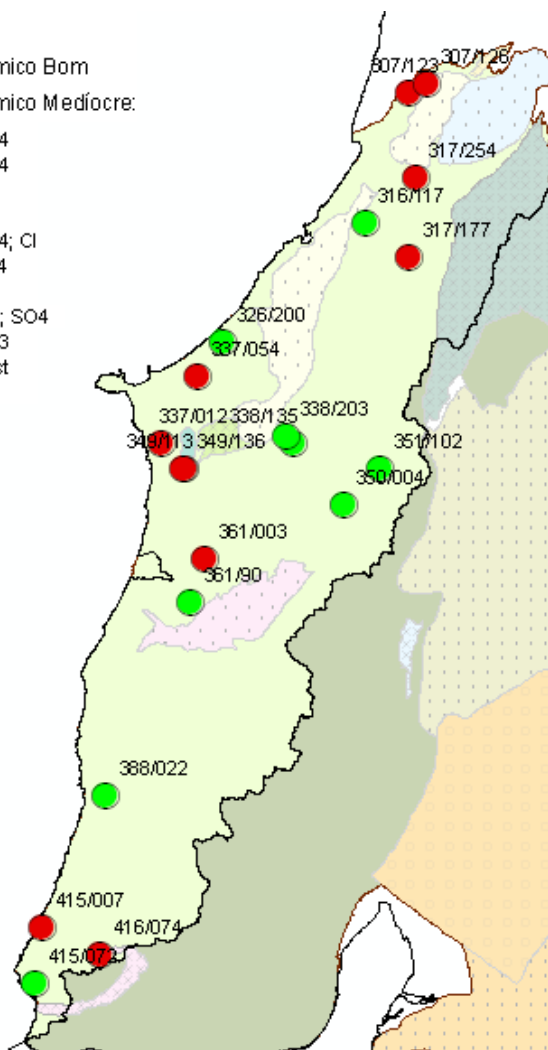
A avaliação do estado químico foi efectuada, para cada ponto de monitorização, através do cálculo dos valores médios de treze parâmetros e da sua comparação com as NQA e limiares referidos no Quadro 4.1. A Figura 4.10 apresenta o mapa com a síntese da avaliação do estado químico da massa de águas subterrâneas da Orla ocidental indiferenciado das bacias das ribeiras do Oeste, com base no **critério do limiares ou das NQA**, de acordo com o esquema definido no Anexo VII, 2.5 do DL n.º 77/2006.

A comparação entre os resultados dos valores médios por ponto de monitorização e os apresentados no Quadro 4.1 permite concluir que 11 dos 21 pontos de monitorização apresentam valores médios que excedem as normas ou os limiares de qualidade das águas subterrâneas. Assim, os valores da avaliação dos critérios do teste de avaliação global do estado químico, por elemento de qualidade, desta massa de água subterrânea são os resumidos na segunda coluna do Quadro 4.15.

### Legenda

- Estado Químico Bom
- Estado Químico Mediocre:

307/123 - SO4  
307/126 - SO4  
317/177 - Pb  
317/254 - Cl  
337/012 - SO4; Cl  
337/054 - NH4  
349/113 - As  
349/136 - As; SO4  
361/003 - NO3  
415/007 - Pest  
416/074 - As



**Figura 4.10 – Mapa do estado químico da massa de águas subterrâneas da Orla Ocidental Indiferenciado das Bacias das ribeiras do Oeste, de acordo com o esquema definido no Anexo VII, 2.5 do DL n.º 77/2006**

Esta massa de águas subterrâneas apresenta características heterogéneas e também a qualidade das águas evidencia bem este facto. Os sulfatos e o arsénio são os dois elementos que surgem mais vezes e em maior número de pontos acima dos limiares respectivos. Também os cloretos, nitratos e pesticidas são responsáveis pelo estado químico medíocre de alguns pontos de monitorização, pese embora o facto do limiar para os cloretos ser um valor de excepção de 293 mgCl/L (cf. Quadro 4.2).

Para a análise do **critério** relativo à percentagem da área ponderada em que as normas de qualidade ambiental ou os **limiares** são ou não **excedidos** numa massa de água subterrânea **em 20%**, procurou-se juntar à informação de avaliação do estado por ponto de água, a dos dados relativos ao conjunto da massa de água, tal como vêm

descritos no Quadro 4.14. Nele se apresenta uma síntese dos dados de base utilizados e das suas características estatísticas gerais em termos de valores médios, medianos, mínimos e máximos, e do extremo superior, e também inferior no caso do pH, do intervalo de confiança a 95%, para toda a massa de água subterrânea.

**Quadro 4.14 – Síntese da informação utilizada para a avaliação do estado químico da massa de águas subterrâneas da Orla Ocidental Indiferenciado das Bacias das ribeiras do Oeste**

Parâmetro	Unidade	n.º análises	Valor					Análises > norma ou limiar*	
			Mínimo	Máximo	Média	Mediana	CL95	n.º	%
CE	(µS/cm)	133	41,3	5082,0	1128,2	921,0	1299,2	13	9,8
pH		133	5,2	8,3	7,0	7,1	6,9; 7,1	3	2
Nitratos	(mgNO <sub>3</sub> /L)	31	<2	160,0	37,4	9,8	56,2	7	22,6
Azoto amoniacal	(mgNH <sub>4</sub> /L)	131	<0,2	0,83	0,1	<0,025	0,1	1	0,8
Sulfatos	(mgSO <sub>4</sub> /L)	119	<20	1878	134,4	80,0	177,6	11	9
Cloretos	(mgCl/L)	115	5,8	1317	179,0	115,0	222,4	13	11,3
Arsénio	(mgAs/L)	55	<0,001	0,161	0,027	<0,001	0,034	5	9,1
Chumbo	(mgPb/L)	117	<0,005	0,043	0,010	<0,0015	0,011	3	2,6
Cádmio	(mgCd/L)	122	<0,001	0,0048	0,0005	<0,0001	0,0006	0	0
Mercúrio	(mgHg/L)	52	<0,0001	0,0001	0,0001	<0,0001	0,0001	0	0
Tricloroetileno	(µgTCE/L)	14	<0,2	<0,2	-	-	-	0	0
Tetracloroetileno	(µgPCE/L)	14	<0,3	<0,3	-	-	-	0	0
Pesticidas	(µg/L)	16	<0,288	1,55	1,25	<0,288	-	2	12,5

Apesar do elevado conjunto de pontos com valores médios acima dos limiares ou das NQA, a sua área de extensão é inferior a 20%: SO<sub>4</sub><sup>2-</sup> (4 dos 20 pontos com análises, i.e. 20%); As (3 dos 18 pontos com análises, i.e. 16,7%); Cl (2 dos 20 pontos com análises, i.e. 10%); NO<sub>3</sub><sup>-</sup> (1 dos 13 pontos com análises, i.e. 7,7%); pesticidas (1 dos 14 pontos com análises, i.e. 7,1%); e NH<sub>4</sub><sup>+</sup> e Pb (1 dos 18 pontos com análises, i.e. 5,5%). O cádmio apresenta tendência estatisticamente significativa de subida nos pontos analisados.

O Quadro 4.15 apresenta os resultados finais da avaliação efectuada.

**Quadro 4.15 – Resultado da avaliação dos critérios do teste de avaliação global do estado químico da massa de águas subterrâneas da Orla Ocidental Indiferenciado das Bacias das ribeiras do Oeste**

Parâmetro	Critério do Limiar ou NQA	Critério da Percentagem de área	Critério de confiança	Observações
CE	Sim	-	-	-
pH	Sim	-	-	-
Nitratos	Não	Sim	-	Apenas 1 dos 13 pontos (7,7%) com
Azoto amoniacal	Não	Sim	-	Apenas 1 dos 18 pontos (5,5%) com
Sulfatos	Não	Sim	-	Apenas 4 dos 20 pontos (20%) com
Cloretos	Não	Sim	-	Apenas 2 dos 20 pontos (10%) com
Arsénio	Não	Sim	-	Apenas 3 dos 18 pontos (16,7%) com
Chumbo	Não	Sim	-	Apenas 1 dos 18 pontos (5,5%) com
Cádmio	Sim	-	-	-
Mercurio	Sim	-	-	-
Tricloroetileno	Sim	-	-	-
Tetracloroetileno	Sim	-	-	-
Pesticidas	Não	Sim	-	Apenas 1 dos 14 pontos (7,1%) com

Em síntese, as características de qualidade das águas desta massa permitem avaliá-la em **estado químico bom**.

Deverá ser analisada a origem da tendência estatisticamente significativa de subida do cádmio nos pontos analisados e acompanhada a sua evolução.

Por outro lado, o número significativo de pontos com valores médios acima dos limiares ou das NQA (que para os  $\text{SO}_4^{2-}$  e As se encontram muito próximos de ultrapassar uma área de extensão maior que 20%) sugere uma continuada monitorização desta massa e a reavaliação desta análise com novos elementos de qualidade, incluindo aqueles que possam vir a ser identificados como relevantes através de uma análise mais aprofundada dos dados das pressões.

#### **4.2.3 Tendências crescentes significativas e persistentes na concentração de poluentes (4.3.3)**

Na avaliação de tendências seguem-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.

Foi realizada a análise de tendências dos parâmetros, cumprindo os seguintes requisitos (Grath *et al.*, 2001): i) 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; ii) não existem falhas nas séries superiores a um semestre; iii) as séries têm, no máximo, 15 anos de amostragem. A análise das tendências é realizada sobre os valores da MA. Os valores inferiores ao limite de detecção foram substituídos por 50% do limite de detecção. Foi utilizada a totalidade da informação disponibilizada pela ARH Tejo, mesmo quando não inserida em nenhuma das redes oficiais (vigilância e operacional).

Foi utilizado o método não paramétrico de regressão LOESS, como recomendado pelo documento técnico de apoio à implementação da Directiva-Quadro da Água, “The EU Water Framework Directive: Statistical aspects of the identification of groundwater pollution trends, and aggregation of monitoring results” (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.

A síntese da análise é apresentada no Quadro 4.16. Para os parâmetros mercúrio, tricloroetileno, tetracloroetileno, e pesticidas totais não existe informação em quantidade e frequência suficientes para cumprir os critérios de análise indicados acima. O mesmo se repetiu para muitos outros parâmetros em algumas das massas de água. Apenas os parâmetros azoto amoniacal, cloretos, condutividade eléctrica, nitratos, oxigénio dissolvido, pH e sulfatos dispõem de séries suficientemente completas em todas as massas de água.

Na massa de água de Alpedriz foi detectada tendência estatisticamente significativa para os parâmetros cloretos, condutividade eléctrica, oxigénio dissolvido, pH e sulfatos, indicador de uma clara deterioração da qualidade ao longo dos últimos nove anos (2001-2009) (com excepção do OD para o qual uma subida pode ser indicadora de melhoria da qualidade da água subterrânea). O mesmo comportamento foi observado para a massa de água Caldas da Rainha – Nazaré, mas aqui não se

detectaram tendências de subida para o oxigénio dissolvido e pH. Nesta massa os cloretos e sulfatos encontram-se já acima de 75% do valor limite regulamentar. Há, ainda, tendência de subida para os nitratos, já acima da NQA.

Na massa de água do Paço observou-se uma subida nos teores em nitratos e, em simultâneo, a ultrapassagem do valor regulamentar dos 50 mg/L em média para a massa de água.

A massa de água de Torres Vedras apresentou um comportamento misto, com os teores de chumbo a decrescerem e do oxigénio dissolvido a subir, ao mesmo tempo que os teores de nitratos subiam, mas mantendo-se todos os parâmetros muito abaixo dos respectivos valores regulamentares.

A massa de água da Orla Ocidental Indiferenciado das Bacias das Ribeiras do Oeste apresenta tendência de subida para os parâmetros cádmio e oxigénio dissolvido, o que necessita ser melhor analisado uma vez que, teoricamente, condições oxidantes conduzem à remoção do cádmio por precipitação. No entanto o valor do cádmio manteve-se sempre abaixo do limiar regulamentar (0,005 mgCd/L).

Nas restantes massas de água, para os parâmetros de que se dispõe de informação, não se observou alteração significativa dos teores.

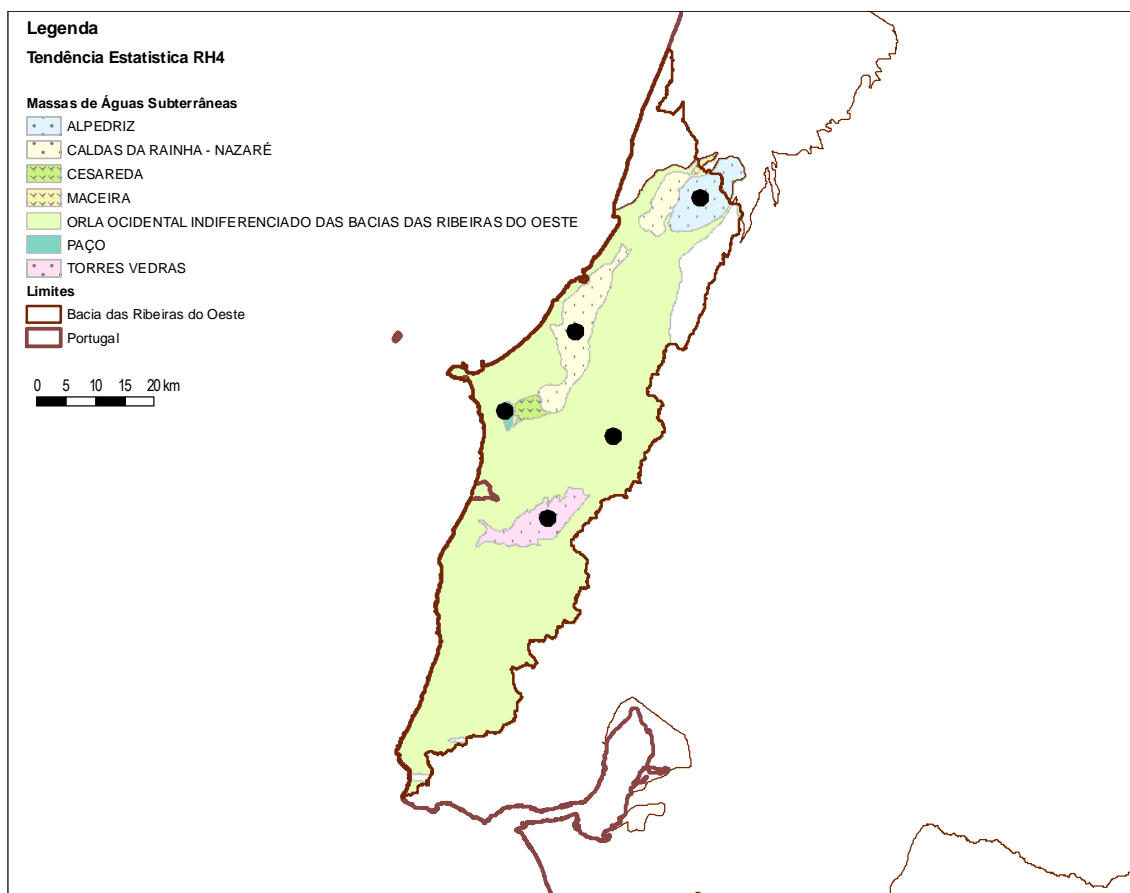
A Figura 4.11 apresenta os mapas com a indicação das tendências detectadas, seguindo o estabelecido no DL n.º 77/2006, de 30 de Março, quanto à coloração das bolas: a azul são indicadas as massas de água onde foi detectada tendência de decréscimo no valor de pelo menos um dos parâmetros, desde que não houvesse outros com tendência inversa; a preto são indicadas as massas de água em que para pelo menos um dos parâmetros foi detectada tendência de subida do parâmetro. Considera-se que o aumento de qualquer dos parâmetros de forma continuada é indicador de deterioração da qualidade da água. Uma tendência de decréscimo de qualquer parâmetro deve ser analisada pormenorizadamente para avaliar se essa diminuição corresponde a um retorno a uma condição natural, ou se é uma evolução no sentido contrário.



**Quadro 4.16 – Análise de tendências**

Massa de Água	As	NH <sub>4</sub> <sup>+</sup>	Cd	Pb	Cl <sup>-</sup>	CE	Hg	NO <sub>3</sub> <sup>-</sup>	pH	SO <sub>4</sub> <sup>2-</sup>	TCE	PCE	Pest. Total
O18 - Maceira	-	-	-	-	•	•	-	•	•	•	-	-	-
O19 - Alpedriz	-	-	-	-	↑ (0,0087)	↑ (0,0095)	-	-	↑ (0,008)	↑ (0,01)	-	-	-
O23 - Paço	-	•	-	-	•	•	-	↑ (0,0003)	•	•	-	-	-
O24 - Cesareda	-	-	-	-	•	•	-	-	•	•	-	-	-
O25 - Torres Vedras	-	-	•	↓ (0,0067)	•	•	-	↑ (0,0023)	•	•	-	-	-
O33 - Caldas da Rainha-Nazaré	-	•	-	-	↑ (0,0003)	↑ (4x10 <sup>-8</sup> )	-	↑ (0,0028)	•	↑ (0,0045)	-	-	-
O04RH4 - Orla Ocidental Indiferenciado das Bacias das Ribeiras do Oeste	•	•	↑ (0,0013)	•	•	•	-	•	•	•	-	-	-

↓: 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.



**Figura 4.11 – Tendências significativas e constantes detectadas nas massas de água: azul indica tendência de decréscimo; preto indica tendência de subida**

#### **4.2.4 Síntese (4.3.4)**

A síntese do estado químico e das tendências apresentada nas secções precedentes vem resumida no Quadro 4.17. Na última coluna do quadro apresenta-se uma primeira síntese das principais acções e medidas preconizadas nesta fase de desenvolvimento do PBH Oeste. A elas se juntarão outras decorrentes de uma análise mais pormenorizada, em curso.

Os resultados agora apresentados poderão vir a ser alargados a outros parâmetros químicos após a análise das pressões e das suas eventuais implicações na qualidade das massas de águas subterrâneas. Nesta fase é apresentada a classificação de base, nos moldes em que é solicitada na DQA.

**Quadro 4.17 – Síntese da avaliação do estado químico e das tendências para as sete massas de águas subterrâneas do PBH Oeste**

Massa de águas subterrâneas	Cumprido o critério do limiar ou NQA?	Cumprido o critério da % de área?	Cumprido o critério da confiança?	Estado químico	Tendências	Acções/Medidas
O18 Maceira	Não: As	Não: As	Sim	● Bom	-	<ul style="list-style-type: none"> <li>o Analisar a origem do As e, se se justificar, propor medidas para a redução da sua concentração</li> <li>o Obter dados mais actuais (os últimos são de 2005)</li> <li>o Alargar a rede para 2 pontos (actualmente 0)</li> </ul>
O19 Alpedriz	Não: As e NH <sub>4</sub> <sup>+</sup>	Sim	-	● Bom	↑ Cl <sup>-</sup> , CE, pH, S O <sub>4</sub> <sup>2-</sup>	<ul style="list-style-type: none"> <li>o Analisar a origem e, se se justificar, propor medidas para a redução da concentração do As e NH<sub>4</sub><sup>+</sup></li> <li>o Analisar a origem da tendência estatisticamente significativa de subida dos parâmetros (Cl<sup>-</sup>, CE, pH, SO<sub>4</sub><sup>2-</sup>) e acompanhar a sua evolução</li> <li>o Alargar a rede para 6 pontos (actualmente 5)</li> </ul>
O23 Paço	Não: NO <sub>3</sub> <sup>-</sup> e NH <sub>4</sub> <sup>+</sup>	Não: NO <sub>3</sub> <sup>-</sup>	Não: NO <sub>3</sub> <sup>-</sup>	● Médio	↑ NO <sub>3</sub> <sup>-</sup>	<ul style="list-style-type: none"> <li>o Analisar a origem e, se se justificar, propor medidas para a redução da concentração do NH<sub>4</sub><sup>+</sup></li> <li>o Analisar a origem da tendência estatisticamente significativa de subida do NO<sub>3</sub><sup>-</sup> e propor medidas (de ocupação do solo agrícola) que permitam inverter a tendência (a média para a massa de água já se encontra acima da NQA)</li> <li>o Adequar a rede (passa de 4 para 3 pontos)</li> </ul>
O24 Cesareda	Sim	-	-	● Bom	-	<ul style="list-style-type: none"> <li>o Alargar a informação relativa a concentrações em NO<sub>3</sub><sup>-</sup>, TCE, PCE que apenas têm uma análise</li> </ul>
O25 Torres Vedras	Não: As, Cl, pesticidas e NH <sub>4</sub> <sup>+</sup>	Não: As	Não: As	● Médio	↑ NO <sub>3</sub> <sup>-</sup> ↓ Pb	<ul style="list-style-type: none"> <li>o Analisar a origem e, se se justificar, propor medidas para a redução da concentração em As, Cl, pesticidas e NH<sub>4</sub><sup>+</sup></li> <li>o Propor medidas de contenção/reabilitação da área envolvente da lixeira de Torres Vedras, provavelmente responsável pelos valores de As e Cl.</li> <li>o Analisar a origem da tendência estatisticamente significativa de subida do NO<sub>3</sub><sup>-</sup> e acompanhar a sua evolução</li> <li>o Obter dados mais actuais de concentração em pesticidas (os últimos são de 2005)</li> </ul>
O33 Caldas da Rainha – Nazaré	Não: NO <sub>3</sub> <sup>-</sup> , Cl, pesticidas, SO <sub>4</sub> <sup>2-</sup> , CE, NH <sub>4</sub> <sup>+</sup> e pH	Não: NO <sub>3</sub> <sup>-</sup>	Não: NO <sub>3</sub> <sup>-</sup>	● Médio	↑ NO <sub>3</sub> <sup>-</sup> , Cl <sup>-</sup> , SO <sub>4</sub> <sup>2-</sup> , CE	<ul style="list-style-type: none"> <li>o Analisar a origem e, se se justificar, propor medidas para a redução da concentração dos pesticidas, CE, NH<sub>4</sub><sup>+</sup> e pH</li> <li>o Tomar medidas no sentido de inverter as tendências estatisticamente significativas de subida dos Cl, SO<sub>4</sub><sup>2-</sup> (que se encontram já acima de 75% do valor limite regulamentar) e do NO<sub>3</sub><sup>-</sup> (já acima da NQA)</li> <li>o Obter dados mais actuais de concentração em pesticidas (os últimos são de 2005)</li> <li>o Adequar a rede (passa de 13 para 11 pontos)</li> </ul>
O04RH4 Orla ocidental indiferenciado das bacias das ribeiras do Oeste	Não: SO <sub>4</sub> <sup>2-</sup> , As, Cl, NO <sub>3</sub> <sup>-</sup> , pesticidas, NH <sub>4</sub> <sup>+</sup> e Pb	Sim	-	● Bom	↑ Cd	<ul style="list-style-type: none"> <li>o Analisar a origem e, se se justificar, propor medidas para a redução da concentração dos parâmetros SO<sub>4</sub><sup>2-</sup>, As, Cl, NO<sub>3</sub><sup>-</sup>, pes, NH<sub>4</sub><sup>+</sup>, Pb</li> <li>o Analisar a origem da tendência estatisticamente significativa de subida do Cd e acompanhar a sua evolução</li> <li>o Adequar a rede para 11 pontos (actualmente 8)</li> </ul>

### 4.3 CAMPANHAS EFECTUADAS NO ÂMBITO DO DESENVOLVIMENTO DO PBH OESTE

Para avaliação do estado químico das águas subterrâneas previu-se a execução de três campanhas de recolha de amostras de água e execução das respectivas análises. No Quadro 4.18 identificam-se o número de estações, os parâmetros a analisar e o número de campanhas de amostragem previsto.

**Quadro 4.18 – Recolha de dados para a avaliação do estado químico**

Número de Estações	Parâmetros	N.º de campanhas de amostragem
270	Nitratos	3
236	Azoto amoniacal, Cloretos, Condutividade, Fenóis, Nitratos, Oxigénio Dissolvido, Pesticidas	3
30	$\alpha$ Total, $\beta$ Total, Dose Indicativa Total e Trítio	3
1	Azoto total	2
2	Crómio VI, Detergentes, Fósforo total	2
4	Hidrocarbonetos totais	2
12	Cálcio, Carbonato, Dureza, Magnésio Selénio, Sódio	2
13	Óleos e Gorduras	2
17	Crómio	2
20	4-Cloro-3-metilfenol, Amoníaco, Bentazona, Benzeno, Berílio, HCHalfa, Mecropope, Molibdénio, Simazina, Tributilestanho, Tributílfosfato, Tricloro-etileno, Urânio, Vanádio, HCHBeta	2
21	20Isopropilbenzeno, Naftaleno, Tetracloro-etileno, Tolueno, Xilenos	2
22	Estanho, Fosfatos	2
32	Antimonio, Compostos Orgânicos Halogenados (AOX), Arsénio, Azoto amoniacal, Boro, Carbonato Orgânico Total (COT), Fenóis, Fluoretos, Manganês, Mercúrio, Nitratos, Nitritos, Potássio, Sulfuretos	2
33	Bário, Cloretos, Cobalto	2
34	Sulfatos	2
35	Cádmio, Chumbo, Cianetos, Cobre, Níquel	2
36	Alumínio, Ferro	2
37	Zinco	2
41	Condutividade, pH	2

Posteriormente, a ARH mostrou interesse em substituir alguns parâmetros por outros e em acrescentar os parâmetros bacteriológicos, o que se estabeleceu tendo em conta os preços unitários apresentados pelo Consórcio e as respectivas quantidades.

A amostragem e a execução das análises, ficou a cargo do Laboratório AGROLEICO, Laboratório de Análises Químicas e Bacteriológicas, Lda.

As recolhas relativas à 1.<sup>a</sup> campanha iniciaram-se no dia 21 de Junho e terminaram a 23 de Setembro 2010, na rede SP (Substâncias Perigosas).

As análises químicas e bacteriológicas terminaram a 12 de Outubro, com as análises da rede SP.

Como se referiu, por proposta do Consórcio, e em caso de concordância pela ARH Tejo, a 2.<sup>a</sup> campanha (já para a rede de vigilância optimizada) será realizada a partir de Fevereiro de 2011 (época húmida) e a 3.<sup>a</sup> em Setembro/Outubro (época seca), mantendo, assim, o calendário que tem vindo a ser seguido pela ARH Tejo, já com a nova rede definida no âmbito do Plano.

## **5. DIAGNÓSTICO DA REGIÃO HIDROGRÁFICA (5)**

### **5.1 ÁREA TEMÁTICA 1 – QUALIDADE DA ÁGUA (5.1)**

#### **5.1.1 Síntese da caracterização (5.1.1)**

Esta temática será concluída após a análise de todos os elementos sobre a qualidade das águas subterrâneas a incorporar no PBH Oeste, designadamente do cruzamento da informação da qualidade química das águas e das pressões.

#### **5.1.2 Síntese do cumprimento das disposições legais em vigor relativas à água, solos e actividades com efeitos directos e indirectos mensuráveis nos recursos hídricos (5.1.2)**

Esta breve análise da síntese do cumprimento das disposições legais em vigor relativas à água, solos e actividades com efeitos directos e indirectos mensuráveis nos recursos hídricos será alargada no decurso do desenvolvimento do PBH Oeste, com base na análise das pressões e dos seus efeitos actualizados no estado das massas de águas subterrâneas.

Em termos globais, pode dizer-se que as principais pressões na área do PBH Oeste que estão na origem da poluição dos solos e das águas subterrâneas se devem essencialmente à rejeição de efluentes não tratados e/ou de resíduos sólidos provenientes de actividades industriais, agrícolas e urbanas, bem como à potencial sobreexploração de aquíferos que, em zonas costeiras, caso aconteça pode ocasionar fenómenos de intrusão marinha.

Há três formas principais como se processam as rejeições, classificadas em função da sua extensão de actuação, *i.e.*: pontual (e.g. indústria), difusa (e.g. agrícola) e linear (e.g. estradas). A poluição pode ainda ter um carácter permanente (e.g. área de descarga específica ou zona de aplicação de fertilizantes) ou resultar de fenómenos acidentais (caso de um acidente de transporte ou de ruptura de uma conduta).

A análise dos efeitos directos ou indirectos das pressões nos recursos hídricos faz-se sentir em três grupos de tipos de poluentes que podem ser classificados como físicos

(matéria em suspensão), químicos - orgânicos ou inorgânicos e bacteriológicos (microrganismos; bactérias).

Os problemas mais frequentes de poluição de águas subterrâneas na área do PBH Oeste resultam: (1) da poluição difusa por nitratos (essencialmente causada por más práticas agrícolas, além de ser também oriunda de suiniculturas, aviários e lixeiras, entre outros) e (2) da poluição pontual por metais pesados (resultante de diversas indústrias, de antigas lixeiras, de aterros com problemas de funcionamento), por hidrocarbonetos (resultante do armazenamento de combustível e de fugas de combustível em áreas de abastecimento) e por óleos e gorduras e matéria orgânica (resultante das indústrias de curtumes e lixeiras, por exemplo), entre outras.

Não foram identificadas "zonas vulneráveis" na área do PBH Oeste resultante da aplicação do Decreto-Lei n.º 235/97, de 3 de Setembro (que visa proteger as águas contra a poluição difusa causada por nitratos de origem agrícola) para as *"águas subterrâneas que contenham ou apresentem o risco de conter uma concentração de nitratos superior a 50 mg/l ..."*. Durante o desenvolvimento deste plano será revista a *"identificação das águas poluídas por nitratos de origem agrícola e das águas susceptíveis de o virem a ser se não forem tomadas medidas preventivas, bem como das áreas que drenam para aquelas águas"*.

### **5.1.3 Diagnóstico (5.1.3)**

Esta temática será abordada após a análise de todos os elementos sobre a qualidade das águas subterrâneas a incorporar no PBH Oeste.

## **5.2 ÁREA TEMÁTICA 2 – QUANTIDADE DE ÁGUA (5.2)**

### **5.2.1 Síntese da caracterização (5.2.1)**

Esta temática será concluída após a análise de todos os aspectos quantitativos das águas subterrâneas a incorporar no PBH Oeste, designadamente do cruzamento da informação sobre as disponibilidades de águas subterrâneas, a evolução dos níveis piezométricos e as extracções de águas subterrâneas.

### **5.2.2 Síntese do cumprimento das disposições legais em vigor relativas à água, solos e actividades com efeitos directos e indirectos mensuráveis nos recursos hídricos (5.2.2)**

Actividade em curso.

### **5.2.3 Diagnóstico (5.2.3)**

O PBH (MAOT, 2001) levantou algumas questões que aqui se reflectem.

Um dos aspectos mais relevantes é o da sobreexploração de aquíferos que provoca problemas em termos quantitativos e qualitativos nos recursos de água subterrânea disponíveis. Os problemas quantitativos estão relacionados com a diminuição das reservas dos recursos hídricos subterrâneos e com as eventuais consequências em termos de abastecimento. Os problemas qualitativos fazem-se sentir quando a extracção de água induz o escoamento de água de baixa qualidade para dentro da massa de águas subterrâneas. Esta questão ganha maior dimensão em zonas costeiras, onde o rebaixamento acentuado dos níveis piezométricos provoca o avanço para o interior da cunha de água doce/água salgada e a salinização das captações mais próximas da linha de costa. Note-se que a existência das situações referidas faria classificar uma massa de águas subterrâneas como estando em estado medíocre.

A identificação de situações de sobreexploração pode fazer-se recorrendo à análise de séries piezométricas, ao estudo da qualidade da água, e à elaboração de balanços hídricos.

A análise de séries piezométricas, permite verificar se há ou não rebaixamento contínuo ao longo do tempo, ou se, pelo contrário, há regularmente recuperação de níveis. Pela análise da evolução da piezometria Saraiva e Peixinho de Cristo (1994)



referem que as extracções para abastecimento público na área de Nadadouro e Espinheira, situadas no sector das Caldas da Rainha da massa de águas subterrâneas “Caldas da Rainha-Nazaré”, onde existe maior concentração de captações, provocaram rebaixamentos importantes que atingiram valores de 60 cm/ano durante 25 anos.

O balanço hídrico subterrâneo apresentado em MAOT (2001) mostrou que a massa de águas subterrâneas Paço poderia estar em stress uma vez que foi deficitário. Neste balanço hídrico não se consideraram entradas e saídas de água por escoamento subterrâneo lateral, e os valores de recarga diziam respeito exclusivamente à recarga vertical por infiltração da água da chuva. Por outro lado devido à área reduzida do sistema do Paço os valores de balanço podem estar condicionados por erros tanto na avaliação da recarga como das extracções.

O estudo da evolução dos teores de cloretos da água subterrânea, em zonas costeiras, indicia, no caso de haver um aumento contínuo, sem que haja outra origem de cloretos, a mudança da posição da cunha salina e conseqüentemente da sobreexploração das águas subterrâneas. Na parte terminal dos cursos de água que desaguam na Lagoa de Óbidos ou no mar, existe uma zona onde se processa a mistura entre a água doce proveniente do rio e a água salgada do mar. A sobreexploração em captações próximas destas zonas poderá eventualmente provocar a recarga induzida a partir do rio dessa água de mistura e a salinização das captações. Podem também ocorrer situações em que não se verificando um cenário de sobreexploração, existe a recarga induzida para o aquífero pelo facto do cone de rebaixamento gerado influenciar o escoamento do curso de água. Na área do plano de bacia não estão disponíveis séries de teores de cloretos que permitam verificar esta situação.

## REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS (incluindo as dos ANEXOS 1, 2 e 3)

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

CANCELA DA FONSECA, L.; CRISTO, M.; MACHADO, M.; SALA, J.; REIS, J.; ALCAZAR, R.; BEJA, P. (2008) - **Mediterranean Temporary Ponds in South Portugal: key faunal groups as management tools?**. Pan-American Journal of Aquatic Sciences, 3(3): 304-320.

ESPÍRITO SANTO, M.D.; COSTA, J.C.; SILVEIRA, M.; BINGRE, P.; ARSÉNIO, P.; REGO, T.; DIOGO, M.C. (2001) - **Plano de Bacia Hidrográfica das Ribeiras do Oeste. 1.ª Fase Análise e Diagnóstico da Situação de Referência. Anexo Temático 1 – Análise Biofísica (Cap. 7, Vegetação Natural)**. Ministério do Ambiente e do Ordenamento do Território, pp. 67-130.

EUROPEAN COMMISSION (2009a) - **Guidance Document n.º 18 Guidance on groundwater status and trend assessment. Common Implementation Strategy for the Water Framework Directive (2000/60/EC)**. Technical Report - 2009 - 026. ISBN 978-92-79-11374-1.

FRANÇA, J.C.; ZBYSZEWSKI, G. (1963) – **Carta Geológica de Portugal, Escala 1:50 000, Notícia Explicativa da Folha 26-B: Alcobaça**. Serviços Geológicos de Portugal, pp. 51.

FRANÇA, J.C.; ZBYSZEWSKI, G.; MOITINHO DE ALMEIDA, F. (1960) – **Carta Geológica de Portugal, Escala 1:50 000, Notícia Explicativa da Folha 30-A: Peniche**. Serviços Geológicos de Portugal, pp. 33.

FRANÇA, J.C.; ZBYSZEWSKI, G.; MOITINHO DE ALMEIDA, F. (1961) – **Carta Geológica de Portugal, Escala 1:50 000, Notícia Explicativa da Folha 30-A: Lourinhã**. Serviços Geológicos de Portugal, pp. 27.

HATTON, T; EVANS, R. (1998) - **Dependence of Ecosystems on Groundwater and its Significance to Australia. Land and Water Resources Research and Development Corporation**. Canberra. Technical Report. Australia (www.lwrrdc.gov.au), 77 p.

INAG (1997) – **Definição, Caracterização e Cartografia dos Sistemas Aquíferos de Portugal Continental**. Instituto da Água, Direcção de Serviços de Recursos Hídricos, Divisão de Recursos Subterrâneos. Estudo Coordenado pelo Prof. C. A. Costa Almeida, Faculdade de Ciências de Lisboa para o Instituto da Água, 236 pp.

INAG (2009a) – **Memorando Substâncias Perigosas** - 80/68/CEE - Directiva do Conselho de 17 Dezembro 1979. 2 pp.

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

KORN, M.; GREEN, A.J.; MACHADO, M.; GARCÍA-DE-LOMAS, J.; CRISTO, M.; CANCELA DA FONSECA, L.; FRISCH, D.; PÉREZ-BOTE, J.L.; HUNDSDOERFER, A.K. (2010) - **Phylogeny, molecular ecology and taxonomy of southern Iberian lineages of *Triops mauritanicus* (Crustacea: Notostraca)**. *Organisms, Diversity & Evolution*, DOI 10.1007/s13127-010-0026-y.

KORN, M.; MARRONE, F.; PÉREZ-BOTE, J.L.; MACHADO, M.; CRISTO, M.; CANCELA DA FONSECA, L.; HUNDSDOERFER, A.K. (2006) - **Sister species within the *Triops cancrivorus* lineage (Crustacea, Notostraca)**. *Zoologica Scripta*, 35(4): 301-322.

LAUVERJAT, J. (1982) – **Le Crétacé Supérieur dans le Nord du Bassin Occidental Portugais**. Thèse de Doctorat d'État. Université Pierre et Marie Curie (Paris IV), Paris.

LEITÃO, T.E.; OLIVEIRA, M.M.; LOBO FERREIRA, J.P.; MOINANTE, M.J.; HENRIQUES, M.J. (2001) - **Plano de Bacia Hidrográfica das Ribeiras do Oeste – Volume IV – Diagnóstico – 5 - Problemas de Qualidade das Origens de Água**. Estudo realizado para a Hidrotécnica Portuguesa – Consultores para Estudos e Projectos, Lda. Relatório PBH - Ribeiras do Oeste, Proc. 607/1/13022, LNEC.DH.GIAS, Lisboa, Março/2001, 18 p.

LEITÃO, T.E.; OLIVEIRA, M.M.; LOBO FERREIRA, J.P.C.; MOINANTE, M.J.; HENRIQUES, M. J. (2000) - **Caracterização dos Recursos Hídricos Subterrâneos da Área Abrangida pelo Plano de Bacia Hidrográfica das Ribeiras do Oeste. Anexo Temático 10 - Qualidade dos Meios Hídricos. Tomo B - Qualidade das Águas Subterrâneas**. *Relatório Final da Fase 1*. Outubro de 2000, 91 p.

LOBO FERREIRA, J.P.; OLIVEIRA, M.M.; LEITÃO, T. E.; NOVO, M.E.; MOINANTE,

M. J.; HENRIQUES (2001) - **Plano de Bacia Hidrográfica das Ribeiras do Oeste. 1.<sup>a</sup> Fase – Análise e Diagnóstico da Situação Actual. Contribuição da Componente Águas Subterrâneas para as Secções 3 - Recursos Hídricos e 7 - Qualidade dos Meios Hídricos. do Volume I - Síntese.** Fevereiro de 2001, 21 pp.

LOBO FERREIRA, J.P.C.; NOVO, M.E.; LEITÃO, T.E.; TORE, C. (1995) - **Desenvolvimento de um Inventário das Águas Subterrâneas de Portugal. Volume III.** LNEC, Lisboa, 1995, 542 pp.

MACHADO, M.; CRISTO, M.; CANCELA DA FONSECA, L. (1999a) - **Non-Cladoceran Branchiopod Crustaceans from Southwest Portugal. Occurrence notes.** *Crustaceana*, 72(6): 591-602.

MACHADO, M.; CRISTO, M.; REIS, J.; CANCELA DA FONSECA, L. (1999b) - **Biological data on Triops cancriformis mauritanicus and Cyzicus grubei - crustacea, branchiopoda - in SW Portugal temporary ponds.** *Limnetica*, 16: 1-7.

MAOT (2001) – **Plano de Bacia Hidrográfica das ribeiras do Oeste. 1.<sup>a</sup> Fase - Análise e Diagnóstico da Situação de Referência. Volume Síntese.** Setembro de 2001. 568 p.

OLIVEIRA, M. M.; NOVO, M. E.; MOINANTE, M. J.; HENRIQUES, M. J.; LOBO FERREIRA, J.P. (2001) - **Plano de Bacia Hidrográfica das Ribeiras do Oeste – 1.<sup>a</sup> Fase – Análise e Diagnóstico da Situação Actual. Anexo Temático 4 - Recursos Hídricos Subterrâneos.** Estudo realizado para a Hidrotécnica Portuguesa – Consultores para Estudos e Projectos, Lda. Relatório PBH - Ribeiras do Oeste, Proc. 607/1/13022, LNEC.DH.GIAS, Lisboa, Janeiro/2001, 299 p.

PAZ, M. (2009) – **Modelação matemática do escoamento e da poluição do sistema aquífero Caldas da Rainha – Nazaré, Sector correspondente ao Vale Tifónico de Caldas da Rainha.** Dissertação para obtenção do Grau de Mestre em Engenharia do Ambiente, IST.

RIBEIRO, A. ; ANTUNES, M.T. ; FERREIRA, M.P. ; ROCHA, R.B. ; SOARES, A.F. ; ZBYSZEWSKI, G. ; MOITINHO DE ALMEIDA, F. ; CARVALHO, D., MONTEIRO, J.M. (1979) – **Introduction à la Géologie Générale du Portugal.** Serviços Geológicos de Portugal, pp. 114.

SANTOS, S.I.M. (1999) – **Contaminação de Solos e Águas Subterrâneas do Aquífero Detrítico do Pó.** Estágio Curricular, Departamento de Geologia da Faculdade de Ciências da Universidade de Lisboa, 78 pp.

SARAIVA, M.P.; PEIXINHO DE CRISTO, F. (1994) - **Aquífero do Vale Tifónico das Caldas da Rainha – Sua Importância para o Abastecimento Público**. 2.º Congresso da Água - O Presente e o Futuro da Água em Portugal. Lisboa, Associação Portuguesa dos Recursos Hídricos.

TEIXEIRA, C.; ZBYSZWESKI, G.; ASSUNÇÃO, C.T.; MANUPPELLA, G. (1968) – **Carta Geológica de Portugal, Escala 1:50 000, Notícia Explicativa da Folha 23-C: Leiria**. Serviços Geológicos de Portugal, pp. 99.

VIEIRA DA SILVA, A. (2010) – **Hidrogeologia Geral do Sistema Aquífero de Torres Vedras. Tágides. Volume 7**. Administração de Região Hidrográfica do Tejo. ARH do Tejo, I.P. pp. 175-180. In [http://www.arhtejo.pt/c/document\\_library/get\\_file?uuid=26cd06af-77f5-41ae-9336-bee2c70d7107&groupId=10225](http://www.arhtejo.pt/c/document_library/get_file?uuid=26cd06af-77f5-41ae-9336-bee2c70d7107&groupId=10225).

ZBYSZWESKI, G.; ASSUNÇÃO, C.T., (1965a)) – **Carta Geológica de Portugal, Escala 1:50 000, Notícia Explicativa da Folha 22-D: Marinha Grande**. Serviços Geológicos de Portugal, pp. 45.

ZBYSZEWSKI, G.; ASSUNÇÃO, C.T. (1965b)) – **Carta Geológica de Portugal, Escala 1:50 000, Notícia Explicativa da Folha 30-D: Alenquer**. Serviços Geológicos de Portugal, pp. 104.

ZBYSZEWSKI, G.; MOITINHO DE ALMEIDA, F. (1960) – **Carta Geológica de Portugal, Escala 1:50 000, Notícia Explicativa da Folha 26-D: Caldas da Rainha**. Serviços Geológicos de Portugal, pp. 56.

ZBYSZEWSKI, G.; MOITINHO DE ALMEIDA, F.; ASSUNÇÃO, C.T. (1955) – **Carta Geológica de Portugal, Escala 1:50 000, Notícia Explicativa da Folha 30-C: Torres Vedras**. Serviços Geológicos de Portugal, pp. 33.

ZBYSZEWSKI, G.; VEIGA FERREIRA, O.; MANUPPELLA, G.; ASSUNÇÃO, C.T. (1966) – **Carta Geológica de Portugal, Escala 1:50 000, Notícia Explicativa da Folha 30-B: Bombarral**. Serviços Geológicos de Portugal, pp. 90.

ZBYSZWESKI, G.; MANUPPELLA, G.; FERREIRA, O.V.; MOUTERDE, R.; RUGET-PERROT, C.; ASSUNÇÃO, C.T. (1974) – **Carta Geológica de Portugal, Escala 1:50 000, Notícia Explicativa da Folha 27-A: Vila Nova de Ourém**. Serviços Geológicos de Portugal, pp. 82.



## Anexo 1 – Estruturas tectónicas, caracterização da fracturação e definição das principais direcções de falha

### A1.1 O19 – Alpedriz

**Tectónica que afecta as formações** – A estrutura e fracturação das formações é dominada pelos campos de tensões relacionados com a tectónica diapírica, que deram origem à rede de fracturas e ao sinclinal de Alpedriz-Porto Carro (sito no extremo N do sinclinal de Alcobaça; Lauverjat, 1982) e onde se desenvolve o sistema aquífero. As estruturas que afectam as unidades aquíferas são o sinclinal de Alpedriz-Porto Carro e falhas, sendo as principais direcções de fracturação (França e Zbyszewski, 1963; Zbyszewski e Assunção, 1965a; Teixeira *et al.*, 1968; Zbyszewski *et al.*, 1974): NNE-SSW (direcção principal), NE-SW, NW-SE e WNW-ESE.

### A1.2 O33 – Caldas da Rainha – Nazaré

**Tectónica que afecta as formações** – A estrutura e fracturação das formações é dominada pela tectónica diapírica, a qual se relaciona com as falhas profundas que afectam o soco hercínico e com os movimentos de ascensão devida à deformação plástica dos depósitos hetangianos, que acabaram por levar à perfuração da cobertura sedimentar; gerou-se assim uma geometria complexa, que é reflectida nas variações das espessuras (Almeida *et al.*, 2000). OS bordos das estruturas diapíricas são delimitados por falhas de direcção dominante NE-SE a NNE-SSW, sendo que no bordo N da Lagoa de Óbidos e nos bordos S de ambos os diapiros (Caldas da Rainha e Nazaré) estas direcções são NW-SE a E-W; fracturação NW-SE surge ainda ao longo da bordadura ocidental do sistema aquífero (França e Zbyszewski, 1963; Zbyszewski e Moitinho de Almeida, 1960). As direcções de fracturação mais significativas são (França e Zbyszewski, 1963; Zbyszewski e Moitinho de Almeida, 1960):

- NNE-SSW a NE-SW.
- N-S.
- E-W a WNW-ESE.

- NW-SE a NNW-SSE.
- WNW-ESSE.

### A1.3 O24 – Cesareda

**Tectónica que afecta as formações** – A estrutura e fracturação das formações é dominada pelos campos de tensões relacionados com a tectónica diapírica responsável pela instalação do diapiro de Bolhos. O maciço de Cesareda corresponde essencialmente a um planalto cortado nos calcários do Dogger e Malm (associado ao anticlinal de Serra d’El Rei e ao alinhamento diapírico de Caldas da Rainha-Bolhos-Vimeiro) delimitado por importantes acidentes tectónicos a oeste e norte (Almeida *et al.*, 2000):

- Norte – falha da Serra de El Rei, que origina uma escarpa bem evidente, estabelece a fronteira entre o maciço e o bordo sul do vale tifónico das Caldas da Rainha.
- Oeste – conjunto de falhas que constituem o prolongamento para sul do limite leste do vale tifónico Caldas da Rainha, que separam, através de uma escarpa, o maciço de Cesareda do pequeno diapiro de Bolhos.

A sul e leste a transição das formações que constituem o sistema aquífero para as formações envolventes, faz-se de forma gradual. Este sistema aquífero apresenta assim um conjunto de falhas de orientações NNE-SSW, N-S e E-W a WNW-ESSE (Zbyszewski e Moitinho de Almeida, 1960; França *et al.*, 1960; França *et al.*, 1961; Zbyszewski *et al.*, 1966).

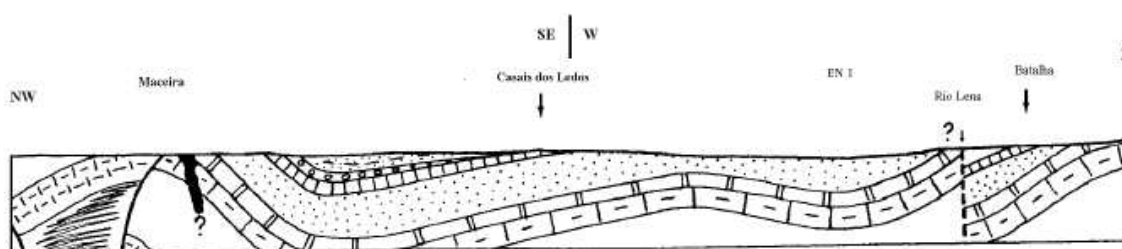
### A1.4 O18 – Maceira

**Tectónica que afecta as formações** – Este sistema aquífero está implantado numa estrutura em anticlinal de origem diapírica (Anticlinal Diapírico de Maceira), de orientação NE-SW (que no seu extremo S se liga à estrutura de Pataias, a qual por sua vez faz a ligação com os diapiros de Nazaré e de Caldas da Rainha; Oliveira *et al.* 2000), sendo o núcleo constituído por formações liásicas, em contacto por falha com o Jurássico superior (Almeida *et al.*, 2000; cf. Figura A1.1). Segundo os mesmos autores, o flanco NW é constituído por formações do Dogger sobre as quais assenta directamente o Cretácico. Além da referida falha que põe em contacto o Lias com o



Malm, a estrutura é cortada por outras falhas oblíquas de orientações dominantes (Zbyszewski e Assunção, 1965a):

- **NE-SW** – direcção dos acidentes mais importantes da estrutura diapírica, como a falha que faz o contacto entre o Liásico e o Portlandiano e que constitui o limite S do sistema aquífero.
- **NNE-SSW a NW-SE** – direcção das falhas transversais à estrutura, de menores extensões que as do grupo anterior; ocorrem a W e E dos afloramentos do Dogger e Liásico, fazendo o contacto destas litologias respectivamente com o Kimmeridgiano e o Cretácico.



**Figura A1.1 – Corte do anticlinal de Maceira e do sinclinal Alpedriz-Porto Carro (Lauverjat, 1982)**

Fonte: Almeida *et al.* (2000)

No flanco N desta estrutura as camadas inclinam geralmente 40-50° NW mas no flanco S as inclinações são maiores, atingindo por vezes a verticalidade no contacto por falha com as formações do Portlandiano.

## A1.5 Oeste Indiferenciado

**Tectónica que afecta as formações** – A tectónica que afecta as litologias desta região está relacionada com os campos de tensões associados à abertura do Atlântico, e à orogenia alpina, localmente sendo afectados e sobrepostos pela tectónica associada à instalação do maciço de Sintra e aos processos diapíricos. As principais direcções de fracturação são (Almeida *et al.*, 2000):

- **NNE-SSW** – coincidente com os principais alinhamentos diapíricos.
- **ENE-SSW** – coincidente com os acidentes de orientação hercínica.
- **NW-SE** – falhas secundárias sitas no interior dos blocos limitados pelos acidentes maiores.

Além das falhas encontram-se dobras e dobras-falhas (Ribeiro *et al.*, 1979, *in* Almeida *et al.*, 2000).

### A1.6 O23 – Paço

**Tectónica que afecta as formações** – A tectónica que afecta estas formações está condicionada pela tectónica diapírica associados ao diapiro de Bolhos (que constitui a continuação do vale tifónico das Caldas da Rainha), a qual está relacionada, por um lado, com a ocorrência de falhas profundas que afectam o soco hercínico, e por outro, com a presença do complexo evaporítico hetangiano, com um comportamento plástico, cuja ascensão deformou e perfurou a cobertura sedimentar. As estruturas presentes são assim (França *et al.*, 1960 e França *et al.*, 1961): (1) Vale Tifónico de Bolhos, orientado N-S; (2) falhas. As principais direcções de fracturação são, ainda segundo estes autores: N-S e NE-SW (delimitam os bordos E e W da estrutura diapírica), ENE-WSW a E-W (ex.: a falha que limita a bordadura N deste diapiro).

### A1.7 O25 – Torres Vedras

**Tectónica que afecta as formações** – A estrutura e fracturação das formações é dominada pelos campos de tensões relacionados com a abertura do Atlântico Norte e da orogénese alpina, que deram origem não apenas à rede de fracturas mas também ao sinclinal de Monte Redondo. O bordo S deste sistema aquífero é delimitado por um sistema de falhas E-W a NW-SE (Zbyszewski *et al.*, 1955; Vieira da Silva, 2010). As direcções de fracturação mais significativas são (Zbyszewski *et al.*, 1955; França *et al.*, 1961; Zbyszewski e Assunção, 1965b; Zbyszewski *et al.*, 1966):

- E-W.
- NW-SE.
- NE-SW.
- N-S.

## REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

As referências bibliográficas do Anexo 1 foram incluídas nas referências bibliográficas gerais deste documento.

## Anexo 2 – Caracterização geológica dos estratos que constituem as massas de águas subterrâneas

### A2.1 O18 – Maceira

O conjunto de formações do sistema aquífero inclui as formações de cobertura (formações pliocénicas, constituídas por: areias finas a médias, areias argilosas, intercalações lignhitas e conglomeráticas, argilas arenosas com concreções calcárias, conglomerados) segundo Zbyszewski e Assunção (1965). As formações aquíferas correspondem aos Calcários jurássicos do Lias e do Dogger (Almeida *et al.*, 2000). O Lias está representado por calcários compactos, calcários margosos e margas; o termo do Dogger com maior representação é o Bajociano, constituído por calcários compactos, calcários cristalinos e calcários margosos (Zbyszewski e Assunção, 1965). Estão presentes, ainda, o Aaleniano, constituído por calcários sublitográficos e calcários compactos cinzentos em bancadas espessas, o Batoniano, constituído por calcários brancos, sublitográficos e litográficos, calcários compactos e calcários margosos, e o Caloviano, constituído por calcários margosos amarelados; O Caloviano, que tem menor representação, encontra-se em grande parte coberto por areias pliocénicas (Zbyszewski e Assunção, 1965, *in* Almeida *et al.*, 2000). Segundo Zbyszewski e Assunção (1965, *in* Oliveira *et al.*, 2000), o Bajociano pode discriminar-se em:

- Bajociano inferior – calcários margosos, calcários compactos maciços com estilólitos e intercalações xistosas a argilosas, calcários por vezes compactos, calcários de grão fino por vezes xistosos ou apinhoados, calcários compactos sublitográficos.
- Bajociano médio – calcários cristalinos maciços de fractura concoidal, calcários margosos compactos com zonas xistosas ou de argilas margosas e intercalações de bancadas de calcários em plaquetas, calcários lumachélicos, calcários margosos compactos.
- Bajociano superior – calcários de grão fino compactos, calcários margosos de grão fino, calcários rijos com fractura concoidal, calcários cristalinos maciços alternando com calcários margosos brandos e calcários em plaquetas.

Segundo Zbyszewski e Assunção (1965), e Almeida *et al.* (2000) na envolvência deste sistema, ocorrem as formações jurássicas do Kimmeridgiano (margas com intercalações de níveis gresosos, calcários margosos, margas calcárias) e do Portlandiano (grés e argilas), as formações cretácicas do Aptiano-Albiano (grés argilosos por vezes muito cauliníferos, conglomerados e grés finos), do Cenomaniano inferior (calcários e margas dolomitizados) e do Cenomaniano superior (complexo de calcários apinhoados, corálicos, compactos e calcários algo siliciosos). A intersecção das formações aquíferas surgem ainda corpos de natureza dolerítica, orientados NE-SW (Zbyszewski e Assunção, 1965).

## A2.2 O19 – Alpedriz

O conjunto de formações do sistema aquífero inclui as formações de cobertura (aluviões, e as formações plio-pleistocénicas, constituídas por: argilas arenosas, grés argilosos com calhaus rolados, areias e ocasionalmente conglomerados) segundo França e Zbyszewski (1963), Zbyszewski e Assunção (1965), Teixeira *et al.* (1968) e Zbyszewski *et al.* (1974). As formações aquíferas são o Complexo Gresoso de Cós-Juncal (Cretácico inferior) e as Formações carbonatadas do Cretácico superior, assim como os depósitos do Eocénico-Oligocénico e do Miocénico (Almeida *et al.*, 2000). Estas formações terciárias cobrem as formações cretácicas na zona do núcleo do sinclinal. Tanto estas como as formações cretácicas são cobertas irregularmente por depósitos pliocénicos e quaternários. As formações aquíferas dominantes são (Almeida *et al.*, 2000): (1) Complexo Gresoso de Cós-Juncal (do Cretácico inferior) e principal unidade aquífera: arenitos argilosos, mais ou menos grosseiros, por vezes conglomeráticos, com lenticulas argilosas, sendo que para o topo a série torna-se mais fina, apresentando intercalações de leitos margosos; (2) Formações carbonatadas (do Cretácico superior): margas, arenitos, calcários detríticos, calcários margosos e calcários compactos. São contudo também captadas as formações miocénicas do Complexo gresoso-argiloso de Alpedriz e, localmente outras formações terciárias. O Complexo gresoso-argiloso de Alpedriz constitui-se por grés argilosos, argilas arenosas, argilas, areias argilosas e na base um grés consolidado com leitos argilosos de tendência conglomerática. Outras formações terciárias com interesse local são: (1) Conglomerados calcários e tufos vulcânicos de Nazaré e Cós do Eocénico – conglomerados calcários e com elementos de calcário e quartzo, argilas, grés e margas, argilas, grés por vezes com veios calcários e grés argilosos; (2)

Complexo de Montes, do Oligocénico e Eocénico – argilas, margas, grés (por vezes argilosos) e conglomerados com elementos siliciosos; (3) Pliocénico – areias, grés, argilas arenosas.

Na envolvência deste sistema, ocorrem as formações jurássicas – sobre as quais as formações cretácicas assentam discordantemente – dos Grés Superiores com vegetais e dinossáurios (grés e argilas), as Camadas de Alcobaça (margas, calcários margosos e grés) e as Camadas de Montejunto (calcários e margo-calcários) segundo França e Zbyszewski (1963), Zbyszewski e Assunção (1965), Teixeira *et al.* (1968), Zbyszewski *et al.* (1974) e Almeida *et al.* (2000).

### A2.3 O23 – Paço

O conjunto de formações do sistema aquífero inclui as formações de cobertura (aluviões) segundo França *et al.* (1960), França *et al.* (1961) e Manuppella *et al.* (1999). As formações aquíferas correspondem ao Complexo Plio-Plistocénico de Bolhos (Almeida *et al.*, 2000). O Complexo Plio-Plistocénico de Bolhos é constituído por areias finas a médias com intercalações argilosas, a que se associam sobretudo na parte inferior da série, intercalações de cascalheiras e ocorrências de areias finas lignhitas e betuminosas (Manuppella *et al.*, 1999, *in* Almeida *et al.*, 2000), assentando em discordância sobre a Formação de Dagorda (Hetangiano), os Dolomitos em plaquetas do Jurássico inferior ou sobre formações do Jurássico superior. (Almeida *et al.*, 2000). Na envolvência deste sistema, nas áreas drenadas pelas ribeiras que o atravessam, e também definindo a base deste sistema aquífero, ocorrem: Complexo Evaporítico Hetangiano, Calcários do Jurássico Inferior, Calcários do Jurássico Médio, Camadas de Cabaços e Montejunto e Camadas da Abadia. De acordo com França *et al.* (1960), França *et al.* (1961), Manuppella *et al.* (1999) e Almeida *et al.* (2000), o Complexo Evaporítico Hetangiano (Calcários dolomíticos e Margas da Dagorda) é uma sucessão de margas gresosas, margas e argilas salíferas; os Calcários do Jurássico Inferior são constituídos por dolomitos em plaquetas, calcários compactos, calcários dolomíticos, margas e calcários margosos; os Calcários do Jurássico Médio são um conjunto de calcários, calcários siliciosos, calcários margosos, calcários margo-xistosos, calcários oolíticos, calcários sublitográficos a litográficos, calcários cristalinos e calcários biodetríticos; as Camadas de Cabaços e Montejunto são constituídos por calcários, calcários margosos, calcários areníticos, margas, margas conglomeráticas, conglomerados calcários, calcários brechóides,

calcários oolíticos, calcários recifais, calcários finos compactos, por vezes arenosos, calcários recifais; as Camadas da Abadia são um conjunto de margas com intercalações de calcários margosos, margo-calcários, calcários dolomíticos, argilas arenosas, grés e arenitos.

## A2.4 O24 – Cesareda

O conjunto de formações do sistema aquífero inclui as formações de cobertura (aluviões e tufos calcários) segundo França *et al.* (1960), Zbyszewski e Moitinho de Almeida (1960), França *et al.* (1961), Manuppella *et al.* (1999) e Zbyszewski *et al.* (1966). As formações aquíferas, são as Camadas de Cabaços e Montejunto do Jurássico Superior, e os Calcários do Jurássico Médio (Manuppella e Balacó, 1975, *in* Almeida *et al.*, 2000), as quais têm a seguinte constituição:

- Camadas de Cabaços e de Montejunto (Jurássico superior/Malm) – sequência espessa de calcários oolíticos e margas cinzentas.
- Calcários (Jurássico médio/Dogger) – Calcários microsparíticos e oolíticos, por vezes margosos e margas.

Na envolvência deste sistema, ocorrem as formações do Complexo Arenoso Pliocénico (areias finas a médias, argilas, areias lignhitas e intercalações de cascalheiras), as Camadas da Abadia (margas com intercalações de calcários margosos, margo-calcários, calcários dolomíticos, argilas arenosas, grés e arenitos), os Calcários do Jurássico inferior (dolomitos em plaquetas, calcários compactos, calcários dolomíticos, margas e calcários margosos) e as formações do Complexo Evaporítico Hetangiano (margas gresoas e margas e argilas salíferas) conforme a França *et al.* (1960), Zbyszewski e Moitinho de Almeida (1960), França *et al.* (1961), Manuppella *et al.* (1999), Zbyszewski *et al.* (1966) e Almeida *et al.* (2000).

## A2.5 O25 – Torres Vedras

O conjunto de formações do sistema aquífero inclui as formações de cobertura (aluviões, dunas, areias eólicas, depósitos de praias e terraços e cascalheiras, e o complexo arenoso pliocénico constituído por: grés de Barreira Alvo e Seixal, areias, arenitos e argilas plio-pleistocénicos de Silveira) e as formações aquíferas. As formações aquíferas são os Grés com vegetais fósseis de Torres Vedras e Cercal, associados a formações do topo do Jurássico superior (Almeida *et al.*, 2000). Esta

formação do Cretácico inferior é constituída por arenitos feldespáticas, caulíniferos a ferruginosos de granulometria variável (grosseiros a muito finos), geralmente mal calibrados e por vezes compactos, com abundantes intercalações lenticulares de argilas, siltes e alguns níveis conglomeráticos; no topo podem ainda surgir arenitos porcelanóides (Almeida *et al.*, 2000). Alguns níveis do Jurássico superior foram também incluídos neste sistema aquífero, dado serem também constituídos por arenitos com lenticulas argilosas, similares às formações dos Grés de Torres Vedras e serem captados igualmente por vários dos furos que captam estes Grés (Almeida *et al.*, 2000). Na envolvência deste sistema, nas áreas drenadas pelas ribeiras que o atravessam, ocorrem – de acordo com Almeida *et al.* (2000), Zbyszewski *et al.* (1955), França *et al.* (1961), Zbyszewski e Assunção, (1965), Zbyszewski *et al.* (1966) – as formações jurássicas das Camadas da Abadia (margas, argilas arenosas, grés e arenitos), Calcários corálicos do Amaral, Complexo pteroceriano (margas, grés e argilas), Camadas do Freixial (grés, argilas por vezes arenosas, margas e alguns calcários margosos).

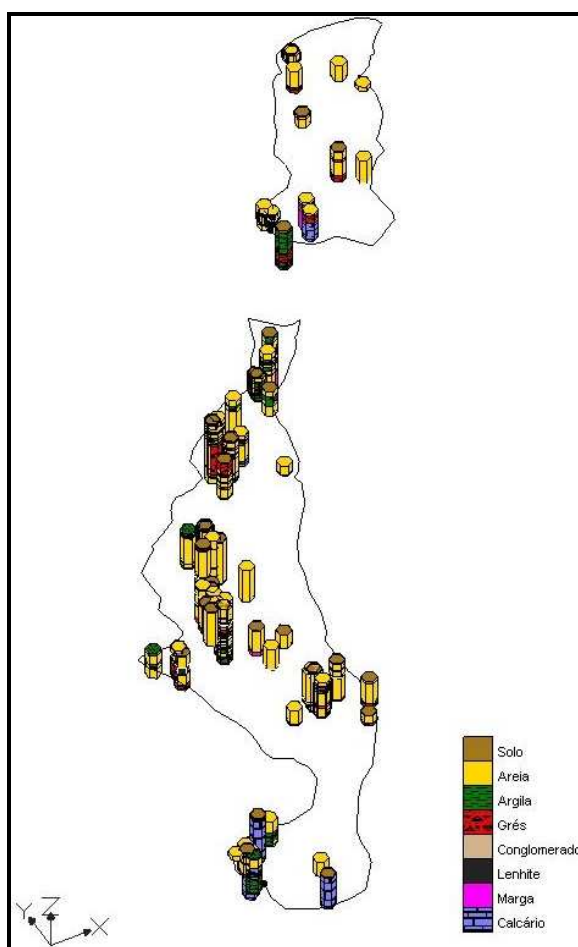
## A2.6 O33 – Caldas da Rainha – Nazaré

O conjunto de formações do sistema aquífero inclui as formações de cobertura (aluviões, areias de duna e de praia, depósitos de praias antigas) e as formações aquíferas, que no geral estão sobrejacentes ao Complexo Evaporítico Hetangiano (Almeida *et al.*, 2000). As formações aquíferas são Areias marinhas fossilíferas e Areias continentais pertencentes ao Complexo Arenoso pliocénico (Almeida *et al.*, 2000). As Areias marinhas fossilíferas, que constituem a base do sistema aquífero, assentam sobre o complexo evaporítico hetangiano (Cachão, 1995; Cabral, 1995, *in* Almeida *et al.*, 2000); são um conjunto de areias, por vezes finas, com calhaus rolados e grés argilosos (França e Zbyszewski, 1963; Zbyszewski e Moitinho de Almeida, 1960). As Areias continentais, são um conjunto de unidades arenosas por vezes com burgaus e calhaus, areias argilosas, grés argilosos com calhaus, argilas, e ocasionalmente bancadas delgadas de calcários gresosos e conglomerados; possuem também intercalações de leitos de lenhitos e diatomitos, com continuidade lateral significativa nalguns locais. As formações pliocénicas são cobertas nalgumas áreas por aluviões modernas, sendo de destacar a mancha que se situa entre Alfeizerão e S. Martinho do Porto (Almeida *et al.*, 2000; MAOT, 2001).

Com base na recolha das colunas litológicas de 86 sondagens hidrogeológicas fez-se a sua classificação em oito classes litológicas fundamentais:

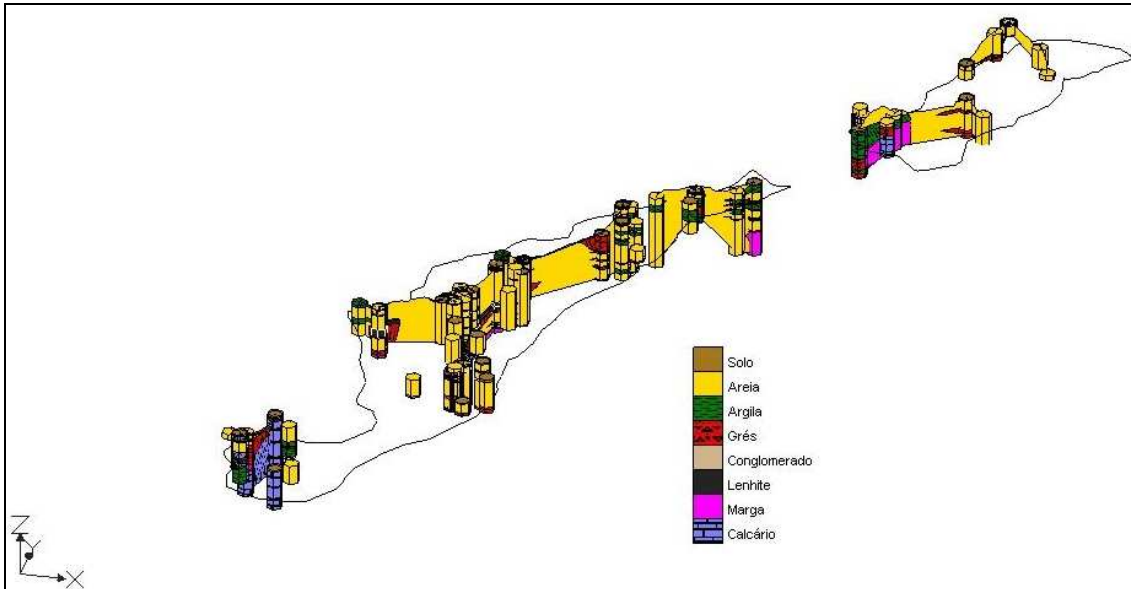
- Solo, terra vegetal, solo argiloso, solo arenoso;
- Areias finas a grosseiras, areias com lenhite ou carvão vegetal, areias com calhaus e ou burgau;
- Argilas, argilas arenosas, siltes, argilas com conchas;
- Grés fino a grosseiro, grés argiloso, grés arenoso;
- Conglomerados;
- Margas;
- Calcários;
- Lenhite, turfa, carvão vegetal.

Com base nesta classificação apresenta-se na Figura A2.1 a distribuição das sondagens com as respectivas colunas litológicas classificadas e na Figura A2. 2 perfis interpretativos resultantes dessa classificação.



**Figura A2.1 - Representação espacial das sondagens de pontos de água do sistema aquífero Caldas da Rainha-Nazaré**





**Figura A2. 2 – Perfil litológico do sistema aquífero Caldas da Rainha-Nazaré**

Na envolvência deste sistema, nas áreas drenadas pelas ribeiras que o atravessam, ocorrem, no sector de Caldas da Rainha, as formações do Complexo Evaporítico Hetangiano, Camadas de Alcobaça (Jurássico Superior), Grés Superiores com vegetais e dinossauros (Jurássico Superior), rochas eruptivas de natureza dolerítica; no sector da Nazaré, as formações do Complexo Gresoso de Cós-Juncal (Cretácico inferior), as formações carbonatadas do Cretácico superior, o Complexo de Montes (Eocénico e Oligocénico) e o Complexo greso-argiloso de Alpedriz, e brechas vulcânicas (França e Zbyszewski, 1963; Zbyszewski e Moitinho de Almeida, 1960). As formações hetangianas são um conjunto de margas gresosas e margas e argilas salíferas, as Camadas de Alcobaça são um conjunto de grés, margas, calcários e calcários margosos, os Grés Superiores com vegetais e dinossauros são constituídos por grés e argilas, o Complexo Gresoso de Cós-Juncal é um conjunto de grés com intercalações de argila, por vezes grosseiros, as formações carbonatadas do Cretácico superior são constituídas por calcários, calcários margosos e margas, o Complexo de Montes é uma sucessão de argilas, conglomerados e grés, o Complexo greso-argiloso de Alpedriz é constituído por grés argilosos, por vezes grosseiros a conglomeráticos (França e Zbyszewski, 1963; Zbyszewski e Moitinho de Almeida, 1960).

## A2.7 O04RH4 – Orla ocidental indiferenciado das bacias das ribeiras do Oeste

As litologias desta área indiferenciada englobam um leque de formações detríticas que vão do Triásico ao Quaternário e também rochas ígneas (e metamórficas associadas) relacionadas sobretudo com a instalação de maciços sub-vulcânicos como é o caso de Sintra. Segundo Almeida *et al.* (2000) as formações que constituem esta região são da mais antiga para a mais recente:

- Grés de Silves
- Margas da Dagorda – margas gresoas e margas e argilas gessíferas e salíferas, com intercalações calco-dolomíticas.
- Formações jurássicas do Sinemuriano ao Aaleniano – calcários dolomíticos, calcários margosos, calcários compactos, margas.
- Formações do Jurássico médio – sucessão de calcários cristalinos, calcários oolíticos, calcários compactos, calcários dolomíticos e calcários margosos. Constituem o cerne das serras da Sicó, Alvaiázere, Montejunto e Calcário Estremenho.
- Formações do Jurássico superior – base: margas e calcários margosos com intercalações betuminosas; topo: margas e arenitos com lenhitos a que se segue uma sucessão de arenitos argilosos com intercalações calcárias, argilosas e margosas.
- Formações do Cretácico inferior e médio – arenitos, arenitos conglomeráticos, argilas, margas.
- Formações do Cenomaniano superior e Turoniano – calcários compactos rijos, calcários com rudistas, calcários recifais, calcários margosos, calcários oolíticos, margas. Estas formações tomam um carácter marcadamente mais calcário a S de Torres Vedras.
- Formações do Paleogénico – de pequena extensão, são um conjunto de conglomerados, arenitos, margas e calcários.
- Formações do Miocénico – argilas, margas, arenitos argilosos, mais ou menos grosseiros com intercalações de lenhitos.
- Formações do Pliocénico – areias finas e argilas fossilíferas, arenitos argilosos, areias e cascalheiras com intercalações de argilas e lenhitos.
- Formações do Quaternário – depósitos de praia, terraços, dunas e aluviões.

Além destas formações, como se referiu anteriormente, existe um conjunto de formações ígneas, associadas sobretudo ao maciço sub-vulcânico de Sintra e que se constituem num leque que vai dos granitos e sienitos aos gabros.

As formações aquíferas dominantes são (Almeida *et al.*, 2000): Arenitos, areias, calcários, margas, rochas intrusivas e extrusivas.

## REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

As referências bibliográficas do Anexo 2 foram incluídas nas referências bibliográficas gerais deste documento.

## Anexo 3 – Caracterização hidrogeológica por massa de águas subterrâneas

### A3.1 O18 – Maceira

São apenas conhecidos 2 valores de piezometrias, que dizem respeito ao nível piezométrico medido aquando da construção das captações JK 1 e JK 2 (em 1970) e que eram de 123 e 124 m, respectivamente. A ausência de rede de monitorização piezométrica não permite que seja definida a evolução da piezometria.

Devido à escassez de dados de piezometria não é possível definir as direcções de fluxo. A ausência de rede de monitorização piezométrica não permite que venha a ser definida a evolução da piezometria.

### A3.2 O19 – Alpedriz

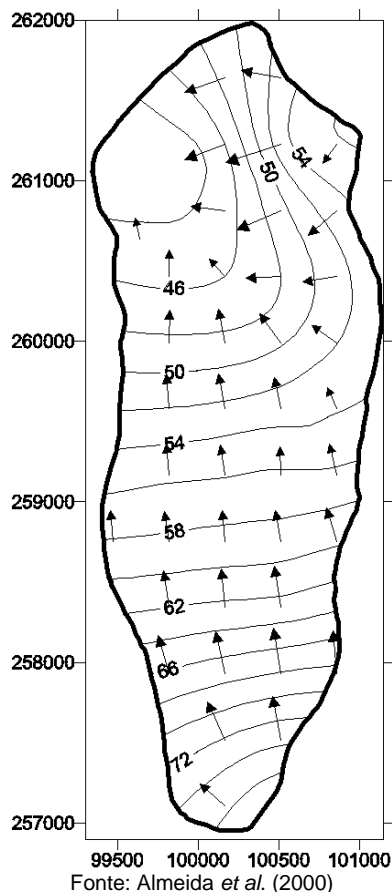
À data da sua construção, algumas captações sitas em zonas admissivelmente confinadas, apresentaram artesianismo repuxante (INAG, 1997, *in* Oliveira *et al.*, 2000) tendo nalguns casos sido atingidos valores de 9,5 m acima da cota do terreno (Zbyszewski *et al.*, 1974). Contudo não se dispõe de dados de piezometria relativos a uma mesma época, pois não existe rede de observações monitorizada de forma sistemática, pelo que não se pode fazer uma apreciação das principais características da superfície piezométrica. Apenas existe um piezómetro (referência 297/025) – que monitoriza o Cretácico – da responsabilidade da DRAOT Centro, com observações iniciadas em Junho de 1984 e que, segundo Almeida *et al.* (2000), regista oscilações do nível que não ultrapassam os 2 m, tendo o valor mais elevado sido atingido em Setembro de 1991 e o mínimo em Maio de 1995. Na base de dados <Inventar PBHOeste.mdb> estão referenciados 65 níveis piezométricos, distribuídos por todo o sistema aquífero, embora com uma predominância de pontos situados no seu sector SE (Oliveira *et al.*, 2000), com dados na generalidade dos casos sem continuidade temporal de observação, pelo que não é possível definir a evolução temporal da piezometria. Com base nas observações do ponto 297/025, Almeida *et al.* (2000) considera que, sendo um período de observações relativamente curto e com uma lacuna entre 1995 e 1997, não se pode concluir sobre a presença de eventuais tendências, mas apenas referir que o período de observações parece ser constituído por dois períodos com características distintas: de 1984 a 1992 os níveis oscilam em

torno de um valor próximo dos 109,5 m e a partir de 1993 o valor médio desce cerca de um metro, isto é, próximo dos 108,5 m.

Devido à escassez de dados de piezometria não é possível definir as direcções de fluxo. De facto, no sector S, apenas existem séries temporais de dados para 2 piezómetros (307/131 e 308/54), havendo ainda o piezómetro acima referido (297/025) com uma série de dados com início em 2004 com registos até ao ano 2000. A única inferência que se pode realizar e dado que se admite que as principais áreas de recarga se possam situar nos sectores S e SE do sistema aquífero (Almeida *et al.*, 2000), é a de que eventualmente existirá: (1) um sector ocidental cujo fluxo geral seja para W ou NW, pois existem descargas naturais no extremo W deste sistema; (2) e um sector oriental onde o fluxo se faça para NE, em direcção às zonas de descarga natural sitas a S de Leiria, no vale do rio Lis e na ribeira de Caraguejeira (Almeida *et al.*, 2000).

### A3.3 O23 – Paço

De acordo com a campanha de medição de níveis em captações pouco profundas de Junho de 1997, a piezometria é a que se apresenta – para estes níveis pouco profundos – na Figura A3. 1. De acordo com os dados recolhidos nesta campanha os gradientes hidráulicos variam entre 1,3% a 0,8% (Almeida *et al.*, 2000). Os mesmos autores referem que não foi efectuada nenhuma campanha de medição de níveis para as captações mais profundas, mas que estes se situam no geral abaixo dos do aquífero superficial à data da sua construção, o que implica uma drenância no sentido descendente. Contudo existem casos antagónicos, em que algumas captações apresentam artesianismo repuxante à data da sua construção (INAG, 1997; Almeida *et al.*, 2000).



**Figura A3. 1 – Mapa piezométrico do aquífero freático do Paço referido a Junho de 1997**

Como se pode ver na Figura A3. 1 para o nível aquífero superficial, o fluxo dá-se na maior parte do domínio do sistema aquífero no sentido sul-norte, acompanhando a topografia, dirigido para o eixo de drenagem constituído pela ribeira de S. Domingos (Almeida *et al.*, 2000). Localmente este fluxo pode realizar-se para NW, E-W ou mesmo NE-SW, em direcção à ribeira se dirige para NW e tem, na folha 26-C da Carta Geológica 1:50 000, a designação de ribeira da Atouguia. As direcções de fluxo nos níveis mais profundos são desconhecidas.

Na bibliografia consultada as únicas referências a confinamento são as de que os níveis argilosos intercalados nas formações aquíferas dão origem a situações de confinamento, por vezes com artesianismo repuxante – captações de Bolhos AC9 e Bolhos AC11 – e conferem ao aquífero um carácter multicamada (Almeida *et al.*, 2000). Estes níveis confinados estarão subjacentes ao nível freático superficial. Não existe contudo informação suficiente para determinar a área destas zonas confinadas, as quais não deverão ser contínuas dado que no geral estas situações de artesianismo não são comuns, e portanto deverão restringir-se a zonas específicas do sistema aquífero. Na bibliografia consultada não se encontrou informação sobre outros

aspectos do funcionamento hidrogeológico, à excepção da sugestão de que a ribeira da Atouguia/S. Domingos possa constituir-se numa zona de descarga do sistema aquífero.

### A3.4 O24 – Cesareda

Na bibliografia consultada se encontraram dados que permitam fazer uma caracterização da piezometria do sistema, nem da sua evolução temporal. Sendo um sistema cársico cuja regulação se faz por saídas naturais, Almeida *et al.* (2000) admitem que possa existir um equilíbrio, em termos médios, entre as entradas e saídas, pelo que a piezometria se deve manter aproximadamente estável.

Não sendo conhecidos dados suficientes de piezometria, não é possível definir as principais direcções de fluxo mas apenas se pode admitir que os principais eixos de drenagem subterrânea se dirijam na direcção das áreas de descarga mais importantes, as quais são: exurgências nas proximidades de Olho Marinho, exurgências temporárias na vizinhança de Pó e exurgências do vale da Columbeira (Almeida *et al.*, 2000). Assim, para alimentar as nascentes de Olho Marinho e de Pó haveria um fluxo, respectivamente, para N e E. Sendo que, segundo Almeida *et al.* (2000), há captações no sistema aquífero de Paço, que parecem captar águas provenientes do planalto de Cesareda e que este mesmo planalto parece ser a principal área de recarga nas nascentes minerais do Vimeiro, deverá admitir-se também um fluxo para W em direcção a Paço, e para SW em direcção a Vimeiro.

Podem existir eventuais transferências deste sistema aquífero para o de Paço (existem captações artesianas no sistema de Paço cujas características químicas sugerem circulação em rochas carbonatadas o que, juntamente com o facto de serem águas isentas de trítio, i. e., provenientes de recarga anterior a 1953, apoiam tal hipótese). É possível que possa ocorrer também transferência de águas para o sistema aquífero de Caldas da Rainha-Nazaré através de descargas ocultas para este sistema (Oliveira *et al.* 2000). Relativamente ao grau de carsificação, este é um planalto carsificado, correspondente a uma superfície de aplanação, onde ocorrem numerosas depressões cársicas – entre estas algares – e grutas (França *et al.*, 1960, e INAG, 1997, *in* Oliveira *et al.* 2000).

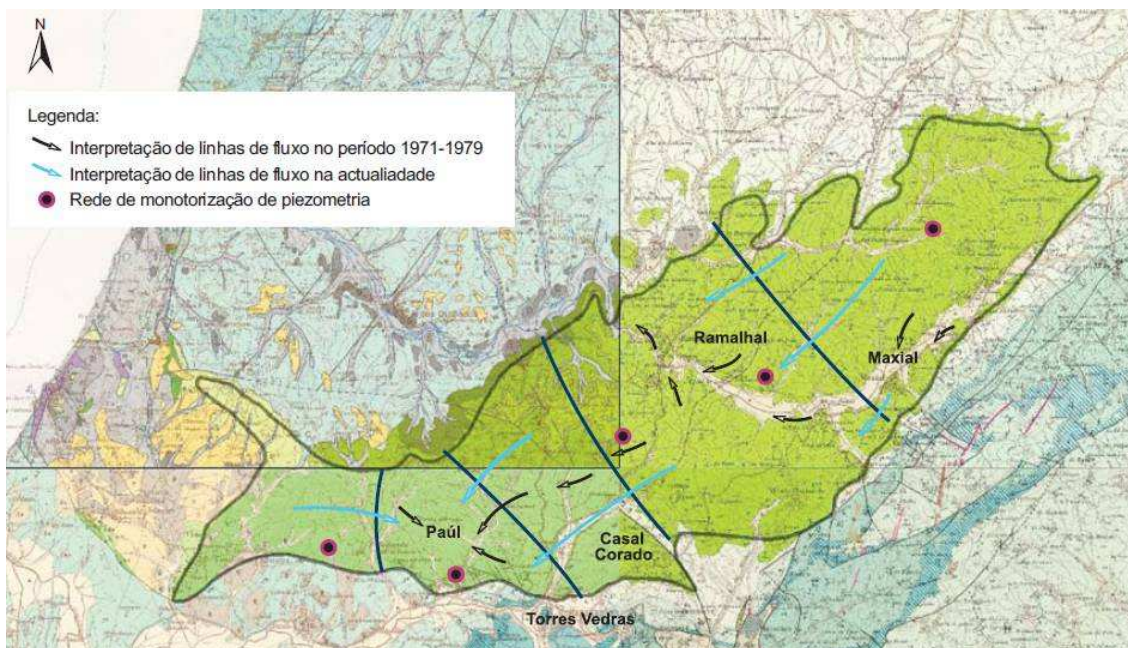
### A3.5 O25 – Torres Vedras

Verifica-se uma acentuada irregularidade na distribuição dos valores da piezometria, havendo variações bruscas em níveis medidos em captações próximas, que Almeida *et al.* (2000) atribuem às diferenças exibidas pelas várias camadas intersectadas pelas diferentes captações. Almeida, (comunicação pessoal, Oliveira *et al.*, 2000) referiu um conjunto de 59 dados, em que os níveis piezométricos variam entre – 35 m e 80 m. Almeida *et al.* (2000) consideram que a grande variação piezométrica resultará assim do facto que sendo um sistema multicamada, cada nível terá a sua piezometria própria, a que se associavam os efeitos da exploração e, nalguns casos, sobreexploração do sistema aquífero. É interessante notar que os mesmos autores referem existir uma correlação significativa entre as piezometrias à data da construção das captações e as suas cotas topográficas, sendo inclusive que, nalguns casos, havia artesianismo repuxante. Almeida *et al.* (2000) e Vieira da Silva (2010) referiram a existência, na década de 1970, de depressões piezométricas associadas aos pólos de captação de Paul e Casal Corado, que ultrapassavam a cota dos -30 m e registavam os valores mais baixos de piezometria. Vieira da Silva (2010) sugere que, devido à alteração do regime de captação, com o abastecimento público a ser feito por fonte externa e as antigas captações mantidas em regime de reserva estratégica, é possível que esta situação de pólos deprimidos das piezometrias possa ter-se de algum modo alterado.

De acordo com Vieira da Silva (2010), na década de 1970, época de intensa exploração do aquífero, o fluxo era fortemente condicionado pelos pólos de extracção de Paul, Ramalhal e Maxial (Figura A3.2) pelo que localmente as direcções de fluxo subterrâneo convergem nestes pólos.

Na actualidade, e de acordo ainda com o mesmo autor, é de admitir que o fluxo seja de NE para SW em direcção a Paúl, no seu sector E; no sector ocidental a convergência faz-se também para o Paúl, pelo que o fluxo terá aqui uma direcção dominante W-E (Figura A3.2).

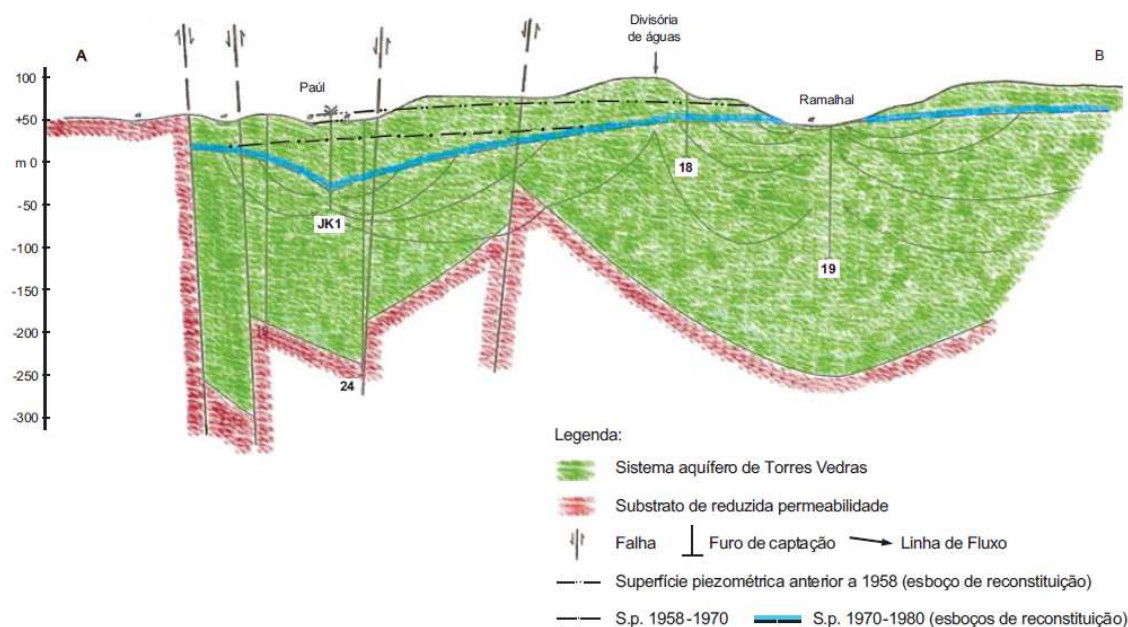




Fonte: Vieira da Silva (2010)

**Figura A3.2 – Direcções de fluxo no sistema aquífero na década de 1970 e na actualidade**

Na Figura A3.3 apresenta-se uma reconstituição da superfície piezométrica, antes de 1958 e entre esta data e 1970, com base em informação histórica referida em relatórios de captação (Vieira da Silva, 2010).



Fonte: Vieira da Silva (2010)

**Figura A3.3 – Superfície piezométrica e linhas de fluxo no sector de Ramalhal-Paúl**

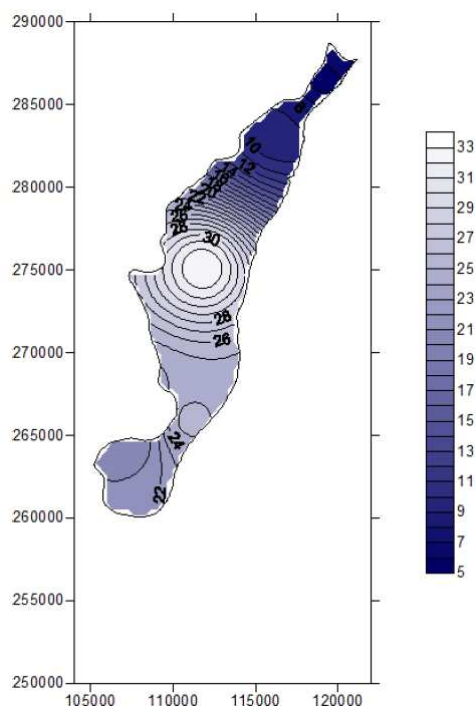
Devido à presença de numerosas lenticulas argilosas o sistema aquífero é confinado e multicamada (Almeida *et al.*, 2000). Este confinamento era espelhado por, nalguns locais, se ter observado artesianismo repuxante à data da construção de algumas captações.

### A3.6 O33 – Caldas da Rainha – Nazaré

Paz (2009) regista uma grande variabilidade temporal da piezometria, com máximos e mínimos que sugerem uma relação mais ou menos directa com os regimes de precipitação. A distribuição das piezometrias no sector do vale tifónico de Caldas da Rainha, foi determinada por Paz (2009) para Março de 2003 (Figura A3.4), com base em piezometrias medidas.

Em termos de tendências de longo prazo, Saraiva e Peixinho de Cristo (1994) referem que as extracções para abastecimento público na área de Nadadouro e Espinheira, onde existe maior concentração de captações, provocaram rebaixamentos importantes que atingiram os 60 cm/ano no espaço de 25 anos, e que foram os mais acentuados de todo o sistema aquífero. Os rebaixamentos menos acentuados, de acordo com os mesmos autores, ocorrem na área do Ameal, que admitem funcione como área de possível descarga do sistema aquífero. Segundo Almeida *et al.* (2000) algumas captações, aquando da sua construção, intersectaram alguns níveis artesianos, por vezes repuxantes.

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). Paz (2009) definiu no seu modelo a região de São Martinho do Porto como principal área de descarga, sendo que Almeida *et al.* (2000) citando Saraiva e Peixinho de Cristo (1994) refere o Ameal como possível área de descarga.



Fonte: Paz (2009)

**Figura A3.4 – Mapa isopiezas determinado com base nas medições de 5/3/2003**

À parte a indicação de que os rendimentos específicos variam muito com a espessura das formações areníticas (Paz, 2009) não se encontraram outras informações pertinentes na bibliografia consultada.

### A3.7 O04RH4 – Orla ocidental indiferenciado das bacias das ribeiras do Oeste

Oliveira *et al.* (2000) apresentam os seguintes valores de piezometrias:

- Calcários e Arenitos do Cretácico da Região de Cascais – níveis piezométricos registados entre -11 e +103 m. Costa Almeida (comunicação pessoal) refere que os níveis piezométricos tendem a variar entre as cotas dos 17,7 e dos 180 m. Dada a geometria do sistema aquífero, a altitude da superfície topográfica mais elevada a N e mais baixa a S (zero metro junto ao mar) e a ocorrência de numerosos cursos de água que escoam de N para S em direcção ao oceano Atlântico pressupõe-se que a direcção regional de escoamento subterrâneo seja também de N para S.

- Calcários do Cretácico Superior de Pero Pinheiro – Costa Almeida (comunicação pessoal) que refere que os níveis piezométricos variam em regra entre as cotas dos 20 e dos 128,5 m, com as excepções de Casal dos Pianos e Covas de Almornos onde se verificam valores de 9,5 e 6 m respectivamente.
- Jurássico Médio e Superior de Montejunto – Sem informação.
- Formações Detríticas do Jurássico Superior – Na base de dados <Inventar PBHOeste.mdb> referenciam-se cerca de 600 valores de piezometria que variam entre valores negativos associados a situações de extracção de águas subterrâneas e valores até à cota 283 m. Costa Almeida (comunicação pessoal) refere não ser possível definir um mapa de piezometrias que mostre as direcções regionais de fluxo subterrâneo pelo facto de muitas das captações captarem em simultâneo vários níveis aquíferos e portanto a sua piezometria não corresponde a um determinado e único aquífero e porque a maior parte dos aquíferos nestas formações são pequenos e descontínuos.
- Formações Detrítico-Carbonatadas do Cretácico Inferior – Na base de dados <Inventar PBHOeste.mdb> as piezometrias variam entre valores negativos e +229 m. Os valores negativos estarão relacionados com áreas de exploração de águas subterrâneas. De acordo com Ramalho *et al.* (1993), nalgumas captações do sector a N de Sintra foi registado artesianismo repuxante.
- Maciço Subvulcânico de Sintra – Costa Almeida (comunicação pessoal) refere que no Maciço Eruptivo de Sintra os níveis piezométricos se situam regra geral entre as cotas dos 23 e 58 m, com a excepção na área de Colares, onde o nível piezométrico se situa à cota dos 98 m. Tratando-se de um sistema com regime de escoamento livre, a superfície freática deverá seguir as direcções da superfície topográfica.

Na bibliografia consultada não existem definições sobre direcções de fluxo. Isto é compreensível dado ser uma região muito variável, dividida em diferentes sectores admissivelmente com funcionamentos hidrogeológicos distintos. Pretende-se em fase posterior do estudo e seguindo o zonamento tanto definido acima por Almeida *et al.* (2000) como por Oliveira *et al.* (2000) avançar o conhecimento deste aspecto do funcionamento hidrogeológico.

Basicamente podem definir-se dois tipos de aquíferos: os cársicos (desenvolvidos nas formações jurássicas carbonatadas) e os porosos, que são no geral multicamada, desenvolvidos nas formações cretácicas e terciárias. As saídas das massas de águas subterrâneas processam-se globalmente em direcção aos cursos de água que as drenam e, no caso das massas de águas costeiras, em direcção ao mar, casos da “Orla ocidental indiferenciado das bacias das ribeiras do Oeste” e da massa de água “Caldas da Rainha – Nazaré” junto a S. Martinho do Porto. Na zona de contacto com a água do mar pode haver situações de intrusão marinha, que não se prevêem importantes.

Na bibliografia consultada as únicas referências a confinamento são as que referem que nas unidades detríticas podem ocorrer aquíferos multicamada, com diferentes graus de confinamento.

## REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

As referências bibliográficas do Anexo 3 foram incluídas nas referências bibliográficas gerais deste documento.