

PLANO DE GESTÃO DA REGIÃO HIDROGRÁFICA DO TEJO

LOTE 2

1.^a FASE

SEGUNDA VERSÃO DOS CONTEÚDOS DO PGRH

VERSÃO DE

31 . JANEIRO . 2011

PLANO DE GESTÃO DA REGIÃO HIDROGRÁFICA DO TEJO

Lote 2: Recursos Hídricos Subterrâneos

1.ª Fase

Segunda Versão dos Conteúdos do PGRH

VERSÃO DE

31 . JANEIRO . 2011

PLANO DE GESTÃO DA REGIÃO HIDROGRÁFICA DO TEJO

Lote 2: Recursos Hídricos Subterrâneos FASE 1

Segunda Versão dos Conteúdos do PGRH

Ficha Técnica

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

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

PLANO DE GESTÃO DA REGIÃO HIDROGRÁFICA DO TEJO

Lote 2: Parte 2 – Caracterização da Região Hidrográfica

Segunda Versão dos Conteúdos do PGRH

ÍNDICE GERAL

| | |
|---|-----------|
| PARTE 1 - ENQUADRAMENTO E ASPECTOS GERAIS | 1 |
| 1. ENQUADRAMENTO LEGAL E INSTITUCIONAL DO PROCESSO DE PLANEAMENTO | 1 |
| 1.1 Introdução..... | 1 |
| 1.2 Enquadramento legal e institucional do processo de planeamento | 1 |
| 2. OBJECTIVOS DOS PLANOS | 3 |
| 3. PRINCÍPIOS DE PLANEAMENTO E GESTÃO DE RECURSOS HÍDRICOS | 4 |
| 4. METODOLOGIA DE ELABORAÇÃO DO PGRH | 5 |
| 5. ESTRUTURA ORGANIZATIVA | 5 |
| | |
| PARTE 2 - CARACTERIZAÇÃO DA REGIÃO HIDROGRÁFICA | 11 |
| 1. CARACTERÍSTICAS GERAIS DA REGIÃO HIDROGRÁFICA (1) | 11 |
| 1.1 Geologia e geomorfologia (1.4)..... | 11 |
| 1.1.1 Geologia (1.4.1) | 11 |
| 1.1.1.1 Quadro Geológico-Estrutural | 11 |
| 1.1.1.2 Neotectónica | 17 |
| 1.1.2 Geomorfologia (1.4.2) | 19 |
| 1.1.2.1 Sistematização da Geomorfologia | 19 |
| 1.1.2.2 Traços Fundamentais da Geomorfologia | 20 |
| 1.1.3 Hidrogeologia (1.4.3)..... | 23 |
| 1.1.3.1 Massas de águas subterrâneas | 23 |
| 1.1.3.2 Caracterização da fácies hidrogeoquímica | 34 |
| 1.1.4 Avaliação das disponibilidades (1.4.4) | 34 |
| 1.2 Usos e necessidades de água (1.7) | 35 |
| 1.2.1 Necessidades de água por tipologia de uso (usos consumptivos e não consumptivos) (1.7.1)..... | 35 |

| | | |
|-----------|---|------------|
| 1.2.2 | Avaliação do balanço entre necessidades, disponibilidades e potencialidades (1.7.2)..... | 106 |
| 1.2.2.1 | Resumo do anterior Plano | 106 |
| 1.2.2.2 | Plano actual | 119 |
| 1.3 | Abastecimento e tratamento de águas residuais (1.8)..... | 121 |
| 1.3.1 | Caracterização dos principais sistemas (1.8.1) | 121 |
| 1.3.1.1 | Abastecimento de água (1.8.1.1) | 121 |
| 1.3.2 | Avaliação dos níveis de atendimentos dos serviços hídricos (1.8.3) | 144 |
| 1.3.2.1 | Situação no anterior Plano | 144 |
| 1.3.2.2 | Situação no actual Plano | 144 |
| 1.4 | Caracterização e análise de vulnerabilidades (1.9) | 149 |
| 1.4.1 | Riscos de poluição acidental (1.9.9)..... | 149 |
| 2. | CARACTERIZAÇÃO DAS MASSAS DE ÁGUA (2) | 150 |
| 2.1 | Massas de água subterrâneas (2.2)..... | 150 |
| 2.1.1 | Delimitação das massas de água (2.2.1) | 150 |
| 2.1.2 | Caracterização das massas de água (2.2.2) | 150 |
| 2.1.2.1 | Área de drenagem das massas de águas subterrâneas (2.2.2.1) | 150 |
| 2.1.2.2 | Características gerais dos estratos da área de drenagem (2.2.2.2) | 150 |
| 2.1.2.3 | Avaliação das disponibilidades (2.2.2.3) | 198 |
| 2.1.2.4 | Qualidade química da água subterrânea | 257 |
| 2.1.2.5 | Massas de água associadas a ecossistemas aquáticos de superfície ou ecossistemas terrestres que delas dependem directamente (2.2.2.4) | 262 |
| 2.1.2.6 | Massas de água em risco (2.2.2.5) | 324 |
| 2.1.2.7 | Identificação das zonas potenciais de recarga de aquíferos (2.2.2.6) | 325 |
| 2.2 | Pressões naturais e incidências antropogénicas significativas (2.3)..... | 326 |
| 2.2.1 | Águas subterrâneas (2.3.2)..... | 326 |
| 2.2.1.1 | Poluição tóxica (impactes associados a casos significativos, existentes e previstos) | 326 |
| 2.2.1.2 | Poluição difusa (impactes associados a casos significativos, existentes e previstos) (2.3.2.2) | 355 |
| 2.2.1.3 | Captações de água (2.3) | 425 |
| 2.3 | Zonas protegidas e áreas classificadas (2.4) | 429 |
| 2.3.1 | Águas subterrâneas (2.4.2)..... | 429 |
| 2.3.1.1 | Zonas designadas para a captação de água destinada ao consumo humano (2.4.2.1) | 429 |
| 2.3.1.2 | Zonas vulneráveis (2.4.2.2) | 429 |
| 2.3.1.3 | Zonas de infiltração máxima (2.4.2.3) | 431 |
| 3. | REDE DE MONITORIZAÇÃO (3)..... | 432 |
| 3.1 | Estado das águas (3.1) | 432 |
| 3.1.1 | Águas subterrâneas (3.1.2)..... | 432 |
| 3.1.1.1 | Estado quantitativo (3.1.2.1) (Locais, Frequência e Métodos) | 432 |

| | | |
|-----------|--|------------|
| 3.1.1.2 | Rede de vigilância (3.1.2.2) (Locais, Parâmetros, Frequência e Métodos) | 435 |
| 3.1.1.3 | Rede operacional (3.1.2.3) (Locais, Parâmetros, Frequência e Métodos) | 449 |
| 3.1.1.4 | Rede de substâncias perigosas (Locais, Parâmetros, Frequência e Métodos) | 452 |
| 3.1.1.5 | Optimização da rede de vigilância | 458 |
| 3.1.2 | Zonas protegidas (3.1.3) | 462 |
| 4. | AValiação DO ESTADO DAS MASSAS DE ÁGUAS (4) | 463 |
| 4.1 | Sistema de classificação e avaliação do estado das massas de água (4.1) | 463 |
| 4.1.1 | Metodologia geral (4.1.1) | 463 |
| 4.1.1.1 | Águas subterrâneas (4.1.1.2) | 463 |
| 4.1.2 | Estimativas dos níveis de fiabilidade e precisão (4.1.2)..... | 465 |
| 4.1.3 | Normas de qualidade ambiental (4.1.4)..... | 469 |
| 4.1.4 | Massas de água cujo estado é inferior a bom (4.1.5) | 471 |
| 4.1.4.1 | Identificação e representação matricial e geográfica (4.1.5.2) | 471 |
| 4.2 | Águas subterrâneas (4.3)..... | 473 |
| 4.2.1 | Estado quantitativo (4.3.1) (mapa) | 473 |
| 4.2.2 | Estado químico (4.3.2) (mapa)..... | 473 |
| 4.2.2.1 | A0x1RH5 - Maciço Antigo indiferenciado da Bacia do Tejo | 475 |
| 4.2.2.2 | A2 - Escusa | 479 |
| 4.2.2.3 | A3 - Monforte – Alter do Chão | 481 |
| 4.2.2.4 | A4 - Estremoz-Cano | 484 |
| 4.2.2.5 | O01RH5 - Orla Ocidental Indiferenciado da Bacia do Tejo | 488 |
| 4.2.2.6 | O9 - Penela – Tomar | 491 |
| 4.2.2.7 | O11 - Sicó – Alvaiázere | 494 |
| 4.2.2.8 | O15 - Ourém | 496 |
| 4.2.2.9 | O20 - Maciço Calcário Estremenho | 499 |
| 4.2.2.10 | O26 – Ota - Alenquer | 502 |
| 4.2.2.11 | O28 - Pizões - Atrozela | 505 |
| 4.2.2.12 | T01RH5 - Bacia do Tejo - Sado Indiferenciado da Bacia do Tejo | 508 |
| 4.2.2.13 | T1 - Bacia do Tejo-Sado /Margem Direita | 511 |
| 4.2.2.14 | T3 - Bacia do Tejo-Sado /Margem Esquerda | 515 |
| 4.2.2.15 | T7 - Aluviões do Tejo | 518 |
| 4.2.3 | Tendências crescentes significativas e persistentes na concentração de poluentes (4.3.3) | 522 |
| 4.2.4 | Síntese (4.3.4) | 525 |
| 4.3 | Campanhas efectuadas no âmbito do desenvolvimento do PGRH Tejo.. | 527 |
| 5. | DIAGNÓSTICO DA REGIÃO HIDROGRÁFICA (5)..... | 529 |
| 5.1 | Área temática 1 – qualidade da água (5.1)..... | 529 |
| 5.1.1 | Síntese da caracterização (5.1.1)..... | 529 |

| | | |
|-------|---|-----|
| 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)..... | 529 |
| 5.1.3 | Diagnóstico (5.1.3)..... | 531 |
| 5.2 | Área temática 2 – quantidade de água (5.2)..... | 532 |
| 5.2.1 | Síntese da caracterização (5.2.1)..... | 532 |
| 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)..... | 532 |
| 5.2.3 | Diagnóstico (5.2.3)..... | 532 |

ÍNDICE DE QUADROS

| | |
|--|----|
| Quadro 1.1 – Formações geológicas presentes na área do PGRH do Tejo | 13 |
| Quadro 1.2 – Identificação das massas de águas subterrâneas | 24 |
| Quadro 1.3 – Formações aquíferas dominantes e classificação das massas de águas subterrâneas quanto ao tipo de aquífero e meio de escoamento | 25 |
| Quadro 1.4 – Distribuição por massa de água, de pontos de água com informação dos logs das sondagens | 26 |
| Quadro 1.5 – Síntese da caracterização hidroquímica das massas de água | 34 |
| Quadro 1.6 – Região Hidrográfica 5 (Tejo). Número de captações e volume de água captado, por origem | 36 |
| Quadro 1.7 – Abastecimento público. Volumes de água provenientes de captações subterrâneas (m ³ /ano) por massa de água subterrânea | 36 |
| Quadro 1.8 – Necessidades hídricas anuais superficiais e subterrâneas na agricultura para ano seco, médio e húmido (hm ³) | 41 |
| Quadro 1.9 – Principais Aproveitamentos Hidroagrícolas | 45 |
| Quadro 1.10 – Áreas regadas nos principais Aproveitamentos Hidroagrícolas em 2008 e 2009 (ha) | 45 |
| Quadro 1.11 – Estações meteorológicas consideradas | 46 |
| Quadro 1.12 – Evapotranspiração de referência (ET ₀ , mm/ano) | 48 |
| Quadro 1.13 – Culturas representativas..... | 49 |
| Quadro 1.14 – Área das culturas regadas na bacia hidrográfica (hectares) | 50 |
| Quadro 1.15 – Culturas regadas na bacia hidrográfica, em % de área | 50 |
| Quadro 1.16 – Necessidades hídricas úteis anuais – Estação de Alcobaça | 53 |
| Quadro 1.17 – Necessidades hídricas úteis anuais – Estação de Alvega | 54 |
| Quadro 1.18 – Necessidades hídricas úteis anuais – Estação de Coimbra..... | 54 |
| Quadro 1.19 – Necessidades hídricas úteis anuais – Estação de Dois Portos..... | 54 |
| Quadro 1.20 – Necessidades hídricas úteis anuais – Estação de Évora..... | 55 |
| Quadro 1.21 – Necessidades hídricas úteis anuais – Estação do Fundão..... | 55 |
| Quadro 1.22 – Necessidades hídricas úteis anuais – Estação de Lisboa/Tapada da Ajuda | 55 |
| Quadro 1.23 – Necessidades hídricas úteis anuais – Estação de Portalegre..... | 56 |
| Quadro 1.24 – Necessidades hídricas úteis anuais – Estação de Salvaterra de Magos | 56 |
| Quadro 1.25 – Necessidades hídricas úteis anuais – Estação de Santarém..... | 56 |
| Quadro 1.26 – Necessidades hídricas úteis anuais – Estação de Sintra..... | 57 |
| Quadro 1.27 – Distribuição dos métodos de rega por cultura (% da área) | 57 |
| Quadro 1.28 – Eficiências de aplicação e distribuição dos métodos de rega (%)..... | 58 |
| Quadro 1.29 – Necessidades hídricas totais anuais nos regadios individuais (hm ³) ... | 58 |
| Quadro 1.30 – Necessidades hídricas totais anuais nos regadios colectivos (hm ³) | 59 |
| Quadro 1.31 – Necessidades hídricas totais anuais (hm ³) | 60 |
| Quadro 1.32 – Necessidades hídricas totais anuais satisfeitas por origens subterrâneas. Consumo por massa de água subterrânea (hm ³) | 62 |

| | |
|---|-----|
| Quadro 1.33 – Necessidades anuais do sector pecuário por região agro-ecológica (hm ³ /ano)..... | 64 |
| Quadro 1.34 – Efectivos animais por concelho, espécie animal e sistema de produção | 67 |
| Quadro 1.35 – Ovinos. Efectivos totais na região hidrográfica das Ribeiras do Oeste | 74 |
| Quadro 1.36 – Equivalências em Cabeças Normais (CN) para ovinos e caprinos, extraída do Decreto-Lei nº214/2008, de 10 de Novembro, anexo II, Tabela 2 | 74 |
| Quadro 1.37 – Distribuição das classes de números de animais para ovinos e caprinos consideradas no RGA'99, por sistema de exploração..... | 75 |
| Quadro 1.38 – Necessidades de água para a pecuária por concelho, espécie e sistema de produção (hm ³ /ano) | 76 |
| Quadro 1.39 – Evolução dos efectivos totais na região hidrográfica do Tejo entre 1989 e 1999 | 81 |
| Quadro 1.40 – Necessidades de água para o sector da Pecuária satisfeitas por origens subterrâneas. Volumes por massa de água (hm ³ /ano)..... | 82 |
| Quadro 1.41 – Captações subterrâneas e superficiais próprias na indústria por sub-bacia (hm ³) | 85 |
| Quadro 1.42 – Necessidades e consumos de água totais por concelho (m ³ /ano)..... | 92 |
| Quadro 1.43 – Coeficientes adoptados por sector de actividade | 95 |
| Quadro 1.44 – Distribuição das necessidades anuais de água dos estabelecimentos industriais pelos concelhos da área de estudo..... | 100 |
| Quadro 1.45 – Distribuição das necessidades anuais de água dos estabelecimentos industriais pelos concelhos da área de estudo..... | 104 |
| Quadro 1.46 – Volume anual extraível dos recursos subterrâneos (hm ³)..... | 111 |
| Quadro 1.47 – Balanço das necessidades - disponibilidades subterrâneas e superficiais para ano médio por sub-bacia (hm ³) | 112 |
| Quadro 1.48 – Balanço das necessidades - disponibilidades subterrâneas e superficiais para ano seco por sub-bacia (hm ³) | 113 |
| Quadro 1.49 – Balanço das necessidades - disponibilidades subterrâneas e superficiais para ano húmido por sub-bacia (hm ³) | 115 |
| Quadro 1.50 – Balanço hídrico dos recursos subterrâneos para o semestre seco em ano médio, seco e húmido por sub-bacia (hm ³) | 116 |
| Quadro 1.51 – Balanço hídrico dos recursos superficiais para o semestre seco em ano médio, seco e húmido por sub-bacia (hm ³) | 117 |
| Quadro 1.52 – Balanço hídrico dos recursos subterrâneos para o ano médio, por massa de águas subterrâneas..... | 120 |
| Quadro 1.53 – Panorama dos serviços de abastecimento público de água, por modelo de gestão..... | 131 |
| Quadro 1.54 – Infra-estruturas de abastecimento de água | 136 |
| Quadro 1.55 – Captações consideradas para o cálculo das necessidades de água de abastecimento público para a região hidrográfica | 138 |
| Quadro 1.56 – Necessidades actuais de água de abastecimento público na região hidrográfica do Tejo, por sub-bacia..... | 139 |

| | |
|---|-----|
| Quadro 1.57 – Número de captações presentes em cada massa de água subterrânea | 141 |
| Quadro 1.58 – Nível de atendimento de abastecimento público de água por sub-bacias | 148 |
| Quadro 2.1 – Estratigrafia e litologia das massas de águas subterrâneas | 151 |
| Quadro 2.2 – Caracterização da transmissividade das massas de águas subterrâneas | 153 |
| Quadro 2.3 – Caracterização da produtividade das massas de águas subterrâneas | 154 |
| Quadro 2.4 - Parâmetros característicos do solo (Estremoz - Cano) | 206 |
| Quadro 2.5 - Parâmetros culturais para cada tipo de ocupação de solo (Estremoz - Cano)..... | 206 |
| Quadro 2.6 – Resultados anuais médios do balanço hídrico sequencial diário para cada sector (Estremoz – Cano) | 208 |
| Quadro 2.7 - Parâmetros característicos do solo (Maciço Calcário Estremenho)..... | 219 |
| Quadro 2.8 - Parâmetros culturais para cada tipo de ocupação de solo (Maciço Calcário Estremenho) | 219 |
| Quadro 2.9 - Resultados anuais médios do balanço hídrico sequencial diário (Maciço Calcário Estremenho) | 220 |
| Quadro 2.10 - Parâmetros característicos do solo (Ota – Alenquer) | 222 |
| Quadro 2.11 - Parâmetros culturais para cada tipo de ocupação de solo (Ota – Alenquer)..... | 223 |
| Quadro 2.12 - Resultados anuais médios do balanço hídrico sequencial diário (Ota – Alenquer)..... | 224 |
| Quadro 2.13 - Associação entre a geologia e solos (Margem Direita)..... | 234 |
| Quadro 2.14 - Parâmetros característicos de solos (Margem Direita) | 234 |
| Quadro 2.15 - Parâmetros culturais para cada tipo de ocupação de solo (Margem Direita)..... | 235 |
| Quadro 2.16 - Resultados anuais médios do balanço hídrico sequencial diário (Margem Direita)..... | 236 |
| Quadro 2.17 - Estações usadas para casa série de precipitação diária (Margem Esquerda)..... | 245 |
| Quadro 2.18 - Resultados anuais médios do balanço hídrico sequencial diário (Margem Esquerda)..... | 246 |
| Quadro 2.19 - Associação entre a geologia e solos (Aluviões do Tejo)..... | 253 |
| Quadro 2.20 - Parâmetros característicos dos solos (Aluviões do Tejo) | 253 |
| Quadro 2.21 - Parâmetros culturais para cada tipo de ocupação de solo (Aluviões do Tejo) | 255 |
| Quadro 2.22 - Valores de saída do balanço sequencial diário (Aluviões do Tejo) | 257 |
| Quadro 2.23 – Síntese dos dados existentes na ARH Tejo desde o ano 2000 | 257 |
| Quadro 2.24 – Cursos de água na área do sistema aquífero de Escusa..... | 277 |
| Quadro 2.25 – Cursos de água na área do sistema aquífero de Monforte-Alter do Chão | 279 |
| Quadro 2.26 – Cursos de água na área do sistema aquífero de Estremoz-Cano..... | 281 |

| | |
|--|-----|
| Quadro 2.27 - Piezómetros no sistema aquífero de Penela - Tomar e registo de valores máximos, mínimos e amplitudes das séries..... | 285 |
| Quadro 2.28 – Cursos de água na área do sistema aquífero de Ourém | 289 |
| Quadro 2.29 – Rede de Drenagem superficial associada ao Maciço Calcário Estremenho | 293 |
| Quadro 2.30 – Charcos temporários na Região Hidrográfica do Tejo e ribeiras do Oeste..... | 308 |
| Quadro 2.31 – Volume de efluente gerado por tonelada de azeitona utilizada, de acordo com o sistema de extracção de azeite | 334 |
| Quadro 2.32 – Cargas do efluente por tonelada de azeitona processada para os diferentes métodos de extracção de azeite..... | 335 |
| Quadro 2.33 – Concentrações de efluentes adoptados para os diferentes sistemas de extracção de azeite..... | 336 |
| Quadro 2.34 – Poluição Tópica: cargas poluentes dos Lagares calculadas por sub-bacias | 337 |
| Quadro 2.35 – Cargas produzidas por uma tonelada de matéria-prima na indústria vitivinícola..... | 342 |
| Quadro 2.36 - Eficiências de remoção por tipo de tratamento de efluentes (%)..... | 343 |
| Quadro 2.37 - Poluição Tópica. Cargas produzidas pelas Adeegas por sub-bacia | 344 |
| Quadro 2.38 Volumes produzidos por m ³ de leite recebido, em função do produto fabricado..... | 348 |
| Quadro 2.39 – Concentrações de efluentes de indústrias de lacticínios | 348 |
| Quadro 2.40 – Coeficientes adoptados para as indústrias de lacticínios..... | 349 |
| Quadro 2.41 – Eficiências de remoção por sistema de tratamento para indústrias de lacticínios (%)..... | 350 |
| Quadro 2.42 – Eficiências de remoção adoptadas por sistema de tratamento para indústrias de lacticínios (%) | 350 |
| Quadro 2.43 – Poluição tópica: cargas poluentes resultantes das Indústrias de lacticínios na BHT | 350 |
| Quadro 2.44 – Volume de efluentes produzido por tonelada de animal para abate .. | 354 |
| Quadro 2.45 – Concentrações de efluentes de matadouros de aves e reses | 354 |
| Quadro 2.46 – Coeficientes adoptados para o cálculo das cargas geradas pelos matadouros..... | 355 |
| Quadro 2.47 – Poluição Tópica originada pelos matadouros da BHT | 355 |
| Quadro 2.48 – Distribuição das Indústrias extractivas abandonadas por Concelho .. | 359 |
| Quadro 2.49 – Distribuição das Indústrias extractivas abandonadas por sub-bacias | 360 |
| Quadro 2.50 – Distribuição das Indústrias extractivas abandonadas por massas de água | 360 |
| Quadro 2.51 – Poluição difusa. Cargas poluentes dos Lagares calculadas por sub-bacias | 363 |
| Quadro 2.52 – Poluição difusa. Cargas poluentes dos Lagares calculadas por massa de água subterrânea..... | 364 |
| Quadro 2.53 - Poluição Difusa. Cargas produzidas pelas Adeegas por Massa de Água Subterrânea..... | 365 |

| | |
|--|-----|
| Quadro 2.54 - Poluição difusa. Cargas produzidas pelas Adegas por sub-bacia | 366 |
| Quadro 2.55 – Poluição Difusa. Cargas poluentes resultantes das Indústrias de laticínios na BHT | 367 |
| Quadro 2.56 – Eficiências de remoção nas fossas sépticas..... | 370 |
| Quadro 2.57 – Eficiências de remoção nas ETAR compactas | 371 |
| Quadro 2.58 – Capitações admitidas e concentrações correspondentes | 372 |
| Quadro 2.59 – Poluição difusa originada pelas fossas sépticas e ETAR compactas na BHT por massas de água subterrâneas..... | 373 |
| Quadro 2.60 – Poluição difusa originada pelas fossas sépticas e ETAR compactas na BHT por sub-bacias | 373 |
| Quadro 2.61 – Classes de ocupação do solo na BHT com base no CLC, 2006 (em %) e culturas representativas..... | 378 |
| Quadro 2.62 – Taxas de exportação para a carta Corine Land Cover (kg/ha.ano)... | 379 |
| Quadro 2.63 – Taxas de exportação adoptadas para a RHBO (kg/ha.ano) | 379 |
| Quadro 2.64 – Poluição difusa: cargas originada pelas culturas agrícolas na BHT, por massa de água subterrânea | 380 |
| Quadro 2.65 – Poluição difusa: cargas originada pelas culturas agrícolas na BHT, por sub-bacia | 380 |
| Quadro 2.66 – Número de explorações e distribuição populacional de bovinos, por género | 384 |
| Quadro 2.67 – Quantidade e composição média de estrumes e de chorumes não diluídos produzidos anualmente por bovinos | 389 |
| Quadro 2.68 – Quantidade e composição média de estrumes e de chorumes não diluídos produzidos anualmente por bovinos, convertidas em cabeças normais..... | 390 |
| Quadro 2.69 – Organização dos dados fornecidos pela DGV: distribuição populacional dos efectivos por explorações..... | 390 |
| Quadro 2.70 – Correspondência adoptada entre dados da DGV e tabelas para elaboração do PGEP | 391 |
| Quadro 2.71 – Quantidade e composição média de estrumes e chorumes não diluídos produzidos anualmente por diferentes tipos de bovinos e sua conversão em cabeça normal (CN)..... | 392 |
| Quadro 2.72 – Correspondência entre dados das licenças de exploração bovina da ARH e as tabelas de conversão do PGEP | 393 |
| Quadro 2.73 – Exemplo de aplicação das equivalências propostas numa exploração bovina para Produção de leite | 393 |
| Quadro 2.74 – Equivalências de efectivos para Cabeças Normais de acordo com o D.L. 214/2008 | 394 |
| Quadro 2.75 – 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)..... | 395 |
| Quadro 2.76 – Poluição difusa. Cargas poluentes geradas pelas boviniculturas na BHT, por massa de água subterrânea | 398 |
| Quadro 2.77 – Quantidade e composição média de estrumes e de chorumes não diluídos produzidos anualmente por diferentes tipos de suínos | 402 |

| | |
|--|-----|
| Quadro 2.78 – Quantidade e composição média de estrumes e de chorumes não diluídos produzidos anualmente por diferentes espécies pecuárias convertidas em cabeças normais..... | 403 |
| Quadro 2.79 – Nota 1: Quantidade e composição média de efluente pecuários de suiniculturas, por efectivo | 403 |
| Quadro 2.80 – Nota 1: Quantidade e composição média de efluente pecuários de suiniculturas, por CN..... | 404 |
| Quadro 2.81 – Nota 6: Factores de conversão para animais-equivalentes em suiniculturas..... | 405 |
| Quadro 2.82 – Poluição difusa. Cargas poluentes geradas pelas suiniculturas na BHT, por massa de água subterrânea | 406 |
| Quadro 2.83 – Exemplo do tratamento dos dados de aviculturas fornecidos pela ARH Tejo | 410 |
| Quadro 2.84 – Coeficientes considerados para o cálculo das quantidades de estrume produzidos pelas aviculturas..... | 411 |
| Quadro 2.85 – Poluição difusa: cargas poluentes originadas pelas aviculturas na BHT | 413 |
| Quadro 2.86 – Poluição difusa: cargas poluentes geradas pelos campos de golfe na BHT | 417 |
| Quadro 2.87- Operações de Recuperação do Passivo Ambiental aprovadas no âmbito do POVT/QREN até 30 de Setembro de 2010..... | 424 |
| Quadro 2.88 – Poluição difusa: massas de água subterrâneas afectadas por solos contaminados na BHT | 425 |
| Quadro 2.89 – Características da zona vulnerável do Tejo..... | 430 |
| Quadro 3.1 – Localização dos pontos de monitorização mensal de nível de água.... | 432 |
| Quadro 3.2 – Localização dos pontos de monitorização diária de nível de água | 435 |
| Quadro 3.3 – Rede Vigilância: Massa de Água A0x1RH5 - Maciço Antigo Indiferenciado da Bacia do Tejo..... | 437 |
| Quadro 3.4 – Rede de Vigilância: Massa de Água A2 - Escusa..... | 438 |
| Quadro 3.5 – Rede Vigilância: Massa de Água A3 - Monforte - Alter do Chão..... | 439 |
| Quadro 3.6 – Rede Vigilância: Massa de Água A4 - Estremoz – Cano | 439 |
| Quadro 3.7 – Rede Vigilância: Massa de Água O01RH5 – Orla Ocidental Indiferenciado da Bacia da Bacia do Tejo..... | 440 |
| Quadro 3.8 – Rede Vigilância: Massa de Água O9 - Penela - Tomar..... | 440 |
| Quadro 3.9 – Rede Vigilância: Massa de Água T01RH5 – Bacia do Tejo – Sado Indiferenciado da Bacia do Tejo..... | 441 |
| Quadro 3.10 – Rede Vigilância: Massa de Água O15 – Ourém | 441 |
| Quadro 3.11 – Rede Vigilância: Massa de Água O11 - Sicó – Alvaiázere..... | 442 |
| Quadro 3.12 – Rede Vigilância: Massa de Água O28 - Pisões – Atrozela..... | 442 |
| Quadro 3.13 – Rede Vigilância: Massa de Água O20 - Maciço Calcário Estremenho..... | 443 |
| Quadro 3.14 – Rede Vigilância: Massa de Água: O26 - Ota - Alenquer | 443 |
| Quadro 3.15 – Rede Vigilância: Massa de Água T1 - Bacia do Tejo-Sado / Margem Direita | 444 |

| | |
|---|-----|
| Quadro 3.16 – Rede Vigilância: Massa de Água T3 - Bacia do Tejo-Sado / Margem Esquerda | 445 |
| Quadro 3.17 – Rede Vigilância: Massa de Água T7 - Aluviões do Tejo | 447 |
| Quadro 3.18 – Rede Operacional: Massa de Água: T7 - Aluviões do Tejo..... | 450 |
| Quadro 3.19 – A0x1RH5 - Maciço Antigo Indiferenciado da Bacia do Tejo..... | 454 |
| Quadro 3.20 – A4 - Estremoz-Cano..... | 454 |
| Quadro 3.21 – O19-Alpedriz | 455 |
| Quadro 3.22 – O20-Maciço Calcário Estremenho..... | 455 |
| Quadro 3.23 – T1-Bacia do Tejo-Sado/Margem Direita | 455 |
| Quadro 3.24 – T3-Bacia do Tejo-Sado/Margem Esquerda | 456 |
| Quadro 3.25 – T7-Aluviões do Tejo | 457 |
| Quadro 3.26 – Características gerais dos pontos da rede monitorização de vigilância otimizada da qualidade das águas subterrâneas | 461 |
| Quadro 4.1 – Normas e limiares de qualidade para o estabelecimento do estado químico das massas de águas subterrâneas | 471 |
| Quadro 4.2 – Síntese da informação utilizada para a avaliação do estado químico das águas do Maciço Antigo indiferenciado da Bacia do Tejo | 478 |
| Quadro 4.3 – Resultado da avaliação dos critérios do teste de avaliação global do estado químico das águas do Maciço Antigo indiferenciado da Bacia do Tejo..... | 478 |
| Quadro 4.4 – Síntese da informação utilizada para a avaliação do estado químico da massa de águas subterrâneas de Escusa | 480 |
| Quadro 4.5 – Síntese da informação utilizada para a avaliação do estado químico da massa de águas subterrâneas de Monforte – Alter do Chão..... | 483 |
| Quadro 4.6 – Resultado da avaliação dos critérios do teste de avaliação global do estado químico da massa de águas subterrâneas de Monforte – Alter do Chão..... | 484 |
| Quadro 4.7 – Síntese da informação utilizada para a avaliação do estado químico da massa de águas subterrâneas de Estremoz - Cano..... | 486 |
| Quadro 4.8 – Resultado da avaliação dos critérios do teste de avaliação global do estado químico da massa de águas subterrâneas de Estremoz | 487 |
| Quadro 4.9 – Síntese da informação utilizada para a avaliação do estado químico da massa de águas subterrâneas da Orla Ocidental Indiferenciado da Bacia do Tejo... | 490 |
| Quadro 4.10 – Resultado da avaliação dos critérios do teste de avaliação global do estado químico da massa de águas subterrâneas da Orla Ocidental Indiferenciado da Bacia do Tejo..... | 491 |
| Quadro 4.11 – Síntese da informação utilizada para a avaliação do estado químico da massa de águas subterrâneas de Penela – Tomar..... | 493 |
| Quadro 4.12 – Resultado da avaliação dos critérios do teste de avaliação global do estado químico da massa de águas subterrâneas de Penela – Tomar | 493 |
| Quadro 4.13 – Síntese da informação utilizada para a avaliação do estado químico da massa de águas subterrâneas de Sicó – Alvaiázere..... | 496 |
| Quadro 4.14 – Síntese da informação utilizada para a avaliação do estado químico da massa de águas subterrâneas de Ourém | 498 |
| Quadro 4.15 – Resultado da avaliação dos critérios do teste de avaliação global do estado químico da massa de águas subterrâneas de Ourém | 499 |

| | |
|---|-----|
| Quadro 4.16 – Síntese da informação utilizada para a avaliação do estado químico da massa de águas subterrâneas do Maciço Calcário Estremenho..... | 501 |
| Quadro 4.17 – Resultado da avaliação dos critérios do teste de avaliação global do estado químico da massa de águas subterrâneas do Maciço Calcário Estremenho . | 502 |
| Quadro 4.18 – Síntese da informação utilizada para a avaliação do estado químico da massa de águas subterrâneas de Ota – Alenquer | 504 |
| Quadro 4.19 – Resultado da avaliação dos critérios do teste de avaliação global do estado químico da massa de águas subterrâneas de Ota – Alenquer | 505 |
| Quadro 4.20 – Síntese da informação utilizada para a avaliação do estado químico da massa de águas subterrâneas de Pisões – Atrozela..... | 507 |
| Quadro 4.21 – Resultado da avaliação dos critérios do teste de avaliação global do estado químico da massa de águas subterrâneas de Pisões – Atrozela..... | 508 |
| Quadro 4.22 – Síntese da informação utilizada para a avaliação do estado químico da massa de águas subterrâneas da Bacia do Tejo - Sado Indiferenciado da Bacia do Tejo | 510 |
| Quadro 4.23 – Síntese da informação utilizada para a avaliação do estado químico da massa de águas subterrâneas da Bacia do Tejo-Sado /Margem Direita..... | 513 |
| Quadro 4.24 – Resultado da avaliação dos critérios do teste de avaliação global do estado químico da massa de águas subterrâneas da Bacia do Tejo-Sado /Margem Direita | 514 |
| Quadro 4.25 – Síntese da informação utilizada para a avaliação do estado químico da massa de águas subterrâneas da Bacia do Tejo-Sado /Margem Esquerda | 517 |
| Quadro 4.26 – Resultado da avaliação dos critérios do teste de avaliação global do estado químico da massa de águas subterrâneas da Bacia do Tejo-Sado /Margem Esquerda | 517 |
| Quadro 4.27 – Síntese da informação utilizada para a avaliação do estado químico da massa de águas subterrâneas das Aluviões do Tejo | 520 |
| Quadro 4.28 – Resultado da avaliação dos critérios do teste de avaliação global do estado químico | 521 |
| Quadro 4.29 – Análise de tendências | 524 |
| Quadro 4.30 – Síntese da avaliação do estado químico e das tendências para as 15 massas de águas subterrâneas do PGRH Tejo | 526 |
| Quadro 4.31 – Recolha de dados para a avaliação do estado químico..... | 527 |
| Quadro A3-5.1 – Características das famílias de diaclases do Sector 1 da Serra de Castelo de Vide | 595 |
| Quadro A3-5.2 – Características das famílias de diaclases do Sector 2 da Serra de Castelo de Vide | 595 |

ÍNDICE DE FIGURAS

PARTE 1

Figura 5.1 – Estrutura organizativa do processo de elaboração dos planos (extraída de: Simone Pio: Sessão técnica “Os Desafios da Gestão da Água”. Santarém, 2009) . 6

PARTE 2

| | |
|---|----|
| Figura 1.1 – Carta Geológica | 16 |
| Figura 1.2 – Unidades e sub-unidades tectono-estratigráficas..... | 17 |
| Figura 1.3 – Carta neotectónica..... | 18 |
| Figura 1.4 – Massas de água subterrânea do Plano de Gestão de Região Hidrográfica do Tejo | 23 |
| Figura 1.5 – Distribuição espacial de pontos de água (com log de sondagem) que intersectam as massas de água do PGRH Tejo..... | 27 |
| Figura 1.6 – Corte geológico esquemático do sistema aquífero de Escusa | 28 |
| Figura 1.7 – Perfis geológicos esquemáticos do sistema aquífero de Monforte – Alter do Chão..... | 28 |
| Figura 1.8 – Corte geológico esquemático do sistema aquífero de Estremoz - Cano. 29 | |
| Figura 1.9 – Corte geológico esquemático do sistema aquífero da Margem Direita da Bacia do Tejo - Sado | 29 |
| Figura 1.10 – Corte geológico esquemático do sistema aquífero da Margem Esquerda da Bacia do Tejo – Sado..... | 30 |
| Figura 1.11 – Corte geológico esquemático do sistema aquífero dos Aluviões do Tejo | 30 |
| Figura 1.12 – Corte geológico esquemático do sistema aquífero de Ourém | 31 |
| Figura 1.13 – Corte geológico esquemático do sistema aquífero de Ota - Alenquer ... | 31 |
| Figura 1.14 – Corte geológico esquemático do sistema aquífero de Pisões – Atrozela | 32 |
| Figura 1.15 – Corte geológico esquemático do sistema aquífero de Penela - Tomar.. | 32 |
| Figura 1.16 – Corte geológico esquemático do sistema aquífero de Sicó - Alvaiázere | 33 |
| Figura 1.17 – Corte geológico esquemático do sistema aquífero do Maciço Calcário Estremenho | 33 |
| Figura 1.18 – Abastecimento urbano. Necessidades de água satisfeitas por origens subterrâneas, por massa de água subterrânea Estações meteorológicas e respectivas áreas de influência..... | 38 |
| Figura 1.19 – Estações meteorológicas e respectivas áreas de influência..... | 47 |
| Figura 1.20 – Necessidades hídricas totais satisfeitas por origens subterrâneas. Consumos de rega por massa de água subterrânea (hm ³) | 63 |
| Figura 1.21 – Necessidades de água para a pecuária satisfeitas por origens subterrâneas. Consumos por massa de água subterrânea (hm ³) | 83 |

| | |
|--|-----|
| Figura 1.22 – Distribuição do número de estabelecimentos industriais pelos concelhos da área de estudo..... | 94 |
| Figura 1.23 – Distribuição das necessidades anuais de água dos estabelecimentos industriais pelos concelhos da área de estudo..... | 99 |
| Figura 1.24 – Distribuição das necessidades anuais de água dos estabelecimentos industriais pelos vários sectores de actividade (CAE) considerados..... | 104 |
| Figura 1.25 – Histograma de dimensão dos sistemas de abastecimento público de água, por escalão de população servida..... | 133 |
| Figura 1.26 – Captações de água, por tipo de origem..... | 137 |
| Figura 1.27 – Redes de distribuição de água..... | 143 |
| Figura 1.28 – Nível de atendimento de abastecimento público de água | 146 |
| Figura 1.29 – Nível de atendimento de abastecimento público de água | 147 |
| Figura 2.1 – Direcções gerais de fluxo na zona do Vale do Zêzere..... | 156 |
| Figura 2.2 – Piezometria e direcções de fluxo no sector de Nisa-Castelo de Vide | 157 |
| Figura 2.3 – Piezometria e direcções de fluxo no sector de Cabrela e Montemor-o-Novo | 159 |
| Figura 2.4 – Corte transversal ilustrativo dos sentidos predominantes de escoamento e áreas de descarga do aquífero cársico de Castelo de Vide. As distâncias dos eixos são dadas em metros. As flechas maiores representam o escoamento subterrâneo. As mais pequenas atravessando os limites do aquífero representam a posição das área de descarga..... | 160 |
| Figura 2.5 – Mapa geológico do sistema aquífero de Escusa e área envolvente | 162 |
| Figura 2.6 – Rede de elementos finitos: (1) elementos 2-D onde é simulada a infiltração difusa, constituída por elementos quadráticos com 8 nós; (2) elementos 3-D que representam a massa rochosa capacitiva com baixa condutividade hidráulica, construída com elementos hexaédricos quadráticos com 20 nós (3) elementos quadráticos 1-D com 3 nós usados para simular condutas cársicas. Os elementos 1-D são usados para simular os canais de dissolução em conexão hidráulica com a superfície topográfica onde existem sumidouros em que se infiltram cursos de água temporários junto aos limites do aquífero. Finalmente, em (4), representam-se todos os elementos finitos que constituem a rede global de simulação de fluxo. A rede é constituída por 42 841 nós e a máxima dimensão do modelo é de 8,951m. A rede encontra-se sobrelevada factor de escala correspondente a 3 | 163 |
| Figura 2.7 – Modelo digital de terreno mostrando a morfologia da área circundande do sistema aquífero de Escusa. A rede hidrográfica na área das rochas carbonatadas é praticamente inexistente, com excepção do Rio Sever que constitui a área de descarga principal do sistema. Fonte: Monteiro (2001a)..... | 165 |
| Figura 2.8 – Transferências mensais médias do aquífero para o rio Sever (hidrograma superior) e para as rochas graníticas que contactam com o aquífero na área de Castelo de Vide (hidrograma inferior). Simulação baseada nos volumes de recarga mensais médios dos últimos 40 anos. Fonte: Cunha <i>et al.</i> (1994) | 167 |
| Figura 2.9 – Superfície piezométrica e direcções de fluxo no sistema aquífero | 169 |
| Figura 2.10 – Direcções de fluxo e compartimentação do anticlinal de Estremoz | 173 |

| | |
|---|-----|
| Figura 2.11 – Direcções de fluxo e gradientes hidráulicos na massa de águas subterrâneas..... | 174 |
| Figura 2.12 – Evolução do caudal da nascente de Alcabideque | 178 |
| Figura 2.13 – Superfície piezométrica na massa de águas subterrâneas | 181 |
| Figura 2.14 – Relação entre as nascentes e as bacias do Maciço Calcário Estremenho | 185 |
| Figura 2.15 – Direcções de fluxo subterrâneo obtidas por ensaios de traçadores..... | 188 |
| Figura 2.16 – Superfícies piezométricas para a época húmida e a época seca no sector oriental da massa de águas subterrâneas..... | 190 |
| Figura 2.17 – Piezometria da bacia terciária do Tejo | 192 |
| Figura 2.18 – Modelo conceptual de funcionamento da massa de águas subterrâneas | 194 |
| Figura 2.19 – Modelo esquemático do funcionamento hidráulico do sistema aquífero da Bacia do Tejo-Sado, Margem Esquerda | 196 |
| Figura 2.20 – Distribuição dos pontos da rede de monitorização na massa de águas subterrâneas de Escusa | 200 |
| Figura 2.21 – Níveis piezométricos por piezómetro e tendências obtidas utilizando a totalidade das séries. Note-se que devido à distribuição temporal dos valores projectados as tendências não são representativas..... | 201 |
| Figura 2.22 – Distribuição dos pontos da rede de monitorização na massa de águas subterrâneas de Monforte-Alter do Chão | 202 |
| Figura 2.23 – Níveis piezométricos por piezómetro e tendências obtidas utilizando a totalidade das séries. Note-se que devido à distribuição temporal dos valores projectados as tendências apresentadas não são representativas | 202 |
| Figura 2.24 – Distribuição dos pontos da rede de monitorização na massa de águas subterrâneas de Estremoz-Cano | 204 |
| Figura 2.25 – Níveis piezométricos por piezómetro e tendências obtidas utilizando a totalidade das séries. Note-se que devido à distribuição temporal dos valores projectados as tendências apresentadas não são representativas | 204 |
| Figura 2.26 – Níveis piezométricos anuais máximos por ano hidrológico e tendências de evolução. Dado a curta série utilizada e a ausência de dados recentes para o piezómetro 397/87 a tendência apresentada não se considera significativa | 205 |
| Figura 2.27 – Recarga da massa de águas subterrâneas de Estremoz-Cano | 207 |
| Figura 2.28 – Distribuição dos pontos da rede de monitorização na massa de água O01RH5 - Orla Ocidental indiferenciado da Bacia do Tejo | 209 |
| Figura 2.29 – Níveis piezométricos por piezómetro e tendências obtidas utilizando a totalidade das séries. Note-se que excluindo o ano hidrológico de 2004/5, os restantes anos apresentam lacunas de dados que podem condicionar as tendências apresentadas..... | 210 |
| Figura 2.30 – Distribuição dos pontos da rede de monitorização na massa de água de Penela-Tomar..... | 211 |
| Figura 2.31 – Níveis piezométricos por piezómetro e tendências obtidas. Nos gráficos que apresentam dois valores de tendência por piezómetro, o valor a negrito | |

| | |
|---|-----|
| corresponde à tendência para os anos hidrológicos com registos mensais aproximadamente consecutivos..... | 212 |
| Figura 2.32 – Níveis piezométricos anuais máximos, mínimos e médios, por ano hidrológico e respectivas tendências de evolução | 212 |
| Figura 2.33 – Distribuição dos pontos da rede de monitorização na massa de água de Ourém | 214 |
| Figura 2.34 – Níveis piezométricos por piezómetro e tendências obtidas. Para os piezómetros que apresentam registos diários só se considerou um registo por mês (aproximadamente a meio do mês). Nos gráficos que apresentam dois valores de tendência por piezómetro, o valor a negrito corresponde à tendência para os anos hidrológicos com registos mensais aproximadamente consecutivos..... | 215 |
| Figura 2.35 – Níveis piezométricos anuais máximos, mínimos e médios, por ano hidrológico e respectivas tendências de evolução. A qualidade dos registos do piezómetro 298/49 levou à sua exclusão da análise. As tendências obtidas com 3 anos hidrológicos não são significativas | 216 |
| Figura 2.36 – Distribuição dos pontos da rede de monitorização na massa de águas subterrâneas Maciço Calcário Estremenho..... | 217 |
| Figura 2.37 – Níveis piezométricos observados no piezómetro 318/2 e tendências obtidas. Os dois gráficos apresentam tendências para períodos temporais diferentes. O valor a negrito corresponde à tendência para os anos hidrológicos com registos mensais aproximadamente consecutivos a partir de Outubro de 2005 | 217 |
| Figura 2.38 – Níveis piezométricos anuais máximos, mínimos e médios no piezómetro 318/2, por ano hidrológico e respectivas tendências de evolução..... | 218 |
| Figura 2.39 – Recarga da massa de águas subterrâneas do Maciço Calcário Estremenho | 221 |
| Figura 2.40 – Recarga da massa de águas subterrâneas Ota-Alenquer | 224 |
| Figura 2.41 – Distribuição dos pontos da rede de monitorização na massa de águas subterrâneas Pisões-Atrozela | 225 |
| Figura 2.42 – Níveis piezométricos observados no piezómetro 318/2 e tendências obtidas. Os dois gráficos apresentam tendências para períodos temporais diferentes. O valor a negrito corresponde à tendência para os anos hidrológicos com registos mensais aproximadamente consecutivos a partir de Outubro de 2005 | 225 |
| Figura 2.43 – Níveis piezométricos anuais máximos, mínimos e médios no piezómetro 416/227, por ano hidrológico e respectivas tendências de evolução. Dadas as lacunas de alguns valores mensais as tendências apresentadas não são consideradas representativas | 226 |
| Figura 2.44 – Distribuição dos pontos da rede de monitorização na massa de água da Bacia do Tejo-Sado Indiferenciado da Bacia do Tejo..... | 227 |
| Figura 2.45 – Níveis piezométricos por piezómetro e tendências obtidas utilizando a totalidade das séries..... | 227 |
| Figura 2.46 – Níveis piezométricos anuais máximos, mínimos e médios, por ano hidrológico e respectivas tendências de evolução. Dadas as curtas séries utilizadas as tendências não se consideram significativas | 228 |

| | |
|---|-----|
| Figura 2.47 – Distribuição dos pontos da rede de monitorização na massa de água da Bacia do Tejo Sado / Margem Direita | 230 |
| Figura 2.48 – Níveis piezométricos por piezómetro e tendências obtidas utilizando a totalidade das séries..... | 231 |
| Figura 2.49 – Níveis piezométricos anuais máximos, mínimos e médios, por ano hidrológico e respectivas tendências de evolução. Nos gráficos que apresentam dois valores de tendência por piezómetro, o valor a negrito corresponde à tendência para os anos hidrológicos mais recentes que apresentam registos mensais aproximadamente consecutivos. Dadas as curtas séries utilizadas as tendências não se consideram significativas | 232 |
| Figura 2.50 – Recarga da massa de águas subterrâneas da Margem Direita..... | 236 |
| Figura 2.51 – Distribuição dos pontos da rede de monitorização na massa de água da Bacia do Tejo Sado / Margem Esquerda..... | 239 |
| Figura 2.52 – Maior detalhe da distribuição dos pontos da rede de monitorização na massa de água da Bacia do Tejo Sado / Margem Esquerda na zona com maior concentração de pontos..... | 240 |
| Figura 2.53 – Níveis piezométricos por piezómetro e tendências obtidas utilizando a totalidade das séries..... | 242 |
| Figura 2.54 – Níveis piezométricos anuais máximos, por ano hidrológico e respectivas tendências de evolução. Nos gráficos que apresentam dois valores de tendência por piezómetro, o valor a negrito corresponde à tendência para os anos hidrológicos mais recentes que apresentam registos mensais aproximadamente consecutivos | 244 |
| Figura 2.55 – Divisão da massa de águas subterrâneas da Margem Esquerda em regiões aproximadamente homogéneas em termos de precipitação..... | 245 |
| Figura 2.56 – Recarga da massa de águas subterrâneas da Margem Esquerda..... | 247 |
| Figura 2.57 – Distribuição dos pontos da rede de monitorização na massa de água T7 – Aluviões do Tejo | 250 |
| Figura 2.58 – Níveis piezométricos por piezómetro e tendências obtidas utilizando a totalidade das séries..... | 251 |
| Figura 2.59 – Níveis piezométricos anuais máximos, mínimos e médios, por ano hidrológico e respectivas tendências de evolução. Nos gráficos que apresentam dois valores de tendência por piezómetro, o valor a negrito corresponde à tendência para os anos hidrológicos mais recentes que apresentam registos mensais aproximadamente consecutivos; contudo, dadas as curtas séries utilizadas estas tendências não se consideram significativas | 252 |
| Figura 2.60 – Recarga da massa de águas subterrâneas das Aluviões do Tejo | 256 |
| Figura 2.61 – Carta de valor florístico na Bacia do Tejo..... | 268 |
| Figura 2.62 – Regossolos na bacia hidrográfica do Tejo..... | 269 |
| Figura 2.63 – Zonagem macrofítica da bacia do Tejo | 272 |
| Figura 2.64 – Rede de drenagem superficial na área do Maciço Antigo Indiferenciado da Bacia do Tejo..... | 275 |
| Figura 2.65 – Posição do rio Sever e do aquífero de Escusa (Castelo de Vide), no seio da Rede Nacional das Áreas Protegidas (Parque Natural da Serra de S. Mamede) e Sítio de Importância Comunitária da Serra de S. Mamede | 278 |

| | |
|--|-----|
| Figura 2.66 – Posição do rio Sever e do aquífero de Escusa (Castelo de Vide), no seio da Rede Nacional das Áreas Protegidas (Parque Natural da Serra de S. Mamede) e Sítio de Importância Comunitária da Serra de S. Mamede | 280 |
| Figura 2.67 – Cursos de água e limites do Sistema aquífero Estremoz-Cano representados nas coberturas cartográficas empregues para a elaboração do presente PGBH | 282 |
| Figura 2.68 - Cursos de água e limites do Sistema aquífero Orla Ocidental Indiferenciado das Bacias das ribeiras do Oeste nas coberturas cartográficas empregues para a elaboração do presente PGBH..... | 284 |
| Figura 2.69 - Ecossistemas dependentes de águas subterrâneas (EDAS) no sistema aquífero Penela – Tomar | 286 |
| Figura 2.70 – Rede hidrográfica no sistema aquífero de Ourém e suas imediações e Sítio de Importância Comunitária de Sicó - Alvaiázere que se desenvolve para E e N deste sistema aquífero, sobrepondo-se ao mesmo na zona ripária das ribeiras do Olival e da Sabacheira..... | 291 |
| Figura 2.71 – Cursos de água ligados ao Maciço Calcário Estremenho | 294 |
| Figura 2.72 - Rede hidrográfica no Sistema aquífero Ota – Alenquer | 295 |
| Figura 2.73 – Coberturas cartográficas do Sistema aquífero de Pizões-Atrozela, bacias hidrográficas e cursos de água da base cartográfica utilizada para realização dos PGBH | 296 |
| Figura 2.74 – Localização das principais bacias hidrográficas do concelho de Cascais e do sistema aquífero de Pisões-Atrozela..... | 297 |
| Figura 2.75 – Bacia hidrográfica da ribeira das Vinhas com a delimitação da sub-bacia hidrográfica do rio da Mula e a localização da albufeira do rio da Mula | 298 |
| Figura 2.76 – Coberturas cartográficas das massas de água subterrânea e rede de drenagem superficial associadas aos sistemas aquíferos suportados pelo preenchimento sedimentar terciário e formações aluvionares do Tejo utilizada para realização dos PGBH..... | 301 |
| Figura 2.77 – Bacia e rede de drenagem do Sistema fluvial da Lagoa de Albufeira.. | 305 |
| Figura 2.78 – Cursos de água e limites do Sistema aquífero dos Aluviões do Tejo, representados nas coberturas cartográficas empregues para a elaboração do presente PGBH | 306 |
| Figura 2.79 – Localização das lagoas temporárias identificadas como ecossistemas dependentes das águas subterrâneas na área do PGBH do Tejo e ribeiras do Oeste | 310 |
| Figura 2.80 – Localização do charco temporário mediterrânico Castelo Branco - Boca Larga, representado sobre a carta topográfica de escala 1:25 000 do IgeoE..... | 311 |
| Figura 2.81 – Localização do charco temporário mediterrânico Castelo Branco – Eucaliptal, representado sobre a carta topográfica de escala 1:25 000 do IgeoE | 312 |
| Figura 2.82 – Localização do charco temporário mediterrânico Castelo Branco - Lagoa da Torre, representado sobre a carta topográfica de escala 1:25 000 do IgeoE | 313 |
| Figura 2.83 – Localização dos dois charcos temporários mediterrânicos Castelo Branco - Malhada Velha, representados sobre a carta topográfica de escala 1:25 000 do IgeoE | 314 |

| | |
|---|-----|
| Figura 2.84 – Localização do charco temporário mediterrânico Castelo Branco – Feiteira, representado sobre a carta topográfica de escala 1:25 000 do IgeoE..... | 315 |
| Figura 2.85 – Localização do charco temporário mediterrânicos de Castelo Branco – Castiça, representado sobre a carta topográfica de escala 1:25 000 do IgeoE..... | 316 |
| Figura 2.86 – Localização do charco temporário mediterrânico Castelo Branco – Malhão, representado sobre a carta topográfica de escala 1:25 000 do IgeoE..... | 317 |
| Figura 2.87 - Localização dos dois charcos temporários mediterrânicos Portalegre – Alpalhão, representados sobre a carta topográfica de escala 1:25 000 do IgeoE.... | 318 |
| Figura 2.88 – Localização do charco temporário mediterrânico Estremoz (1), representado sobre a carta topográfica de escala 1:25 000 do IgeoE..... | 319 |
| Figura 2.89 – Localização do charco temporário mediterrânico Estremoz (2), representado sobre a carta topográfica de escala 1:25 000 do IgeoE..... | 320 |
| Figura 2.90 – Localização do charco temporário mediterrânico Poldge de Minde, representado sobre a carta topográfica de escala 1:25 000 do IgeoE..... | 321 |
| Figura 2.91 – Localização do charco temporário mediterrânico Azambuja - Aluvião do Tejo, representado sobre a carta topográfica de escala 1:25 000 do IgeoE..... | 323 |
| Figura 2.92 – A avaliação de riscos olha para o futuro enquanto a avaliação do estado analisa o desempenho passado | 324 |
| Figura 3.1 – Pontos de monitorização da rede de vigilância na RH5 | 436 |
| Figura 3.2 – Pontos de monitorização da rede operacional na RH5..... | 449 |
| Figura 3.3 – Localização dos pontos da rede monitorização de vigilância otimizada da qualidade das águas subterrâneas | 460 |
| 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..... | 467 |
| Figura 4.2 – Síntese do estado químico em relação aos nitratos para a área do PGRH Tejo | 474 |
| Figura 4.3 – Síntese do estado químico em relação aos pesticidas totais para a área do PGRH Tejo | 475 |
| Figura 4.4 – Mapa do estado químico das águas do Maciço Antigo indiferenciado da Bacia do Tejo, de acordo com o esquema definido no Anexo VII, 2.5 do DL n.º 77/2006 | 476 |
| Figura 4.5 – Mapa do estado químico da massa de águas subterrâneas de Escusa, de acordo com o esquema definido no Anexo VII, 2.5 do DL n.º 77/2006..... | 480 |
| Figura 4.6 – Mapa do estado químico da massa de águas subterrâneas de Monforte – Alter do Chão, de acordo com o esquema definido no Anexo VII, 2.5 do DL n.º 77/2006 | 482 |
| Figura 4.7 – Mapa do estado químico da massa de águas subterrâneas de Estremoz - Cano, de acordo com o esquema definido no Anexo VII, 2.5 do DL n.º 77/2006 | 485 |
| Figura 4.8 – Mapa do estado químico da massa de águas subterrâneas da Orla Ocidental Indiferenciado da Bacia do Tejo, de acordo com o esquema definido no Anexo VII, 2.5 do DL n.º 77/2006..... | 489 |
| Figura 4.9 – Mapa do estado químico da massa de águas subterrâneas de Penela – Tomar, de acordo com o esquema definido no Anexo VII, 2.5 do DL n.º 77/2006..... | 492 |

| | |
|--|-----|
| Figura 4.10 – Mapa do estado químico da massa de águas subterrâneas de Sicó – Alvaiázere, de acordo com o esquema definido no Anexo VII, 2.5 do DL n.º 77/2006 | 495 |
| Figura 4.11 – Mapa do estado químico da massa de águas subterrâneas de Ourém, de acordo com o esquema definido no Anexo VII, 2.5 do DL n.º 77/2006..... | 497 |
| Figura 4.12 – Mapa do estado químico da massa de águas subterrâneas do Maciço Calcário Estremenho, de acordo com o esquema definido no Anexo VII, 2.5 do DL n.º 77/2006..... | 500 |
| Figura 4.13 – Mapa do estado químico da massa de águas subterrâneas de Ota - Alenquer, de acordo com o esquema definido no Anexo VII, 2.5 do DL n.º 77/2006. | 503 |
| Figura 4.14 – Mapa do estado químico da massa de águas subterrâneas de Pisões - Atrozela, de acordo com o esquema definido no Anexo VII, 2.5 do DL n.º 77/2006.. | 506 |
| Figura 4.15 – Mapa do estado químico da massa de águas subterrâneas da Bacia do Tejo - Sado Indiferenciado da Bacia do Tejo, de acordo com o esquema definido no Anexo VII, 2.5 do DL n.º 77/2006..... | 509 |
| Figura 4.16 – Mapa do estado químico da massa de águas subterrâneas da Bacia do Tejo-Sado /Margem Direita, de acordo com o esquema definido no Anexo VII, 2.5 do DL n.º 77/2006..... | 512 |
| Figura 4.17 – Mapa do estado químico da massa de águas subterrâneas da Bacia do Tejo-Sado /Margem Esquerda, de acordo com o esquema definido no Anexo VII, 2.5 do DL n.º 77/2006..... | 516 |
| Figura 4.18 – Mapa do estado químico da massa de águas subterrâneas das Aluviões do Tejo, de acordo com o esquema definido no Anexo VII, 2.5 do DL n.º 77/2006 ... | 519 |
| Figura 4.19 – Tendências significativas e constantes detectadas nas massas de água: azul indica tendência de descida; preto indica tendência de subida..... | 525 |

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.^a 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.^a 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;
- reforce 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 Primeira Versão do Conteúdo 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, é devido 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=1169ea=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.

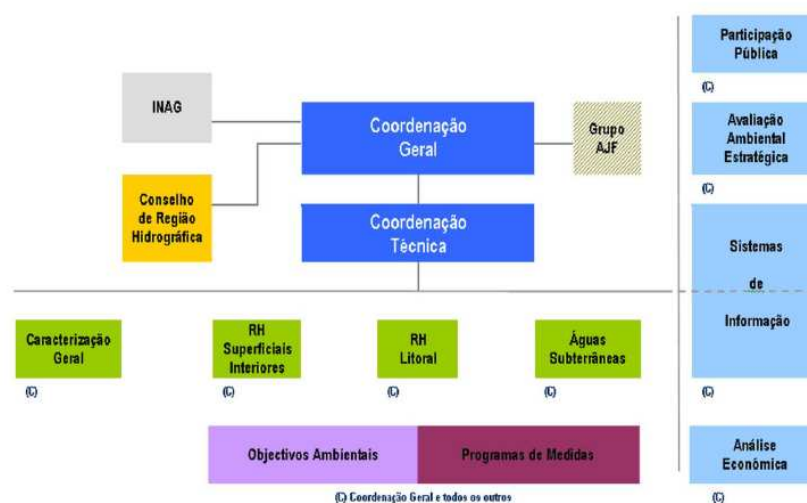
A primeira campanha, composta por 270 pontos da rede base e 34 pontos da rede SP (substâncias perigosas), iniciou-se pela recolha da amostragem em Junho e terminou em Agosto de 2010. Em alguns destes pontos não foi possível, por motivos vários, recolher a amostragem. Estes pontos foram devidamente identificados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

Por proposta do Consórcio, e em caso de concordância pela ARH Tejo, a 2.^a campanha será realizada a partir de Fevereiro de 2011 (época húmida) e a 3.^a 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

Figura 5.1 – Estrutura organizativa do processo de elaboração dos planos (extraída de: Simone Pio: Sessão técnica “Os Desafios da Gestão da Água”. Santarém, 2009)

O PGRH Tejo é desenvolvido 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 proceder-se-á 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 contemplará 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 estabelecerá 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 apresentará 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.

Finalmente, na Parte 7 definir-se-á 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.

Está a ser desenvolvido (quase em finalização) o modelo de dados geográficos (MDG) dos Planos que conterà a informação geográfica e alfanumérica de base e a produzir pelos Planos. Este MDG estará estruturado, na medida do possível, de acordo com as tabelas do Water Information System for Europe (WISE).

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 Tejo (MA, 1999).

1.1.1.1 Quadro Geológico-Estrutural

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

Em termos estruturais, essas unidades identificam-se com unidades tectono-estratigráficas ou morfo-estruturais em que se encontra estruturada a Península Ibérica e, conseqüentemente, o território português, conforme as Figura 1.1 e Figura 1.2.

As três unidades estruturais consideradas são:

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

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

No Maciço Antigo distinguem-se duas das zonas geotectónicas em que está estruturada a Península Ibérica: a *zona Centro Ibérico* e a *zona de Ossa Morena*, envolventes duma zona nuclear (zona da Galiza Média - Trás-os-Montes), em que a primeira ocupa posição interior em relação à segunda (Figura 1.2).

Do ponto de vista litológico, é grande a variedade de rochas. O Quadro 1.1 é um resumo das formações geológicas cujas características litológicas se apresentam no Anexo 1, adaptado de Nazareth *et al.* (2001).

Quadro 1.1 – Formações geológicas presentes na área do PGRH do Tejo

| Unidade estrutural | Sub-unidade e/ou Idade | Formações Geológicas | | |
|-------------------------------|---|--|--|--|
| Bacia Terciária do Baixo Tejo | Sedimentos quaternários | Terraços fluviais (Q), aluviões (a). | | |
| | Sedimentos terciários | Conglomerados, Arenitos e Pelitos de Alcanede e Runa (ϕA), Calcários da Quinta da Marquesa (ϕM), <i>Complexo de Benfica</i> (ϕB), <i>Formação de Vale do Guizo</i> (M_V), <i>Areias de Vila Nova da Rainha/Complexo de Ota</i> (M_O), Argilas de Tomar (M_T), Calcários de Santarém e Almoester (M_{ST}), <i>Série Marinha Miocénica de Lisboa-Almada</i> (M_L), Conglomerados da Serra de Almeirim (P_A), Arenitos de Ulme (P_U), Diatomitos e lenhitos de rio Maior (P_R), Camadas de Alfeite (P_{Af}), Areias (brancas) de Coina. | | |
| Bordadura Ocidental | Formações de Cobertura da Bordadura Ocidental | Areias e Argilas de Pombal (M_P), Depósitos sedimentares. | | |
| | Filões e Chaminés Vulcânicas | | | |
| | Complexo vulcânico de Lisboa | | | |
| | Cretácico | Calcários da região de Cascais, Grés de Torres Vedras (C^1_A), Grés de Almargem (C^1_A), Calcários com rudistas. | | |
| | Jurássico | Formações J1: calcários dolomíticos de Coimbra, Calcários margosos e Margas de Tomar. Formações J2: Calcários oolíticos de Santo António e Candeeiros (J^2_C). Formações J3: Calcários de Cabaços, Calcários de Montejuento. <i>Camadas de Abadia</i> , Grés Superiores (J^3_C), Margas de Abadia, Calcários e brechas recifais de Mem Martins (J^3_E), Calcários de Farta-Pão (J^3_F), Arcoses de Castanheira. <i>Camadas do Freixial</i> (J^3_F). | | |
| Triásico-Jurássico | <i>Grés de Silves</i> , <i>Margas de Dagorda</i> . | | | |
| Maciço Antigo | Formações de cobertura do Maciço Antigo | Sedimentos quaternários | Depósitos Glaciários, depósitos de aluvião. | |
| | | Sedimentos terciários | Conglomerados Arcósicos de Cabeço do Infante (ϕC), Areias Arcósicas de Silveirinha dos Figos (M_S), Conglomerados Arcósicos (ϕC), Cascalheiras de Planalto (PB). | |
| | Zona Centro Ibérica | Rochas magmáticas intrusivas | Rochas graníticas | Granitóides ante-hercínicos (pré-orogénicos) Granitóides hercínicos (orogénicos) Granitóides tardi-a-pós-orogénicos |
| | | | Rochas filonianas | |
| | | | Devónico | Quartzitos impuros, com intercalações de siltitos e pelitos; sucessão de pelitos e quartzitos que passam a pelitos e calcários detríticos fossilíferos. |
| | | Silúrico | <i>Formação do Vale da Ursa</i> , <i>Formação de Foz da Sertã</i> , pelitos laminados, pelitos cinzentos. | |
| | | Ordovícico | <i>Formação do Quartzito Armoricano</i> (O_{Qa}), <i>Grupo de Cécemes</i> (O_{Ca}): <i>Formação de Brejo Fundeiro</i> , <i>Formação de Sombadeira</i> , <i>Formação de Fonte da Horta</i> , <i>Formação de Cabril</i> , <i>Formação de Cargueira</i> . <i>Grupo de Sanguinheira</i> (O_{Sg}), <i>Grupo do rio Ceira</i> (O_{Cv}): <i>Formação de ribeira de Lage</i> e <i>Formação de Casal de Carvalhal</i> . | |
| | Complexo Xisto-Grauváquico | <i>Formações de Malpica do Tejo</i> (C_{BM}), <i>Perais</i> (C_{BP}), <i>Rosmaninhal</i> (C_{BR}) e <i>Almaceda</i> (C_{BA}). | | |
| | Zona de Ossa Morena | Rochas Magmáticas Intrusivas | Rochas do Maciço de Évora | Granitos (γ_1), Granitos biotíticos porfiróides (γ), Granito de duas micas (γ_2), Granodioritos (γ_A), Tonalitos (τ), Dioritos e gabros ($\Delta 1$). |
| | | | Rochas do Nordeste Alentejano | Granito biotítico (γ_3), Gabros e Dioritos ($\Delta 3$), Granito de duas micas (γ_2), Dioritos ($\Delta 2$), Gabros hipersténicos ($\Gamma 2$), Gabros olivínicos anortosíticos ($\Gamma 1$) e peridotitos (Ψ), Rochas peralcalinas ($\alpha 2$) e gnaisses hastingsíticos, Ortognaisses graníticos (γ^z_o). |
| Rochas filoneanas | | | | |
| Devónico (D) | | Pelitos e quartzitos de base, calcários de Escusa, <i>Formação de Terena</i> - D_{Te} . | | |
| Silúrico (S) | | | | |
| Ordovícico-Silúrico (OS) | | <i>Formação de Colorada</i> , <i>Complexo Vulcano-Sedimentar de Moura-Santo Aleixo</i> (Xistos de Moura - XM). | | |
| Ordovícico | | <i>Formação de Barrancos</i> (OBA). | | |
| Câmbrico | <i>Formação Carbonatada de Elvas</i> (C_D), <i>Formação de Vila Boim</i> (C_{VB}), <i>Complexo Vulcano-sedimentar de Terrugem</i> (C_T), <i>Formação de Fatuquedo</i> (C_{Fa}), <i>Complexo Vulcano-Sedimentar-Carbonatado de Estremoz</i> (C_E), <i>Formação de Ossa</i> (C_{Os}). | | | |
| Proterozóico (P ϵ) | <i>Formação de Campo Maior</i> ($P_{\epsilon_{CM}}$), <i>Formação de Morenos</i> ($P_{\epsilon_{MO}}$), <i>Formação de Mosteiros</i> ($P_{\epsilon_{MT}}$), <i>Formação de Urra</i> (P_{ϵ_U}), <i>Formação de Mares</i> ($P_{\epsilon_{Ma}}$). | | | |

Do ponto de vista geomorfológico, a bacia portuguesa do Tejo ocupa uma relevante posição estratégica: em primeiro lugar, porque estabelece a ligação entre a área a norte e a área a sul, de características físicas bastante distintas, aquela mais alta e

acidentada do que esta; em segundo lugar, porque a bacia sedimentar do Tejo é a mais extensa do território nacional.

A fixação do Tejo e dos limites da bacia respectiva têm uma relação estreita com três ciclos morfogénicos indelevelmente registados no território português: a orogenia hercínica, a orogenia alpina e a morfogénese do período das glaciações.

A orogenia hercínica deu origem à estruturação zonada do Maciço Antigo e às deformações de empregamento de orientação dominante NNW-SSE (Figura 1.2). Esta orogenia foi acompanhada de processos de metamorfismo regional e por importante actividade magmática de que resultaram as rochas graníticas ou granitóides que actualmente ocupam uma vasta área do território nacional e uma área muito significativa da bacia portuguesa do Tejo.

No final da orogenia hercínica o Maciço Antigo foi recortado por uma densa rede de fracturação (tardi-hercínica), resultante de compressão N-S. Formaram-se então dois sistemas de fracturas conjugadas: um sistema, mais desenvolvido, de desligamentos esquerdos NNE-SSW a ENE-WSW e um sistema, menos desenvolvido, de desligamentos direitos NNW-SSE a NW-SE.

No final da Era Primária, constituíram-se duas zonas marginais, a Bordadura Ocidental e a Bordadura Meridional, interessando a primeira à bacia do Tejo.

Durante o Mesozóico, instalou-se na Bordadura Ocidental a Fossa Lusitaniana que veio a ser preenchida por sedimentos mesozóicos espessos que revelam fácies profundas e fácies pouco profundas, com bruscas variações laterais.

O estilo tectónico destes sedimentos caracteriza-se pela presença de falhas que, na sua maioria, continuam os rejeitos da fracturação tardi-hercínica.

Em consequência da compressão alpina, formou-se um *horst* que originou a Cordilheira Central, com orientação paralela à da Cadeia Bética (em território espanhol).

Com a formação da Cordilheira Central, a área do Maciço Antigo subdivide-se em dois blocos: o setentrional, com altitude média de 800 m e drenado em grande parte pela rede hidrográfica do Douro; o meridional, com altitudes das variáveis entre 900 e 200 m, drenado na sua maior parte pelo Tejo e pelo Guadiana.

A Cordilheira Central do Maciço Antigo prolonga-se para SW por um bloco sobrelevado da Orla Sedimentar Ocidental, em que pontifica o Maciço Calcário

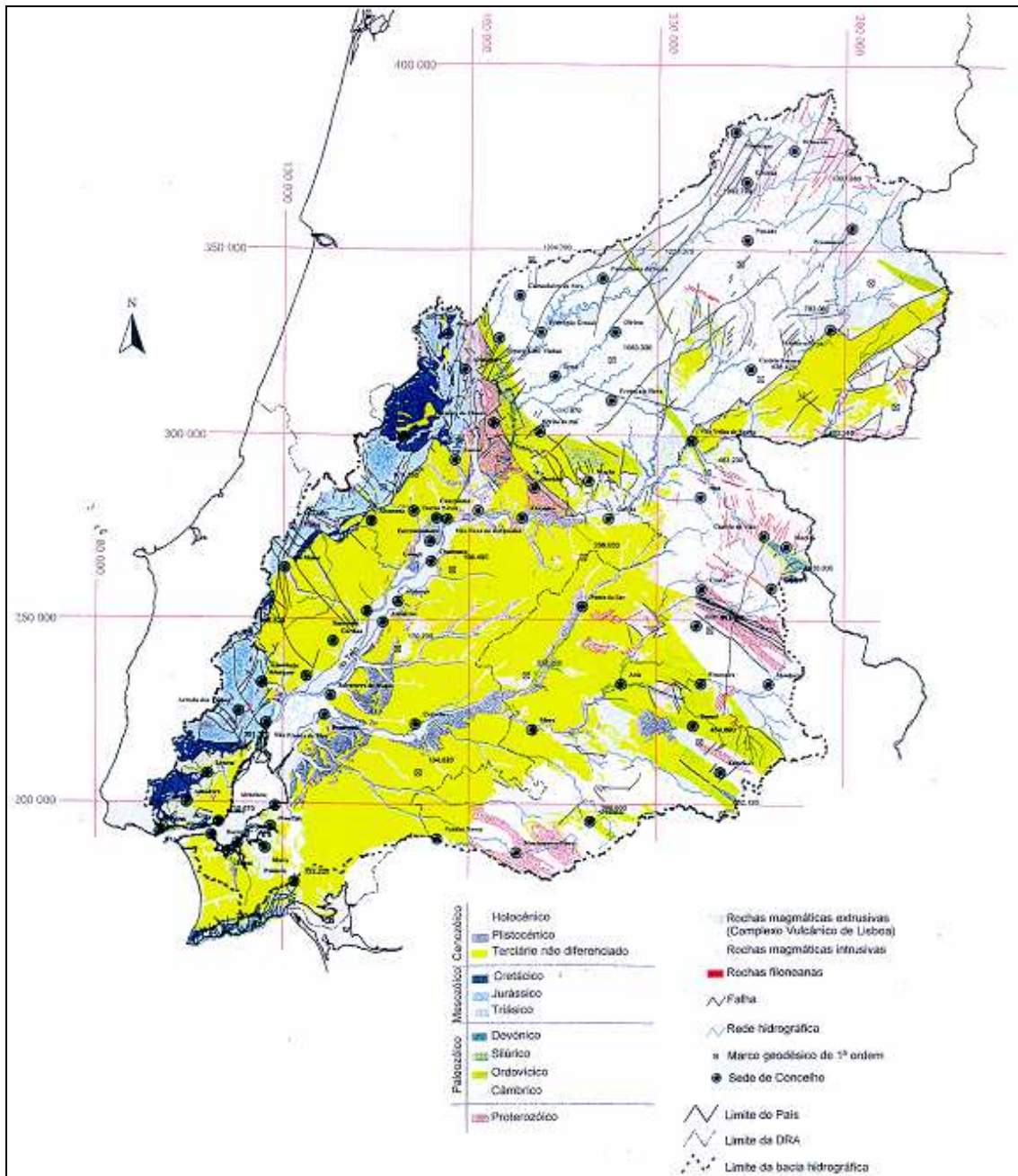
Estremenho, cujo bordo SE é drenado pelo Tejo. Aquele bloco está delimitado, a norte pelo acidente Lousã-Pombal-Nazaré, e a sul pelo cavalcamento Serra de Aire-Serra de Montejunto sobre a Bacia Terciária do Tejo.

Esta bacia resultou, como atrás se referiu, da formação, de idade paleogénica-neogénica e neogénica, de uma fossa alongada na direcção NE, cujo eixo aprofunda no sentido SW.

A subsidência da bacia do Tejo foi seguida da deposição de espessos sedimentos terciários, com fácies distintas que testemunham a alternância de transgressões e de regressões.

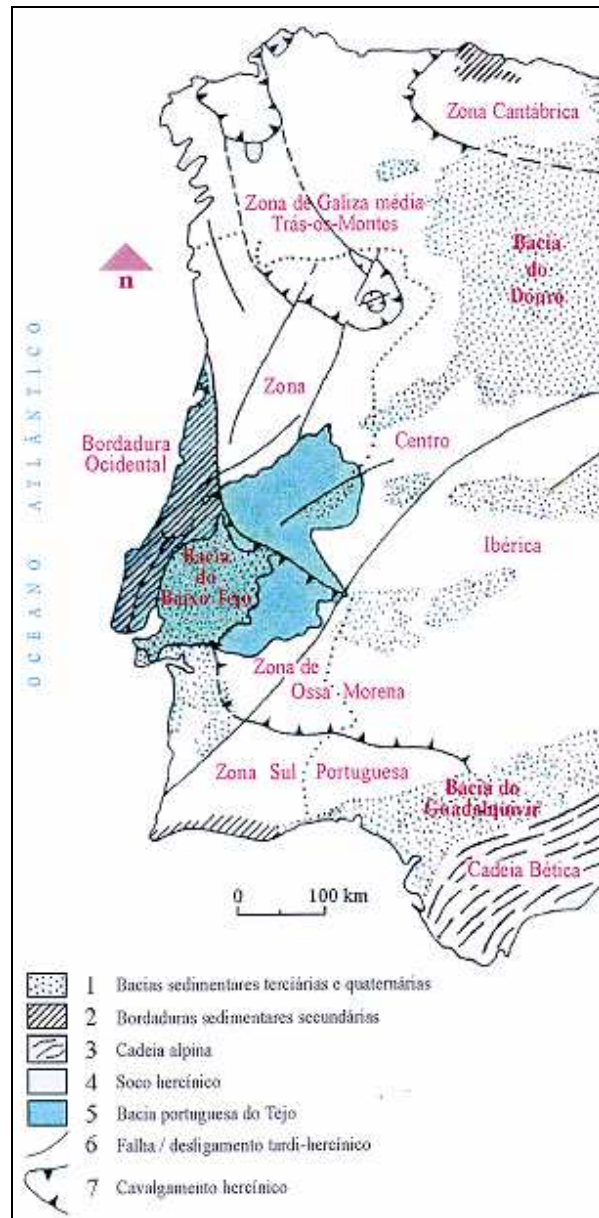
O período das glaciações (Plistocénico), que precedeu a presença do Homem, deixou registos importantes na morfologia devido às grandes variações do nível de base (oceânico) a que já se fez referência. São testemunhos, por um lado, os terraços que acompanham o Tejo numa e noutra margem, por outro, as formas mais jovens da morfologia do Maciço Antigo, designadamente os vales encaixados na superfície envelhecida daquele maciço.

Contemporânea deste período é a actividade neotectónica que contribuiu para reforçar algumas expressões geomorfológicas.



Fonte: MA, 1999

Figura 1.1 – Carta Geológica



Fonte: MA, 1999

Figura 1.2 – Unidades e sub-unidades tectono-estratigráficas

1.1.1.2 Neotectónica

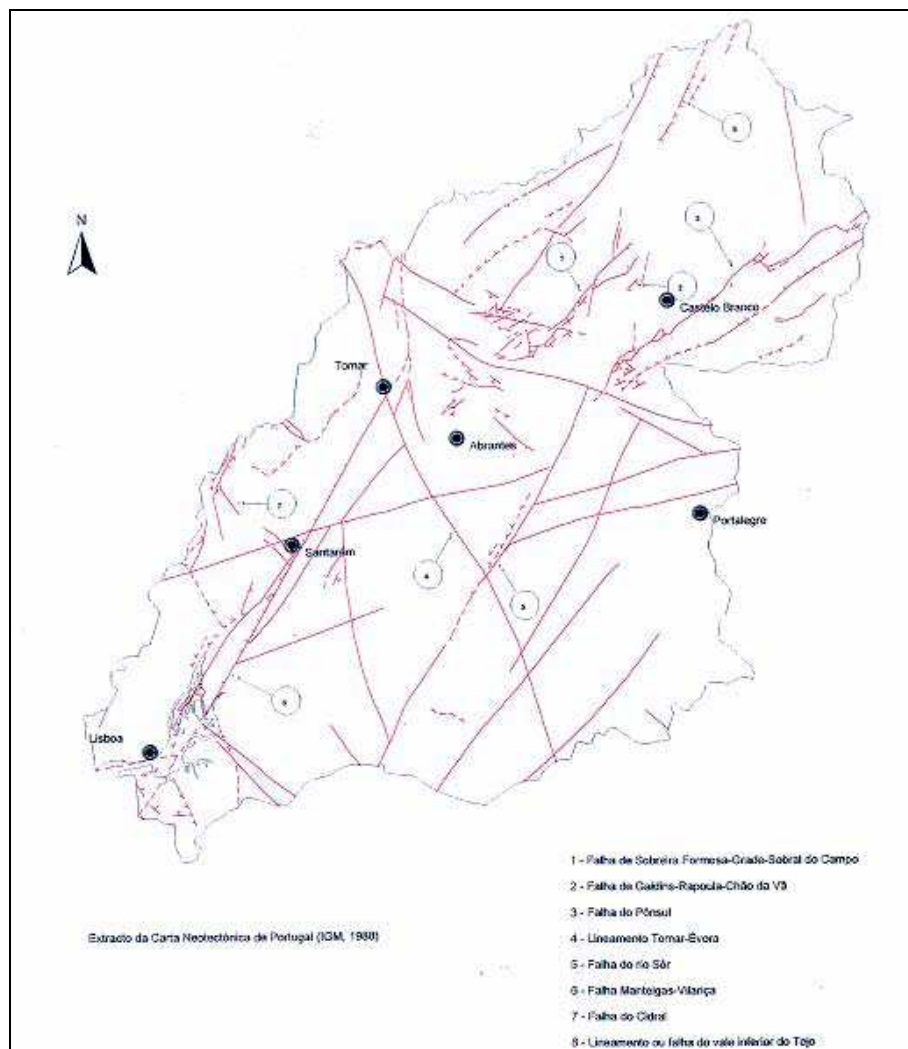
Os movimentos tectónicos com registo depois do último período de acalmia (Pliocénico), aproximadamente nos últimos 2 Ma (milhões de anos), consideram-se como tectónica activa.

O interesse por esta nova disciplina da geologia estrutural, manifestamente justificado pela aplicação a obras de elevada susceptibilidade, designadamente centrais nucleares, barragens ou outras, reflecte-se também nos estudos geomorfológicos com

os quais os de neotectónica são interactivos. De facto, os estudos de neotectónica socorrem-se de análises geomorfológicas e os estudos geomorfológicos, elaborados numa perspectiva mobilista, ponderam, por seu turno, a actividade tectónica recente ou actual.

Em princípio, deveria haver uma relação estreita entre esta actividade tectónica e as manifestações sísmicas. Se nalguns casos isso é evidente, em muitos outros a relação é bastante discreta.

Na Figura 1.3 apresentam-se as estruturas neotectónicas cartografadas na área da Bacia do Tejo, de acordo com a Carta Neotectónica de Portugal, na escala 1/1 000 000.



Fonte: MA, 1999

Figura 1.3 – Carta neotectónica

1.1.2 Geomorfologia (1.4.2)

A caracterização geomorfológica apresentada é também feita com base no volume III da Fase I do PBH Tejo (MA, 1999).

1.1.2.1 Sistematização da Geomorfologia

Partindo da caracterização estrutural do território português, a caracterização geomorfológica da Bacia Portuguesa do Tejo poderia fazer-se mediante a análise dos seguintes temas:

- escalonamento das sucessivas superfícies de erosão;
- sedimentos correlativos e reconstituição do ambiente geográfico em que se formaram aquelas superfícies;
- significado e importância das formas estruturais da actual paisagem;
- patamares que caracterizam os vales principais, correlacionáveis com as variações do clima e do nível de base, ao longo do Quaternário.

Esta sistematização tem inquestionavelmente grande significado científico, mas exige alguma especulação, própria de uma atitude investigadora.

Considerando, porém os objectivos do Plano de Bacia, de salientar o relacionamento da água com o meio geológico, diferenciado litológica e morfologicamente, parece preferível sistematizar a temática geomorfológica decompondo a bacia do Tejo nas três áreas estrutural e litologicamente diferenciadas atrás referidas:

- o Maciço Antigo, em que pontificam as elevações do flanco SE da Cordilheira Central;
- o Maciço Calcário Estremenho e demais terrenos mesozóicos e cenozóicos da Bordadura Ocidental;
- a Bacia Terciária do Baixo Tejo.

Só não se seguiu este critério no que respeita às formações de cobertura que, no presente estudo, se consideraram integradas em cada uma das três áreas em que ocorrem.

1.1.2.2 Traços Fundamentais da Geomorfologia

1.1.2.2.1 Maciço Antigo

O curso do Tejo, entre a confluência do Erges, na fronteira, e a confluência do Zêzere, transpõe com fraca obliquidade o limite estrutural entre as zonas geotectónicas Centro Ibérica, a norte, e a de Ossa Morena, a sul.

Na zona Centro Ibérica, onde predominam rochas xistentas do Complexo Xistograuváquico e maciços graníticos hercínicos, é notável o escalonamento da **superfície de referência** ou **inicial**, em degraus com orientação NE-SW. O degrau mais elevado é constituído pelo planalto da Serra da Estrela, onde se atinge a altitude de 1990 m, e situa-se no limite norte da bacia, que se prolonga para SW, com cotas decrescentes, pelas serras de Açor (1418 m) e da Lousã (1250 m).

O segundo degrau é constituído, de NE para SW, pelas serras da Malcata (1200 m), Gardunha (1227 m) e Alvelos (1080 m). Entre esta linha de alturas e a anterior, fixou-se o traçado sinuoso do rio Zêzere, cujo curso superior, localizado na serra da Estrela, a montante de Manteigas, percorre um vale tipicamente glacial, com secção em U.

O terceiro degrau é constituído pela área planáltica de Castelo Branco e Sarzedas, com cotas da ordem de 400 m.

Segue-se um quarto degrau, com cotas da ordem de 200 m, no qual se fixou o curso médio do Pônsul.

As passagens de degrau para degrau estão assinaladas por escarpas de falhas com a mesma orientação NE-SW dos degraus. Esta orientação estrutural, persistente em toda a zona Centro Ibérica, constitui o principal controlo da rede de drenagem designadamente, dos rios Zêzere e Pônsul.

Salientam-se da aplanação geral escalonada alinhamentos de relevos com orientação NNW-SSE, discordantes, portanto, daquela orientação estrutural NE-SW. Tratam-se de relevos residuais constituídos por rochas quartzíticas, duras, do Ordovícico, que resistiram diferencialmente à erosão, em particular quando a intensidade desta cresceu em resultado do abaixamento do nível de base.

Além destes relevos alinhados, de tipo *apalachiano*, existem ainda outros relevos residuais, de tipo *inselberg* (ou monte-ilha), de que são exemplo os relevos de Monsanto e Belmonte.

Em qualquer dos degraus morfológicos acima referidos, os principais eixos fluviais aparecem encaixados, com encaixes nos cursos superiores que nos cursos inferiores, onde chegam a ultrapassar 100 m. Nos cursos superiores, alguns dos cursos de água apresentam mesmo características senis, pois percorrem áreas aluvionadas, como sucede com a ribeira de Meimoa, na região conhecida por Cova da Beira, e com o Zêzere, a montante de Alcarie.

Nos degraus morfológicos mais elevados, o relevo de natureza xistenta apresenta um modelado de dissecção com rebordos de erosão evidentes. Pelo contrário, nos degraus mais baixos e sobretudo no mais baixo, onde persiste uma cobertura de sedimentos terciários, o relevo é suave, típico de uma superfície de aplanação bem conservada.

O atravessamento dos relevos residuais (cristas quartzíticas) pelos cursos de água constituíram-se estreitamentos dos vales que, nalguns casos, originaram verdadeiras gargantas, como sucedeu nas Portas do Ródão (rio Tejo) e na Foz do Cobre (rio Ocreza).

Passando à zona de Ossa Morena, quase integralmente a sul do Tejo, a característica que mais se impõe é a de grande uniformidade, já que domina uma superfície de aplanação de que se salientam os relevos residuais de orientação NW-SE da serra de S. Mamede, onde pontificam quartzitos, de Alter do Chão, com núcleo gábrico, e de Estremoz-Borba, constituído por calcários marmórios.

Como singularidade digna de registo, refere-se a ocorrência dos calcários do Cano, de origem lagunar.

1.1.2.2 Bordadura Ocidental

Nesta área predominam os calcários do Maciço Estremenho, soerguido tectonicamente com a constituição da serra de Sicó (Ansião), do pequeno *horst* de Alvaiázere (600 m), de serra de Aire (650 m), serra de Candeeiros (487 m, no limite W da bacia) e serra de Montejunto (660 m, também no limite W da bacia).

No interior do Maciço Estremenho identificam-se também depressões cársicas de natureza tectónica: a de Alvados (250 m), o *polje* de Minde (200 m) e o *graben* de Cerro Ventoso.

O contacto do Maciço Calcário Estremenho com a Bacia Terciária do Tejo faz-se por cavalgamento, que nalguns locais se encontra à vista.

O modelado da superfície do Maciço Calcário Estremenho é, em geral, caracteristicamente cársico, com predominância de vales secos, fortemente encaixados. São numerosas as grutas existentes, testemunhando a existência de uma complexa rede de circulação de água subterrânea. As principais exurgências dessa rede são as nascentes dos rios Espinheiro, Alviela e Almonda.

1.1.2.2.3 Bacia Terciária do Baixo Tejo

Considera-se como Bacia Terciária do Baixo Tejo toda a zona baixa, preenchida por depósitos terciários e quaternários, situada a jusante e a sul do troço E-W do Tejo (entre Gavião e V.N. da Barquinha) e atravessada pelo rio Tejo com orientação NE-SW desde V.N. da Barquinha.

Esta orientação do Tejo, como se pode ver na Neotectónica, é uma orientação estrutural, subparalela ao cavalgamento do Maciço Calcário Estremenho sobre a Bacia Terciária do Baixo Tejo, seguida pelo rio Sôr, entre Ponte de Sôr e a Barragem de Montargil, e seguida também pela ribeira de Seda, entre a povoação de Seda e a Barragem do Maranhão.

O trecho NE-SW do Tejo constitui ainda um limite natural entre os terrenos da margem direita e os da margem esquerda, litologicamente distintos. Os da margem direita, de morfologia aplanada e com altitude média de 100 m, são de natureza essencialmente carbonatada, em grande parte representados pelos *Calcários de Almoster e Santarém*, de idade miocénica. Os da margem esquerda com altitude média de 200 m, são essencialmente depósitos siliciclásticos, de idade pliocénica, que formam uma superfície aplanada bem conservada, monoclinial com cotas decrescentes, desde 300 m (a montante de Ponte de Sôr) até 200 m (Chamusca), 170 m (região de Almeirim) ou inferiores, mais para jusante.

Enquanto o limite da Bacia Terciária do Tejo se faz bruscamente contra o Maciço Calcário Estremenho, na margem sul do Tejo faz-se suavemente para os terrenos paleozóicos da zona de Ossa Morena.

As formações de terraço que se constituíram na Bacia Terciária do Tejo distribuem-se assimetricamente em relação ao curso do rio. Coexistem nas duas margens entre Gavião e a foz do Almonda, mas, para jusante desta foz, ocupam uma vasta área da margem esquerda do Tejo até Alcochete e têm presença assinalável no vale do Sorraia. Esta assimetria da distribuição dos terraços parece poder atribuir-se a razões estruturais que se referem na Neotectónica.

Finalmente, salienta-se um aspecto geomorfológico de grande interesse para o Plano de Bacia: a existência de ravinamentos abundantes nos depósitos terciários, devidos a erosão concentrada, que constituem importantes origens de material sólido.

1.1.3 Hidrogeologia (1.4.3)

1.1.3.1 Massas de águas subterrâneas

A área do Plano de Gestão da Região Hidrográfica (PGRH) do Tejo abrange três unidades hidrogeológicas, que coincidem com as três unidades estruturais já indicadas: Maciço Antigo, Orla Ocidental, e Bacia do Tejo-Sado. Ao todo foram identificadas quinze massas de águas subterrâneas (Figura 1.4). O Quadro 1.2 lista as massas de águas subterrâneas indicando as suas áreas, as unidades hidrogeológicas e a região hidrográfica em que estão incluídas. Incluiu-se as massas de água “Maciço Calcário Estremenho”, “Penela – Tomar”, “Sicó – Alvaiázere”, pertencentes à RH4 (Centro) no PGRH Tejo.

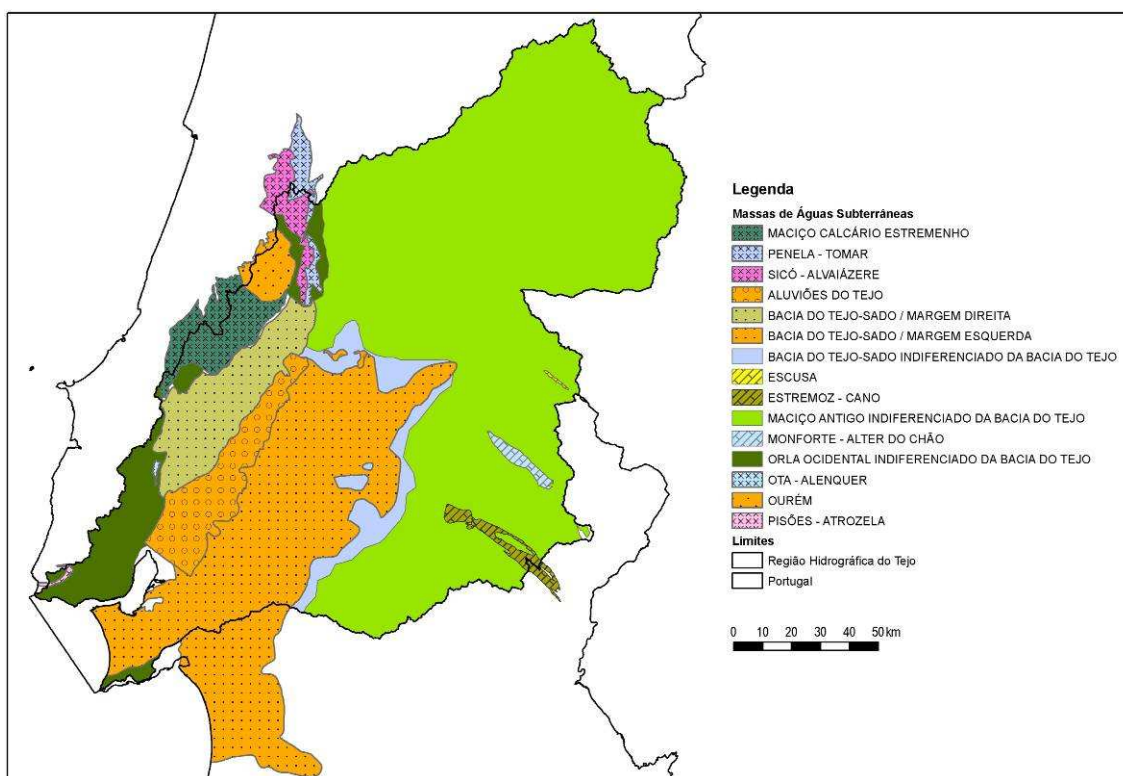


Figura 1.4 – Massas de água subterrânea do Plano de Gestão de Região Hidrográfica do Tejo

Das quinze massas de água listadas, doze foram identificadas como sistemas aquíferos em Almeida *et al.* (2000). As três massas de água que não foram

identificadas como sistemas aquíferos foram “Maciço Antigo Indiferenciado da Bacia do Tejo”, “Orla Ocidental Indiferenciado da Bacia do Tejo”, e “Bacia do Tejo-Sado Indiferenciado da Bacia do Tejo”. Estas três massas de água agregam todas as formações geológicas que não foram consideradas como sistemas aquíferos, respectivamente nas unidades hidrogeológicas do Maciço Antigo, da Orla Ocidental e da Bacia do Tejo-Sado.

Quadro 1.2 – Identificação das massas de águas subterrâneas

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

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

O Quadro 1.3 sintetiza a informação, por massa de águas subterrâneas, relativamente às formações aquíferas dominantes, ao tipo de aquífero e respectiva porosidade. Como tipos de aquíferos possíveis consideram-se: (1) livre e (2) confinado (que inclui o tipo semi-confinado), dando-se ainda a indicação quando se trata de um sistema multicamada. Na porosidade, consideram-se os seguintes tipos: (1) intergranular; (2) fissurado; (3) misto (poroso e fissurado); (4) cársico; (5) porosidade dupla (fissurado e intergranular).

Quadro 1.3 – Formações aquíferas dominantes e classificação das massas de águas subterrâneas quanto ao tipo de aquífero e meio de escoamento

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

Fonte: Oliveira *et al.*, 1999, Almeida *et al.*, 2000, SNIRH

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

Da Figura 1.6 à Figura 1.17 apresentam-se cortes e logs geológicos esquemáticos interpretativos dos sistemas aquíferos apresentados no Quadro 1.3. Os cortes foram desenhados a partir da informação recolhida pelo consórcio nos arquivos da ARH Tejo, com base em cerca de 1005 logs de furos de captação, cuja distribuição se apresenta por massa de água no Quadro 1.4 e na Figura 1.5.

Quadro 1.4 – Distribuição por massa de água, de pontos de água com informação dos logs das sondagens

| Código da massa de água | Nome da massa de água | Número de pontos com coluna litológica |
|--------------------------------|--|---|
| A0x1RH5 | Maciço Antigo indiferenciado da bacia do Tejo | 80 |
| A2 | Escusa | 6 |
| A3 | Monforte - Alter do Chão | 5 |
| A4 | Estremoz - Cano | 18 |
| O01RH5 | Orla Ocidental indiferenciado da bacia do Tejo | 127 |
| O9 | Penela - Tomar | 27 |
| O11 | Sicó - Alvaiázere | 10 |
| O15 | Ourém | 39 |
| O20 | Maciço Calcário Estremenho | 49 |
| O26 | Ota - Alenquer | 7 |
| O28 | Pisões - Atrozela | 10 |
| T01RH5 | Bacia do Tejo-Sado / Indiferenciado da bacia do Tejo | 11 |
| T1 | Bacia do Tejo-Sado / Margem Direita | 124 |
| T3 | Bacia do Tejo-Sado / Margem Esquerda | 346 |
| T7 | Aluviões do Tejo | 146 |
| | Total | 1005 |

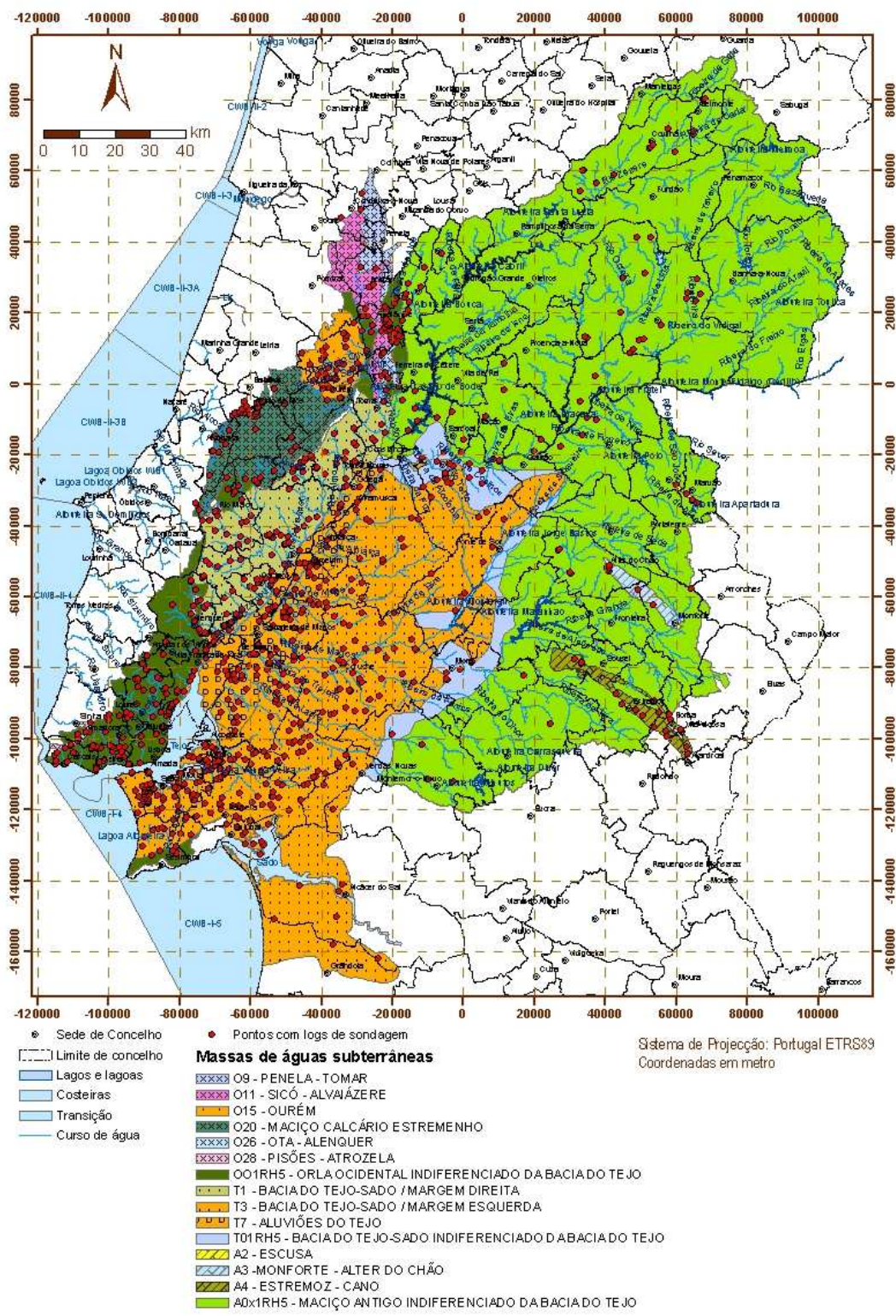


Figura 1.5 – Distribuição espacial de pontos de água (com log de sondagem) que intersectam as massas de água do PGRH Tejo

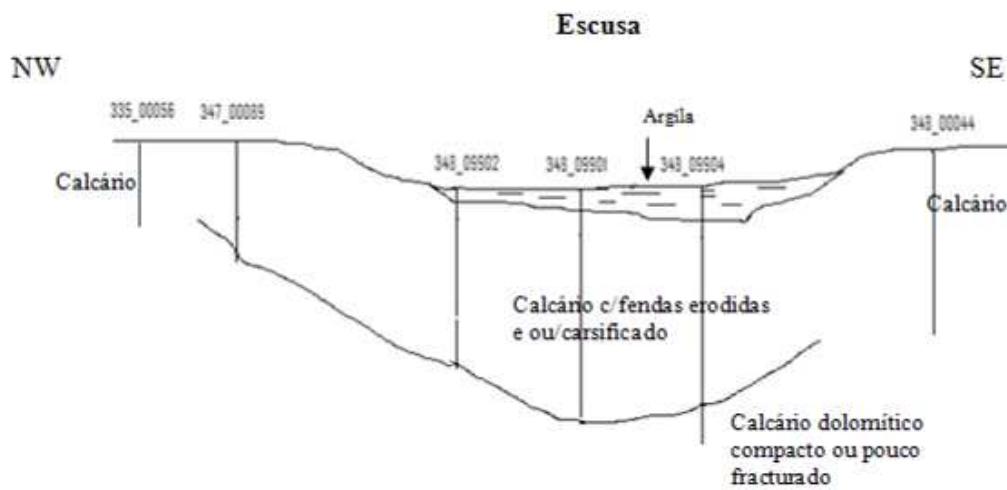


Figura 1.6 – Corte geológico esquemático do sistema aquífero de Escusa

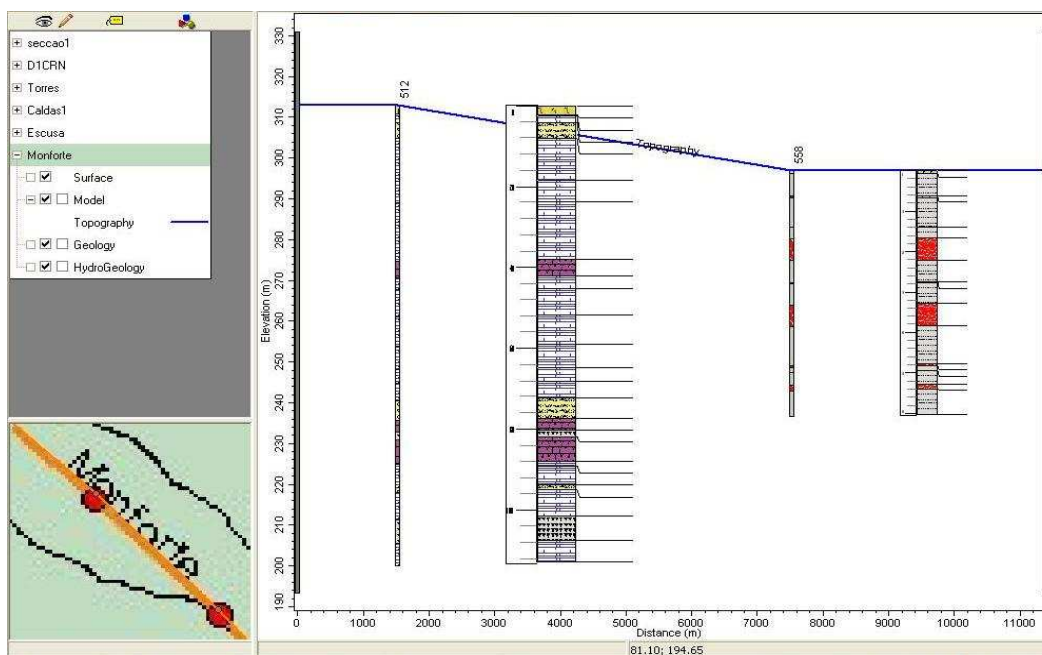


Figura 1.7 – Perfis geológicos esquemáticos do sistema aquífero de Monforte – Alter do Chão

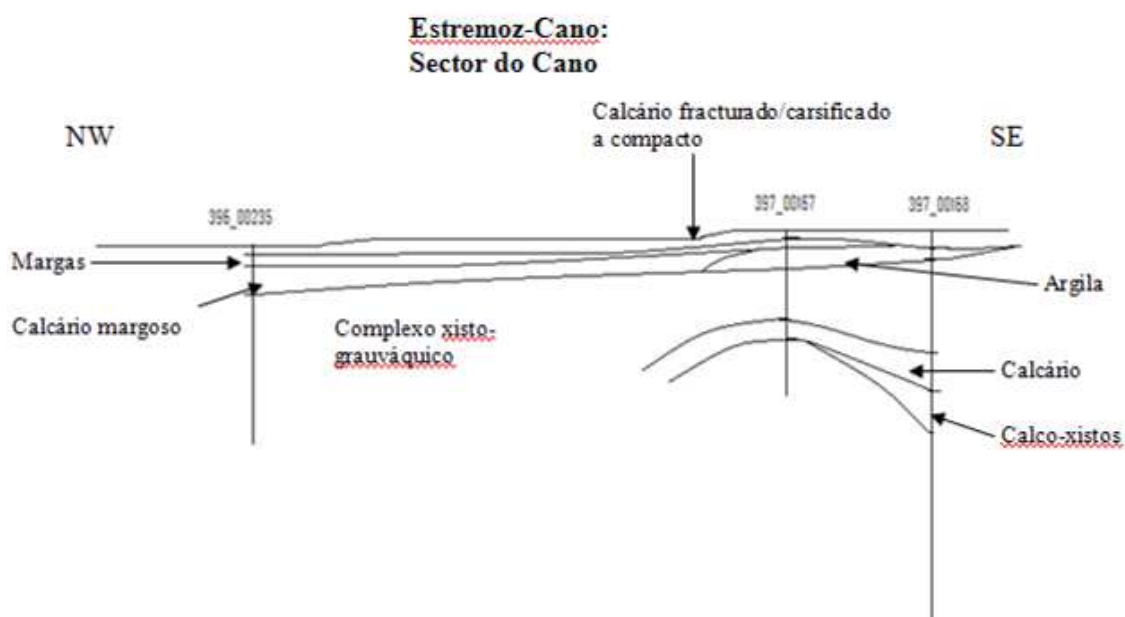


Figura 1.8 – Corte geológico esquemático do sistema aquífero de Estremoz - Cano

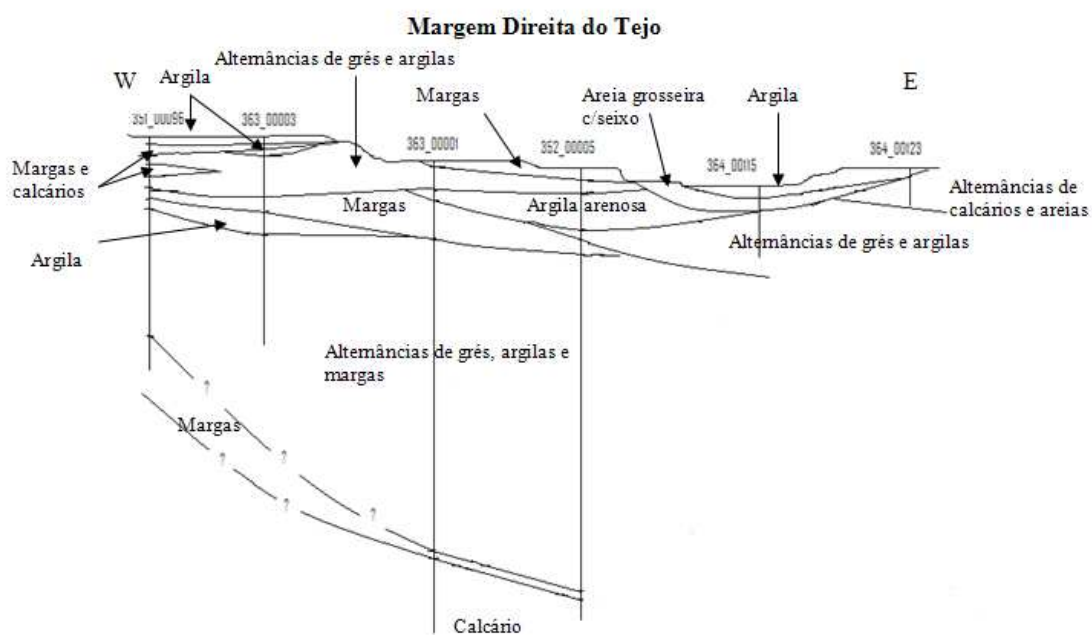


Figura 1.9 – Corte geológico esquemático do sistema aquífero da Margem Direita da Bacia do Tejo - Sado

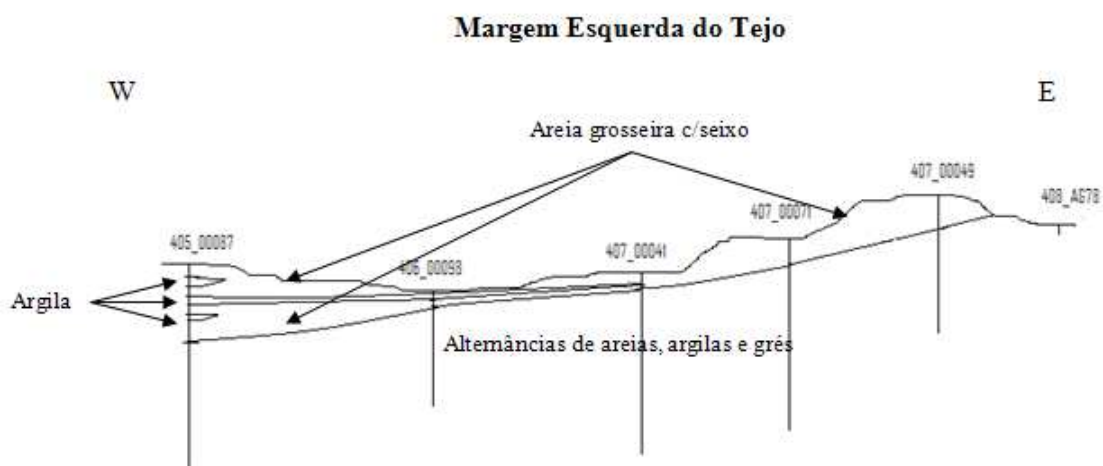


Figura 1.10 – Corte geológico esquemático do sistema aquífero da Margem Esquerda da Bacia do Tejo – Sado

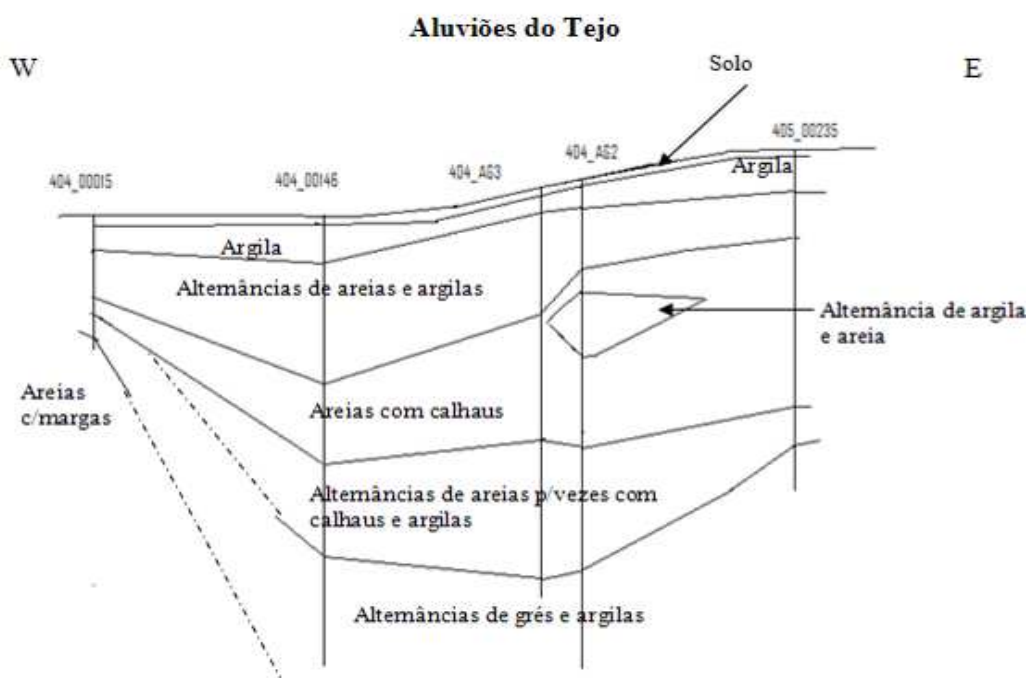


Figura 1.11 – Corte geológico esquemático do sistema aquífero dos Aluviões do Tejo

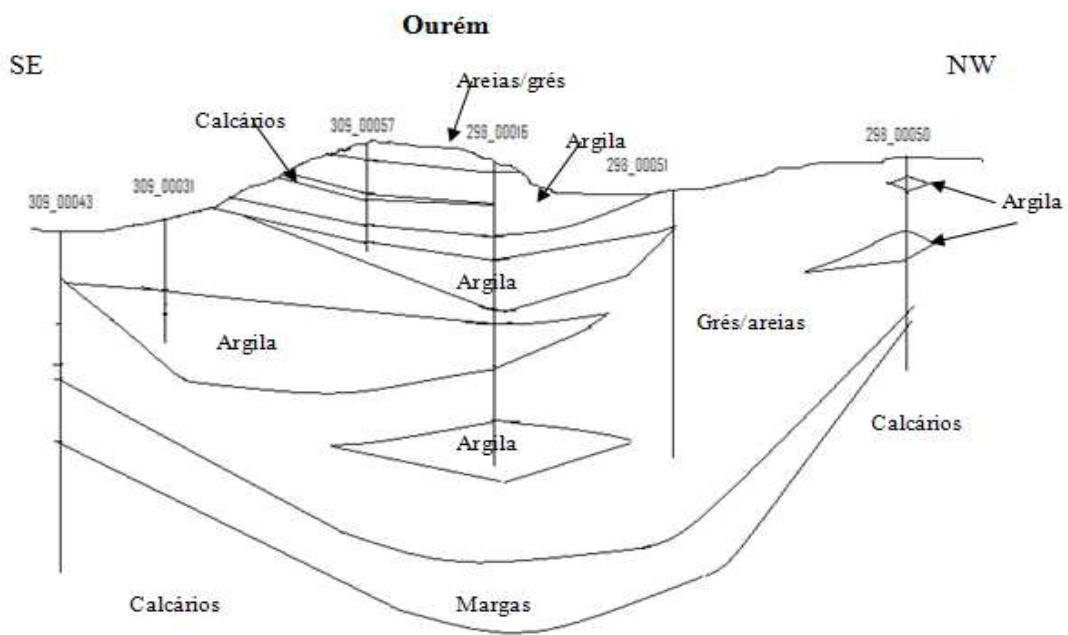


Figura 1.12 – Corte geológico esquemático do sistema aquífero de Ourém

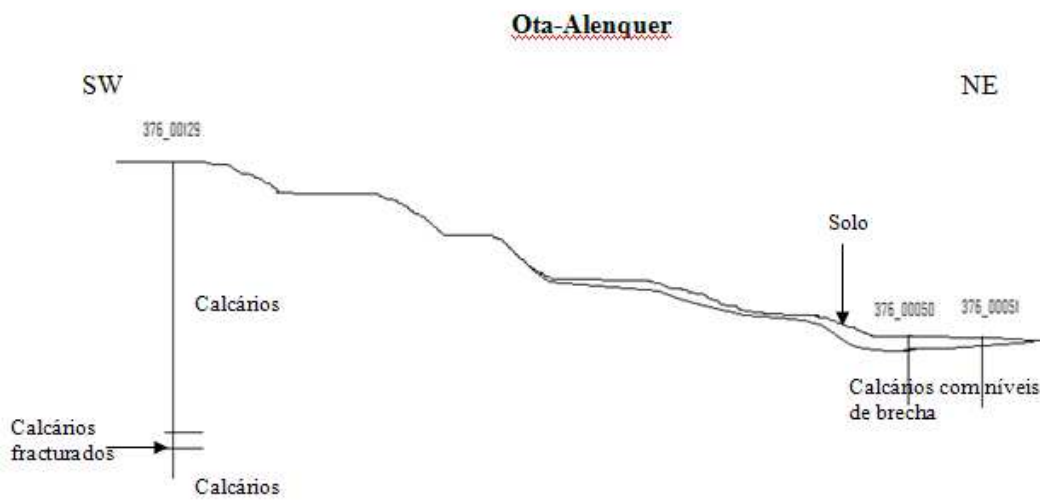


Figura 1.13 – Corte geológico esquemático do sistema aquífero de Ota - Alenquer

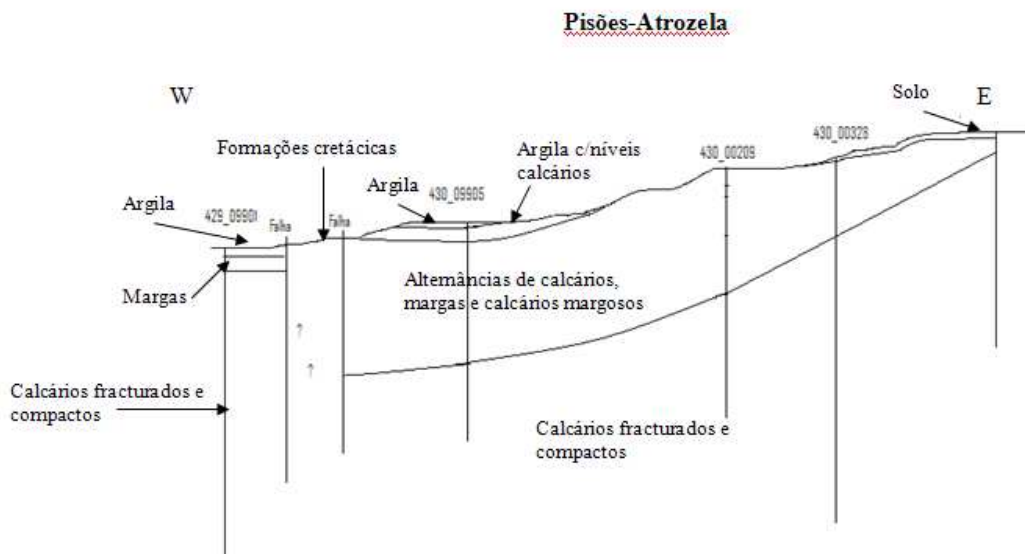


Figura 1.14 – Corte geológico esquemático do sistema aquífero de Pisões – Atrozela

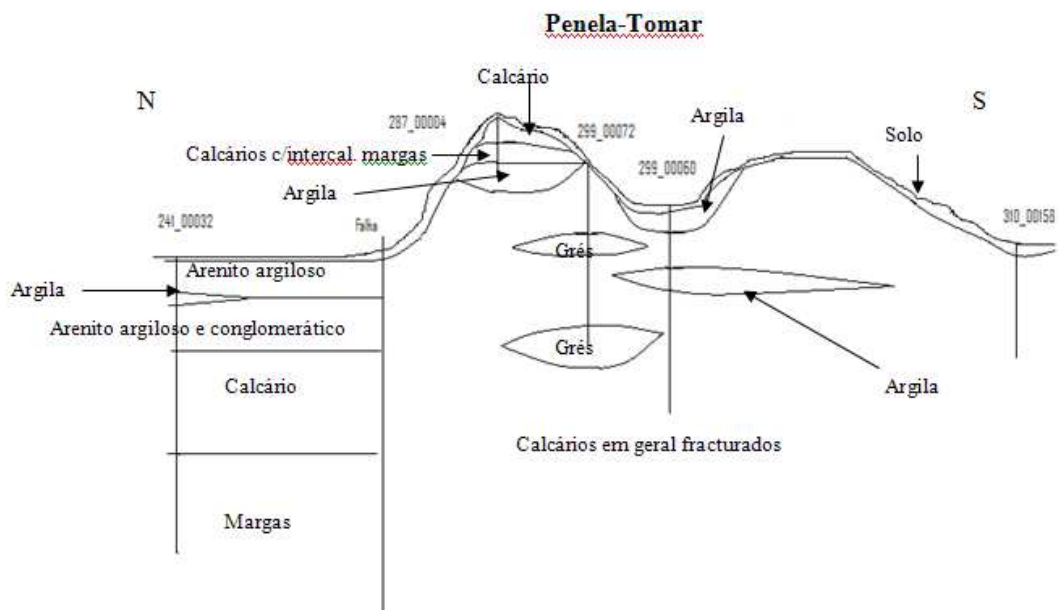


Figura 1.15 – Corte geológico esquemático do sistema aquífero de Penela - Tomar

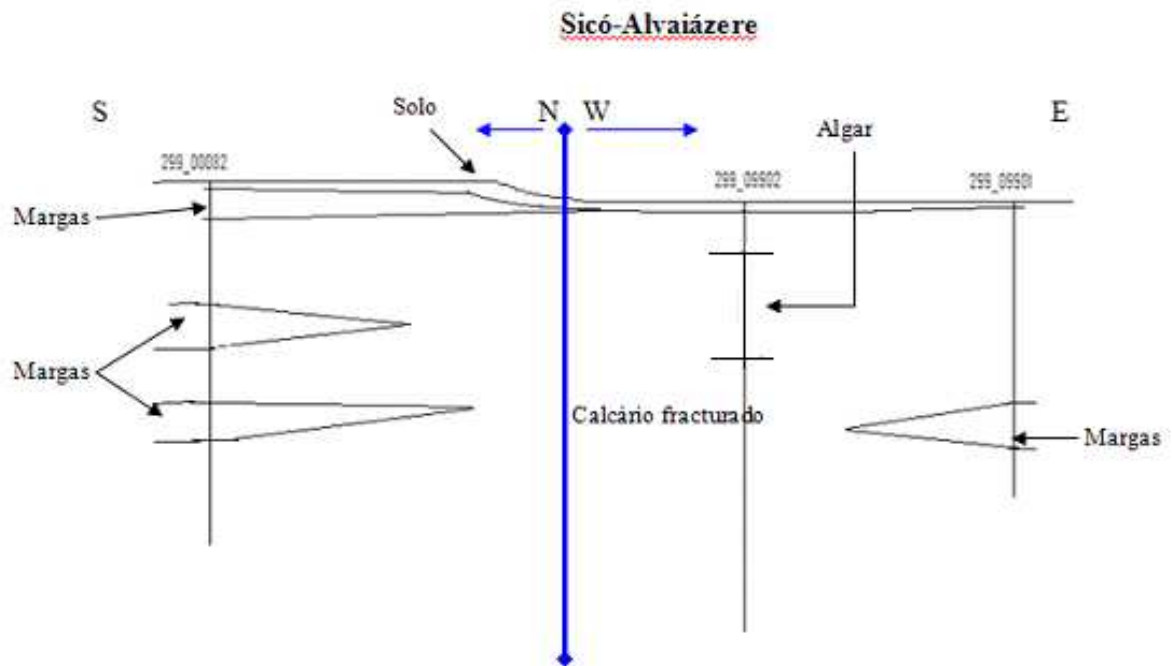


Figura 1.16 – Corte geológico esquemático do sistema aquífero de Sicó - Alvaiázere

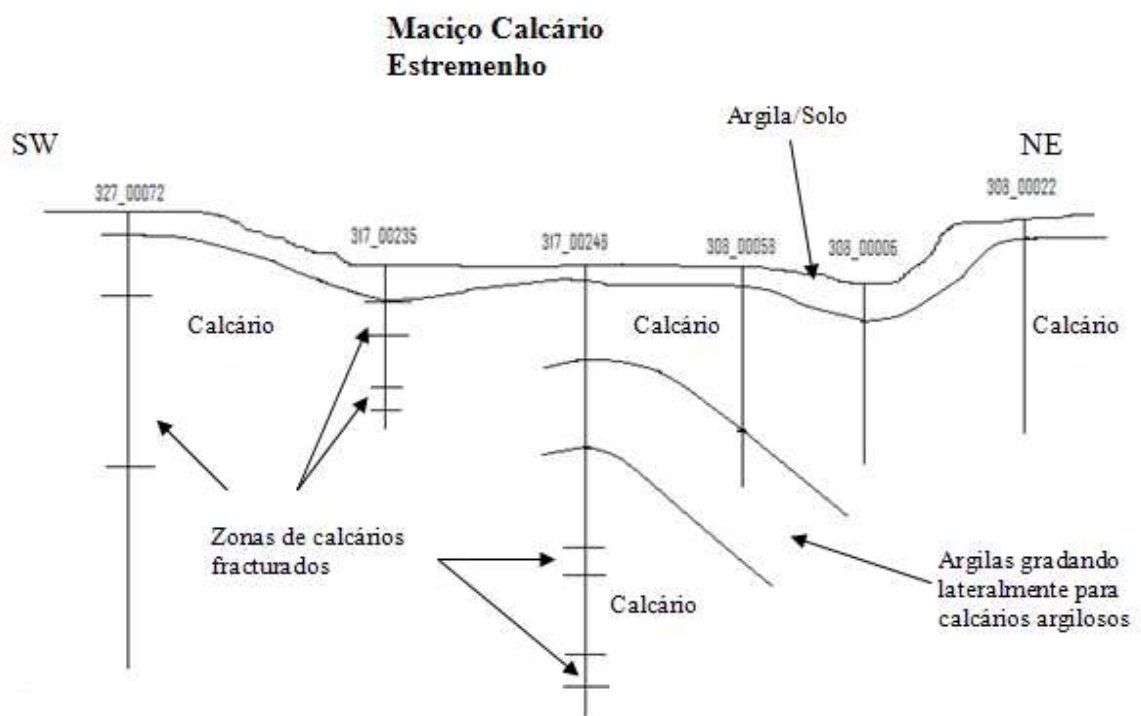


Figura 1.17 – Corte geológico esquemático do sistema aquífero do Maçço Calcário Estremenho

1.1.3.2 Caracterização da fácies hidrogeoquímica

As principais características hidroquímicas das massas de águas subterrâneas da área do PGRH Tejo são apresentadas em síntese no Quadro 1.5. As classificações apresentadas resultam projecção das concentrações dos iões HCO_3^- , SO_4^{2-} , Cl^- , Na^+ , Ca^{2+} e Mg^{2+} , dos vários pontos pertencentes a uma mesma massa de águas subterrâneas, num Diagrama de *Piper*, para as análises disponíveis desde 2000.

Quadro 1.5 – Síntese da caracterização hidroquímica das massas de água

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

1.1.4 Avaliação das disponibilidades (1.4.4)

Esta actividade será abordada após a realização dos balanços hídricos subterrâneos para caracterizar a recarga das massas de águas subterrâneas.

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)

A. Abastecimento público - Sistemas de abastecimento

Resumo do anterior Plano

De acordo com o anterior Plano, a população total residente em 1998 na área em estudo era de, aproximadamente, 3,1 milhões de habitantes, dos quais cerca de 3,016 milhões eram residentes em aglomerados habitacionais. Destes, encontravam-se servidos por redes domiciliárias cerca de 2,996 milhões de habitantes (99 %); os restantes 20 000 habitantes não dispunham de abastecimento de água ao domicílio.

Destacava-se na área em estudo um sistema multimunicipal, o Sistema de Abastecimento da EPAL, que, para além de fornecer e distribuir água ao Concelho de Lisboa, abastecia, total ou parcialmente, 19 concelhos da bacia. A população servida com água fornecida pela EPAL era estimada em cerca de 1,7 milhões de habitantes.

O volume total de água associado aos sistemas de abastecimento concelhios, satisfeito pelas redes públicas era da ordem dos 273 milhões de m³/ano para a totalidade da área do PGRH Tejo; destes, cerca de 180,5 milhões de m³/ano correspondiam a utilizações domésticas e os restantes 92,5 milhões de m³/ano correspondiam a utilizações não domésticas (indústria transformadora e restantes actividades).

Os cálculos para os consumos urbanos e industriais foram efectuados a partir dos dados existentes quanto à localização das captações e respectivo número de habitantes associados e com base nos consumos urbanos. No ponto referente à indústria deste subcapítulo apresentam-se os volumes por sub-bacias de consumos urbanos e industriais.

Plano actual

Para o actual Plano recorreu-se à informação proveniente do Relatório do Estado do Abastecimento de Água e da Drenagem e Tratamento de Águas Residuais INSAAR 2009 (dados de 2008).

De acordo com este documento, para a população servida por sistemas públicos de abastecimento de água na Região Hidrográfica 5 (RH 5), rio Tejo, o Índice de abastecimento estimado era de 97%.

Por tipo de origem de água, na RH 5 a percentagem de população servida por águas superficiais era de 57% e de 43% por águas subterrâneas.

Por tipo de instalação e tratamento, na RH 4 a percentagem de população servida por Estações de Tratamento de Água era de 64% e por Postos de Cloragem de 36%. No quadro seguinte apresenta-se o número de captações, por origem e o volume de águas captado, também por origem.

Quadro 1.6 – Região Hidrográfica 5 (Tejo). Número de captações e volume de água captado, por origem

| Águas superficiais | | Águas subterrâneas | | Total |
|--|-----|--|-----|--|
| (n.º) | (%) | (n.º) | (%) | (n.º) |
| 35 | 3 | 1 250 | 97 | 1 285 |
| Volume (10 ³ m ³) | (%) | Volume (10 ³ m ³) | (%) | Volume (10 ³ m ³) |
| 240 766 | 66 | 122 438 | 24 | 363 264 |

Fonte: INSAAR(2010)

No quadro e na figura seguintes 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 abrangeu 345 captações.

Quadro 1.7 – Abastecimento público. Volumes de água provenientes de captações subterrâneas (m³/ano) por massa de água subterrânea

| Massa de água subterrânea | | Volume captado (m ³ /ano) |
|---------------------------|--|--------------------------------------|
| Código | Designação | |
| PTA0x1RH5 | Maciço Antigo Indiferenciado da Bacia do Tejo | 10 176 138 |
| PTA3 | Monforte – Alter do Chão | 261 857 |
| PTA4 | Estremoz – Cano | 1 430 770 |
| PTO01RH5 | Orla Ocidental Indiferenciado da Bacia do Tejo | 718 776 |
| PTO11 | Sicó-Alvaiázere | 3 090 022 |
| PTO15 | Ourém | 2 422 462 |
| PTO20 | Maciço Calcário Estremenho | 1 244 810 |
| PTO26 | Ota- Alenquer | 13 374 812 |
| PTO28 | Pisões-Atrozela | 1 388 628 |
| PTTO1RH5 | Bacia do Tejo-Sado Indiferenciado da Margem esquerda | 529 518 |
| PTT1 | Bacia do Tejo-Sado / Margem direita | 14 064 376 |
| PTT3 | Bacia do Tejo-Sado/ Margem Esquerda | 67 848 046 |
| | Total | 116 550 214 |

Fonte: INSAAR, 2007

Como se explicitará adiante no capítulo relativo ao abastecimento de água, as necessidades actuais de água para abastecimento estimaram-se a partir das captações úteis e totais e perdas, as quais foram estimadas com base nos dados do INSAAR 2007. As necessidades assim estimadas são de cerca de 397 hm³/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 30% destas necessidades de água são satisfeitas por origens subterrâneas.

As necessidades agora estimadas são bastante superiores às estimadas no anterior Plano (cerca de 40%), devendo-se a diferença aos dados de base utilizados, nomeadamente captações e perdas e ainda ao facto de, no presente estudo, se terem considerado não só as necessidades da população residente (tal como efectuado no anterior Plano), mas também as necessidades da população flutuante.

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 que está ser desenvolvido no âmbito do subcapítulo Pressões naturais e incidências antropogénicas significativas. Os resultados serão apresentados por massa de água.

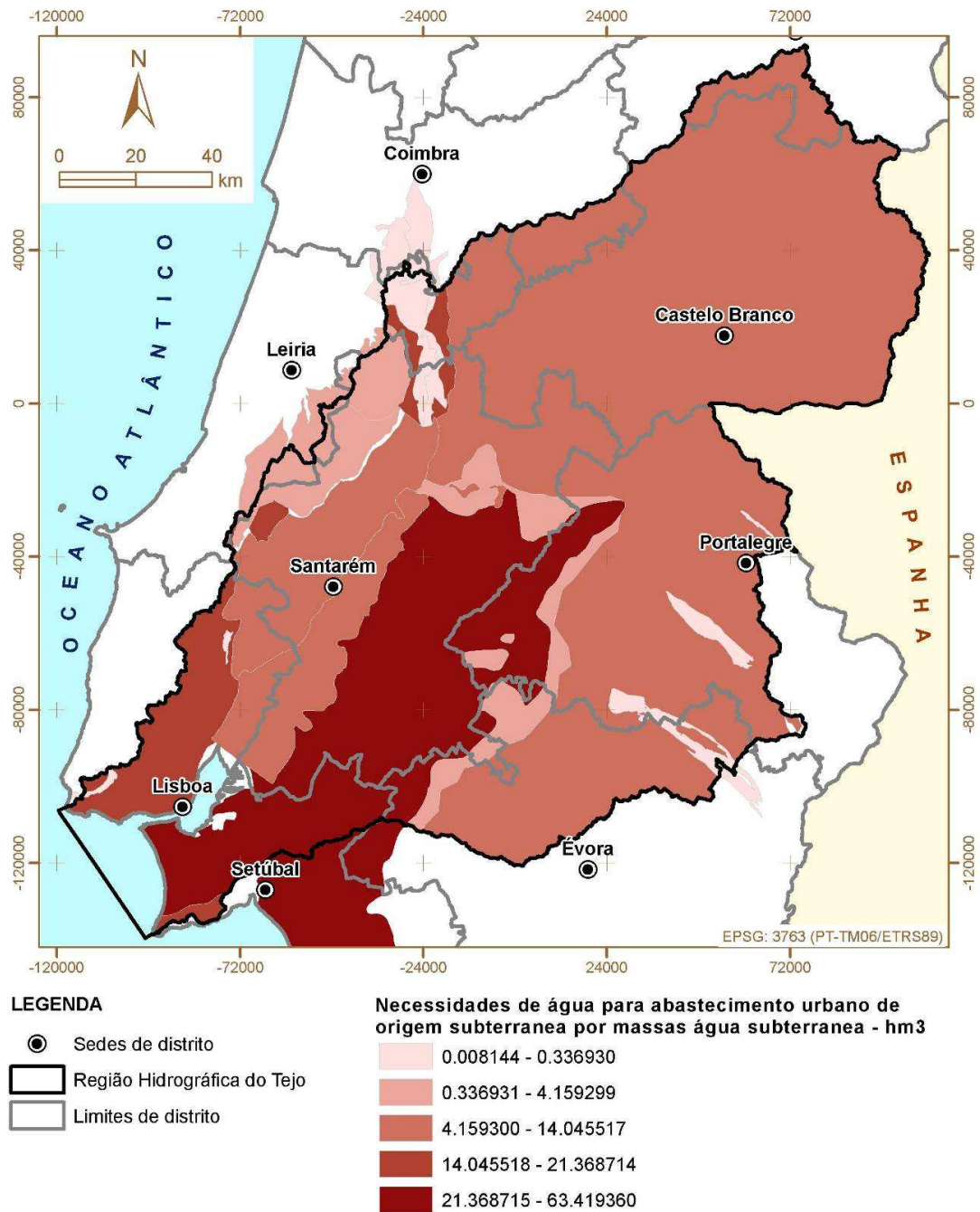


Figura 1.18 – Abastecimento urbano. Necessidades de água satisfeitas por origens subterrâneas, por massa de água subterrânea Estações meteorológicas e respectivas áreas de influência

B. Agricultura

Resumo do anterior Plano

No Plano de Bacia Hidrográfica do Tejo (INAG, 1999) utilizou-se, como informação de base, os dados publicados pelo Instituto de Engenharia Agrícola e Desenvolvimento Rural (IEADR, 1996), onde constam as áreas regadas a nível de concelhos, os dados do Recenseamento Geral Agrícola de 1989, os totais regados entre 1989 e 1994, no âmbito do PEDAP (Programa Específico de Desenvolvimento da Agricultura Portuguesa) e as áreas regadas de 1994 a 1999, no âmbito do PAMAF (Programa de Apoio à Modernização da Agricultura e Florestas). A caracterização dos regadios colectivos de iniciativa pública baseou-se na informação constante da publicação Perímetros de rega em exploração do Instituto de Hidráulica, Engenharia Rural e Ambiente (IHERA, 1997), bem como o Estudo do Regadio (IEADR, 1995). Como fonte de informação para os regadios colectivos tradicionais utilizaram-se os dados fornecidos pelas Direcções Regionais de Agricultura e indicados em Regadios tradicionais e colectivos (IHERA, 1997).

As infra-estruturas de regadio mais importantes da bacia hidrográfica do Tejo eram Alvega, Cova da Beira, Divor, Idanha-a-Nova, Paúl de Magos, este último inserido no aproveitamento do Vale do Sorraia, Penha Garcia (sem rede de rega construída). Apesar de ser aproveitada para o regadio, Loures constitui a principal infra-estrutura de drenagem.

A maior percentagem de SAU (Superfície Agrícola Utilizada) irrigada na bacia do Tejo encontrava-se na região agro-ecológica da Margem Sul, com uma média de 33% da área irrigada. A média nacional era de 23% (IEADR, 1995), apresentando as regiões agro-ecológicas de Cova da Beira, Floresta Centro e Lezíria do Tejo valores superiores à média, com 28%, 25% e 26% respectivamente. Para as regiões agro-ecológicas da Beira Interior/Alto Alentejo e Médio Tejo, as percentagens eram da ordem de 14% e 15%. No que se refere a valores inferiores, salienta-se a região de Lisboa e Tejo Oeste com 7%, sendo a região do Alentejo, com cerca de 4%, a que tinha a menor percentagem de SAU irrigada.

Nas regiões em que a evapotranspiração de referência é superior à precipitação média anual (regiões agro-ecológicas da Cova da Beira, Floresta Centro e Médio Tejo), observava-se maior concentração de regadios colectivos tradicionais. Este facto indica

que os regadios tradicionais são mais abundantes onde é possível o aproveitamento dos escoamentos superficiais. Observa-se também que a relação precipitação/evapotranspiração de referência é menor na região agro-ecológica do Alentejo, na qual se verificava um menor aproveitamento de regadios, quer individuais, quer colectivos.

Na bacia do Tejo preponderavam os sistemas de rega individuais em relação aos colectivos de iniciativa pública e colectivos tradicionais, sendo de 10% a área regada por sistemas de rega de iniciativa pública, 5% por sistemas de rega colectivos tradicionais e os restantes 85% por regadios individuais, de um total de aproximadamente 250 000 ha

Os regadios colectivos de iniciativa pública perfaziam um total de aproximadamente 26 000 ha. As regiões agro-ecológicas com maior percentagem de regadios de iniciativa pública, eram a Lezíria do Tejo, o Alentejo e a Beira Interior/Alto Alentejo, com 15%, 14% e 13% das suas áreas regadas ocupadas por este tipo de regadio, caracterizadas pelos aproveitamentos hidroagrícolas do Sorraia, Divor e Idanha-a-Nova. O aproveitamento hidroagrícola do Sorraia localizado na região agro-ecológica da Lezíria do Tejo, representa mais de metade da área dos regadios colectivos de iniciativa pública, o que se justifica pela aptidão agrícola da região e a disponibilidade dos recursos hídricos.

No que diz respeito aos regadios colectivos tradicionais, a região agro-ecológica que apresenta uma maior percentagem de área regada por aproveitamentos desta natureza era a região do Médio Tejo, com um valor bastante expressivo de cerca de 24%. Não se pôde caracterizar este tipo de regadio por tamanho, uma vez que as áreas podem ser de poucos hectares a aproximadamente 2 000 ha, como é o caso do Vale do Almonda e Caxarias.

Os regadios individuais representavam 85% do total regado na bacia, sendo o único tipo de regadio na região agro-ecológica Margem Sul, a qual tem um dos valores mais altos de utilização de águas subterrâneas do país. As regiões de Lisboa e Tejo Oeste e Floresta Centro, onde não existiam regadios colectivos de iniciativa pública, eram quase na totalidade regadas por regadios individuais, sendo o furo, poço ou nascente a origem de água principal.

Quanto ao potencial de regadios, é de ressaltar que a relação entre a área regável e a área regada na bacia do Tejo era em média de 5,2, valor um pouco superior à média nacional, cujo potencial de regadio é 4 vezes superior ao regadio praticado (IEADR,

1995). As regiões com maior potencial de regadio, ainda não explorado, eram as regiões agro-ecológicas do Alentejo (27,9%) e Lisboa e Tejo Oeste (12,6%). As regiões com menor potencial relativo de regadio encontravam-se na Cova da Beira (2,0%) e Beira Interior/Alto Alentejo (2,0%). O potencial de regadio ainda não explorado na bacia do Tejo era avaliado em aproximadamente 1 milhão de hectares, sendo que a região do Alentejo representava cerca de 610 mil ha e a região da Lezíria do Tejo cerca de 115 mil ha.

Os registos de consumos de água na agricultura limitavam-se, de uma maneira geral, aos regadios de iniciativa pública. Uma vez que a grande maioria dos regadios são classificados como individuais para os quais estes registos não estão disponíveis, recorreu-se ao cálculo desses consumos com base em métodos indirectos de determinação, a partir de um modelo desenvolvido em Portugal, ISAREG com base na metodologia proposta pela FAO.

As eficiências de rega adoptadas neste estudo foram de 55% para as regiões agro-ecológicas de Cova da Beira, Beira Interior e Alto Alentejo, Centro Floresta e Médio Tejo; para as restantes regiões, Lezíria do Tejo, Alentejo Central, Lisboa e Tejo Oeste e Margem Sul, assumiu-se uma eficiência global de rega de 60%.

Os volumes de água consumidos, utilizados e restituídos para cada região agro-ecológica da bacia hidrográfica resultaram da aplicação do modelo ISAREG para o cálculo das necessidades hídricas das culturas e da respectiva eficiência de rega.

Verificou-se que a agricultura apresentava um consumo anual médio de aproximadamente 1 900 hm³ na BHT, consumido de Março a Outubro. Deste total, 1 100 hm³ eram utilizados pelas culturas e os restantes 800 hm³ restituídos ao meio hídrico. No quadro seguinte apresentam-se os volumes necessários para satisfazer as necessidades hídricas das culturas afectadas pelas eficiências dos sistemas de rega, para os anos médio, seco e húmido, tendo em conta a forma de extracção (superficial ou subterrânea).

Quadro 1.8 – Necessidades hídricas anuais superficiais e subterrâneas na agricultura para ano seco, médio e húmido (hm³)

| Sub-bacia | Captações subterrâneas | | | Captações superficiais | | | Total | | |
|-----------|------------------------|------|--------|------------------------|------|--------|-------|------|--------|
| | Médio | Seco | Húmido | Médio | Seco | Húmido | Médio | Seco | Húmido |
| Alenquer | 9 | 10 | 8 | 3 | 3 | 3 | 12 | 13 | 11 |
| Almonda | 31 | 35 | 28 | 12 | 14 | 11 | 43 | 49 | 38 |
| Alviela | 21 | 24 | 19 | 6 | 6 | 5 | 27 | 30 | 24 |
| Aravil | 26 | 28 | 23 | 12 | 13 | 10 | 37 | 41 | 33 |

| Sub-bacia | Captações subterrâneas | | | Captações superficiais | | | Total | | |
|------------------------|------------------------|------|------|------------------------|-----|-----|-------|------|------|
| | | | | | | | | | |
| Bacia endorreica | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| Erges | 30 | 34 | 27 | 20 | 22 | 18 | 50 | 56 | 45 |
| Estuário | 144 | 160 | 128 | 24 | 27 | 21 | 168 | 187 | 149 |
| Grande Lisboa | 3 | 3 | 2 | 1 | 1 | 1 | 3 | 4 | 3 |
| Grande da Pipa | 5 | 5 | 4 | 0 | 0 | 0 | 5 | 5 | 4 |
| Muge | 59 | 65 | 52 | 22 | 25 | 20 | 81 | 90 | 72 |
| Nisa | 3 | 4 | 3 | 6 | 7 | 6 | 10 | 11 | 9 |
| Ocreza | 63 | 69 | 56 | 17 | 19 | 15 | 80 | 89 | 71 |
| Pônsul | 95 | 106 | 84 | 42 | 46 | 37 | 136 | 152 | 121 |
| Ribeiras a Sul do Tejo | 7 | 8 | 6 | 0 | 0 | 0 | 7 | 8 | 7 |
| R. Maior | 72 | 81 | 64 | 24 | 27 | 21 | 96 | 107 | 85 |
| Sever | 4 | 4 | 3 | 7 | 7 | 6 | 10 | 11 | 9 |
| Sorraia | 268 | 298 | 237 | 214 | 238 | 190 | 482 | 536 | 427 |
| Tejo Troço Principal | 211 | 235 | 187 | 65 | 72 | 58 | 276 | 308 | 244 |
| Trancão | 26 | 29 | 23 | 9 | 10 | 8 | 35 | 39 | 32 |
| Zêzere | 324 | 365 | 283 | 46 | 52 | 40 | 370 | 417 | 323 |
| Total | 1400 | 1562 | 1238 | 530 | 592 | 469 | 1930 | 2154 | 1707 |

Fonte: PBH Tejo (INAG, 1999)

As necessidades de água para rega foram definidas por regiões agrárias, por zonas agro-ecológicas, por concelhos e por tipos de regadio, tendo as respectivas estimativas sido elaboradas para ano médio e dentro do ano, por meses. Em média eram de 5 720 m³/ha, valor que esconde situações diversas, sendo de destacar os casos das regiões do Alentejo, Beira Interior/Alto Alentejo e Lezíria do Tejo, com consumos da ordem dos 6 000 m³/ha ou superiores, contra as regiões da Floresta Centro e Lisboa/Tejo Oeste com consumos inferiores a 5 000 m³ /ha, as únicas que possuem médias abaixo do valor encontrado para a BHT.

A análise das necessidades realizada em função dos tipos de regadios existentes na BHT levou às seguintes conclusões mais relevantes:

- os regadios privados, representando os maiores consumidores, necessitam de cerca de 83,0% da água que utilizavam em 83,4% da área regada;
- no pólo oposto situam-se os regadios tradicionais que consumiam 4,9% da água e ocupavam 4,9% da área, situando-se os regadios públicos numa posição intermédia (12,1% das necessidades e 11,8% da área);

- o consumo de água nos regadios tradicionais não tem representatividade na Região da Margem Sul, pois os mesmos são inexistentes, sendo o Médio Tejo a região que apresentava a maior percentagem de área regada por este tipo de regadio (24%);
- o consumo de água para rega nos regadios públicos não se verifica nas regiões da Margem Sul e da Floresta Centro, sendo que a maior concentração do mesmo está na região da Lezíria do Tejo (57%) onde se situa a aproveitamento hidroagrícola do Vale do Sorraia;
- o consumo dos regadios privados é o mais representativo em todas as zonas agroecológicas atrás identificadas.

Em termos da distribuição temporal das utilizações da água pela agricultura na BHT verifica-se que há uma concentração muito elevada do consumo nos meses de Julho e Agosto, na generalidade das zonas agro-ecológicas, principalmente na Lezíria do Tejo, mas também nas zonas da Beira Interior/Alto Alentejo e Cova da Beira.

Plano actual

No presente Plano, considera-se que as necessidades de água para a agricultura correspondem aos volumes de água utilizados na rega. 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 temporal condicionada por todos os factores meteorológicos e hidrológicos que determinam o teor de humidade no solo.

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

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

Estas perdas são bastante diferentes nos regadios individuais e nos regadios colectivos de iniciativa pública de grandes dimensões, pelo que se optou pela determinação dos volumes utilizados para estes dois tipos de regadio em separado. Para os regadios colectivos tradicionais, o cálculo das necessidades de rega fez-se da mesma forma que para os regadios individuais.

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 com base em dados estatísticos de áreas regadas e na simulação de balanços de água no solo. Estes tiveram em consideração as necessidades úteis de rega de uma cultura, com vista à satisfação única das necessidades de transpiração para que não se verifiquem quebras de produção.

No caso dos regadios colectivos de iniciativa pública (aproveitamentos hidroagrícolas geridos por associações de beneficiários), embora exista informação detalhada e rigorosa dos volumes de água utilizados anualmente, à data de preparação deste relatório só foi possível obter esta informação para alguns dos aproveitamentos hidroagrícolas e ainda assim de forma incompleta, pelo que se adoptou uma metodologia de cálculo semelhante à dos regadios individuais, acrescentando apenas a eficiência de transporte, observada nos canais e grandes adutores dos regadios colectivos.

No presente estudo foram considerados os regadios colectivos (ou Aproveitamentos Hidroagrícolas) que se apresentam no quadro seguinte. Para os restantes regadios colectivos de iniciativa pública, de pequena dimensão e em geral geridos por juntas de agricultores e para os regadios colectivos tradicionais aplicou-se a metodologia adoptada para os regadios individuais.

Quadro 1.9 – Principais Aproveitamentos Hidroagrícolas

| Perímetro | Área (ha) |
|-------------------------------|-----------|
| Alvega | 436 |
| Cova da Beira | 13 044 |
| Divor | 518 |
| Idanha-a-Nova | 8 424 |
| Minutos | 1 544 |
| Sorraia | 16 785 |
| Vila Franca de Xira (Lezíria) | 13 226 |
| Total | 53 997 |

Estes Aproveitamentos Hidroagrícolas não são regados na sua totalidade, variando a área regada de ano para ano, em função das condições climáticas, de mercado e outras. No quadro seguinte apresentam-se as áreas regadas nestes aproveitamentos nos anos de 2008 e 2009, verificando-se que variou entre 40 a 46%. No entanto, é de referir que o Aproveitamento Hidroagrícola da Cova da Beira ainda não se encontra totalmente equipado.

Quadro 1.10 – Áreas regadas nos principais Aproveitamentos Hidroagrícolas em 2008 e 2009 (ha)

| Perímetro | Área em 2008 (ha) | Área em 2009 (ha) |
|-------------------------------|-------------------|-------------------|
| Alvega | 255 | 132 |
| Cova da Beira | 1 312 | 1 042 |
| Divor | 441 | 332 |
| Idanha-a-Nova | 3 938 | 1 947 |
| Minutos | - | 1 183 |
| Sorraia | 12 432 | 9 994 |
| Vila Franca de Xira (Lezíria) | 6 566 | 6 974 |
| Total | 24 944 | 21 604 |

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 (INAG, 2001), com dados de Outubro de 1959 a Setembro de 1988, devido à impossibilidade de actualização das mesmas séries. No quadro seguinte apresentam-se as principais características destas estações.

Quadro 1.11 – Estações meteorológicas consideradas

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

O presente estudo incidiu sobre uma área total de 25 665 km², 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 representam-se as estações meteorológicas utilizadas e as áreas de influência de cada uma delas.

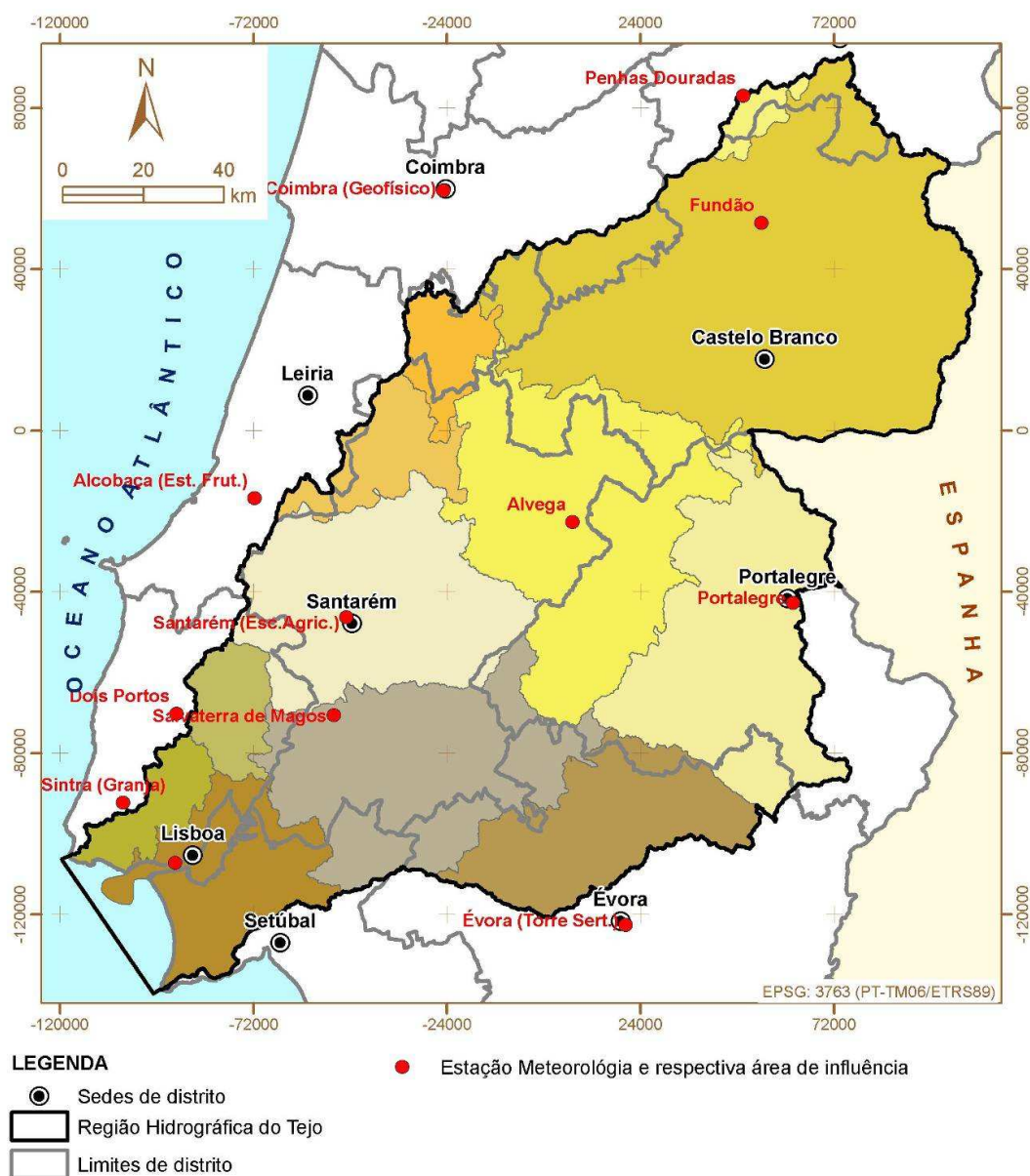


Figura 1.19 – Estações meteorológicas e respectivas áreas de influência

A evapotranspiração de referência (ET₀) 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 ET₀ obtidos para as diferentes estações meteorológicas e para os anos médio, seco e muito seco, ou seja, que apresentam uma probabilidade de não ser excedida em 50%, 80% e 95% dos anos, respectivamente.

Quadro 1.12 – Evapotranspiração de referência (ET₀, mm/ano)

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

Para o apuramento das áreas regadas analisaram-se a cartografia digital referente ao uso do solo, Corine Land Cover, 2006 ou CLC2006, disponibilizada pelo Instituto Geográfico Português (IGP) e os dados do Recenseamento Geral da Agricultura de 1999 (RGA'99), fornecidos pelo Instituto Nacional de Estatística (INE).

Foram ainda consultadas as associações de beneficiários dos aproveitamentos hidroagrícolas incluídos na bacia do Tejo para o levantamento das áreas regadas nestes regadios colectivos, assim como para a distribuição das culturas praticadas nessas áreas.

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, admitiu-se que toda a área representada de Olival, Vinha, Pomar e Prado se encontrava em regadio.

A comparação das áreas de regadio CLC2006 com os dados do RGA'99 mostrou, porém, que a área medida na CLC2006 era muito inferior à indicada nos dados estatísticos (menos de metade). Embora seja expectável a redução da área regada no período de 1999 a 2006, considerou-se diminuta a probabilidade de ocorrência de uma tão grande redução. A determinação das áreas regadas foi assim efectuada com base

nos dados do RGA'99 para os vários concelhos da bacia, tendo-se considerado a carta CLC2006 como meramente indicadora da concentração dessas áreas na bacia hidrográfica do Tejo.

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

As culturas praticadas foram agrupadas de acordo com as suas características agronómicas, tendo-se escolhido uma cultura representativa de cada agrupamento cultural. Assim, no presente estudo consideraram-se os grupos e culturas representativas indicadas no quadro seguinte:

Quadro 1.13 – Culturas representativas

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

Nos quadros seguintes apresentam-se as áreas de regadio individual, colectivo e total na bacia do Tejo, em hectares e em percentagem de área, para as várias culturas consideradas.

Na região da bacia hidrográfica do Tejo verificou-se uma redução de 39 808 ha na área regada entre 1989 e 1999, tendo passado de 251 228 ha (área regada indicada no anterior Plano) para 211 420 ha (RGA'99).

Verifica-se que a cultura com maior representatividade no regadio é o milho-grão, com 28,4% da área total das culturas regadas. Segue-se-lhe o grupo das hortícolas e das hortícolas para a indústria que ocupa 23,9% da área de regadio.

Quadro 1.14 – Área das culturas regadas na bacia hidrográfica (hectares)

| Cultura | Regadio individual | Regadio colectivo | Total |
|------------|--------------------|-------------------|-----------|
| Trigo | 10 351,9 | 1 813,7 | 12 165,6 |
| Milho-grão | 52 406,1 | 7 626,6 | 60 032,7 |
| Fornagem | 34 216,3 | 4 297,9 | 38 514,2 |
| Tomate | 44 172,2 | 6 412,7 | 50 584,9 |
| Girassol | 5 739,3 | 1 328,5 | 7 067,8 |
| Arroz | 9 066,1 | 2 994,1 | 12 060,2 |
| Vinha | 3 658,2 | 86,9 | 3 745,1 |
| Pomar | 12 169,3 | 863,2 | 13 032,5 |
| Olival | 5 548,7 | 277,9 | 5 826,6 |
| Prado | 7 529,9 | 860,4 | 8 390,3 |
| Total | 184 858,0 | 26 561,9 | 211 419,9 |

Quadro 1.15 – Culturas regadas na bacia hidrográfica, em % de área

| Cultura | Regadio individual | Regadio colectivo | Total |
|------------|--------------------|-------------------|-------|
| Trigo | 5,6 | 6,8 | 5,8 |
| Milho-grão | 28,3 | 28,7 | 28,4 |
| Fornagem | 18,5 | 16,2 | 18,2 |
| Tomate | 23,9 | 24,1 | 23,9 |
| Girassol | 3,1 | 5,0 | 3,3 |
| Arroz | 4,9 | 11,3 | 5,7 |
| Vinha | 2,0 | 0,3 | 1,8 |
| Pomar | 6,6 | 3,2 | 6,2 |
| Olival | 3,0 | 1,0 | 2,8 |
| Prado | 4,1 | 3,2 | 4,0 |
| Total | 100,0 | 100,0 | 100,0 |

Para a realização do balanço hídrico do solo é necessário definir alguns parâmetros culturais para as diversas culturas consideradas. Seguidamente apresenta-se 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, ET_c com a evapotranspiração de referência, ET_o . 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, a 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, sendo maior a sua influência sobre as dotações de rega e intervalos entre regas do que propriamente sobre as necessidades globais de rega. As culturas que apresentam um sistema radicular mais profundo poderão beneficiar das reservas iniciais de água existentes nas camadas mais profundas do solo, o que se traduz numa ligeira economia nas necessidades globais de rega.

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

Para o balanço hídrico do solo é ainda 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 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 com os solos arenosos (ligeiros).

As necessidades globais são ligeiramente inferiores nos solos de textura pesada pois, 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 torna-se necessário começar a rega mais cedo.

A RU do solo tem influência ao nível das dotações de rega e dos intervalos entre regas, tendo influência pouco significativa nas necessidades globais de rega.

As características pedológicas foram estimadas, para as referidas 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) de 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). Este balanço foi realizado para cada uma das principais culturas regadas na região, sendo as necessidades globais resultantes da ponderação das necessidades por cultura com a respectiva proporção de área.

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 deste 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.

Os valores das necessidades de água úteis para rega das culturas (vulgarmente designadas por dotação anual de rega) foram directamente obtidos pelo programa ISAREG, como já referido. Este balanço foi realizado para cada um dos grupos de culturas representativos, para todas as regiões dominadas pelas estações meteorológicas seleccionadas.

Os valores das necessidades de água úteis para rega das culturas (vulgarmente designadas por dotação anual de rega) foram directamente obtidos pelo programa ISAREG, como já referido. Este balanço foi realizado para cada um dos grupos de culturas representativos, para todas as regiões dominadas pelas estações meteorológicas seleccionadas. Para cálculo da evapotranspiração de referência foi utilizado o modelo de Penman-Monteith.

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. Considerou-se como ano seco e ano muito seco aqueles cujas necessidades hídricas não serão ultrapassadas em 80% e de 95 % dos anos respectivamente.

Quadro 1.16 – Necessidades hídricas úteis anuais – Estação de Alcobaça

| Cultura | Ano Médio (50%) | Ano Seco (80%) | Ano Muito Seco (95%) |
|----------------|----------------------------|---------------------------|---------------------------------|
| 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 1.17 – Necessidades hídricas úteis anuais – Estação de Alvega

| Cultura | Ano Médio (50%) | Ano Seco (80%) | Ano Muito Seco (95%) |
|----------------|----------------------------|---------------------------|---------------------------------|
| Trigo | 131 | 190 | 246 |
| Milho-grão | 474 | 511 | 547 |
| Fornagem | 382 | 429 | 474 |
| Tomate | 437 | 487 | 535 |
| Girassol | 385 | 431 | 475 |
| Vinha | 170 | 216 | 260 |
| Pomar | 335 | 389 | 440 |
| Olival | 186 | 224 | 260 |
| Prado | 483 | 541 | 597 |

Quadro 1.18 – Necessidades hídricas úteis anuais – Estação de Coimbra

| Cultura | Ano Médio (50%) | Ano Seco (80%) | Ano Muito Seco (95%) |
|----------------|----------------------------|---------------------------|---------------------------------|
| Trigo | 169 | 258 | 344 |
| Milho-grão | 482 | 534 | 584 |
| Fornagem | 383 | 447 | 508 |
| Tomate | 457 | 521 | 583 |
| Girassol | 384 | 443 | 499 |
| Vinha | 152 | 217 | 278 |
| Pomar | 337 | 410 | 480 |
| Olival | 151 | 197 | 242 |
| Prado | 524 | 600 | 673 |

Quadro 1.19 – Necessidades hídricas úteis anuais – Estação de Dois Portos

| Cultura | Ano Médio (50%) | Ano Seco (80%) | Ano Muito Seco (95%) |
|----------------|----------------------------|---------------------------|---------------------------------|
| 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 1.20 – Necessidades hídricas úteis anuais – Estação de Évora

| Cultura | Ano Médio (50%) | Ano Seco (80%) | Ano Muito Seco (95%) |
|----------------|----------------------------|---------------------------|---------------------------------|
| Trigo | 193 | 266 | 337 |
| Milho-grão | 565 | 614 | 660 |
| Fornagem | 565 | 614 | 660 |
| Tomate | 509 | 565 | 619 |
| Girassol | 452 | 504 | 552 |
| Vinha | 201 | 254 | 305 |
| Pomar | 402 | 462 | 519 |
| Olival | 237 | 281 | 323 |
| Prado | 599 | 666 | 730 |

Quadro 1.21 – Necessidades hídricas úteis anuais – Estação do Fundão

| Cultura | Ano Médio (50%) | Ano Seco (80%) | Ano Muito Seco (95%) |
|----------------|----------------------------|---------------------------|---------------------------------|
| Trigo | 97 | 165 | 229 |
| Milho-grão | 496 | 550 | 601 |
| Fornagem | 394 | 451 | 506 |
| Tomate | 461 | 522 | 580 |
| Girassol | 397 | 454 | 509 |
| Vinha | 154 | 210 | 263 |
| Pomar | 334 | 400 | 464 |
| Olival | 163 | 212 | 259 |
| Prado | 495 | 572 | 646 |

Quadro 1.22 – Necessidades hídricas úteis anuais – Estação de Lisboa/Tapada da Ajuda

| Cultura | Ano Médio (50%) | Ano Seco (80%) | Ano Muito Seco (95%) |
|----------------|----------------------------|---------------------------|---------------------------------|
| Trigo | 134 | 188 | 239 |
| Milho-grão | 453 | 497 | 540 |
| Fornagem | 354 | 398 | 441 |
| Tomate | 420 | 467 | 513 |
| Girassol | 363 | 408 | 451 |
| Vinha | 173 | 218 | 260 |
| Pomar | 345 | 394 | 440 |
| Olival | 197 | 235 | 272 |
| Prado | 499 | 557 | 613 |

Quadro 1.23 – Necessidades hídricas úteis anuais – Estação de Portalegre

| Cultura | Ano Médio (50%) | Ano Seco (80%) | Ano Muito Seco (95%) |
|----------------|----------------------------|---------------------------|---------------------------------|
| Trigo | 106 | 176 | 243 |
| Milho-grão | 490 | 538 | 584 |
| Fornagem | 391 | 448 | 501 |
| Tomate | 456 | 514 | 570 |
| Girassol | 393 | 445 | 495 |
| Vinha | 152 | 202 | 250 |
| Pomar | 329 | 391 | 450 |
| Olival | 165 | 202 | 238 |
| Prado | 492 | 554 | 613 |

Quadro 1.24 – Necessidades hídricas úteis anuais – Estação de Salvaterra de Magos

| Cultura | Ano Médio (50%) | Ano Seco (80%) | Ano Muito Seco (95%) |
|----------------|----------------------------|---------------------------|---------------------------------|
| Trigo | 161 | 218 | 273 |
| Milho-grão | 457 | 496 | 534 |
| Fornagem | 367 | 414 | 459 |
| Tomate | 423 | 474 | 522 |
| Girassol | 374 | 420 | 464 |
| Vinha | 179 | 228 | 274 |
| Pomar | 344 | 399 | 450 |
| Olival | 197 | 235 | 271 |
| Prado | 492 | 554 | 613 |

Quadro 1.25 – Necessidades hídricas úteis anuais – Estação de Santarém

| Cultura | Ano Médio (50%) | Ano Seco (80%) | Ano Muito Seco (95%) |
|----------------|----------------------------|---------------------------|---------------------------------|
| Trigo | 129 | 187 | 243 |
| Milho-grão | 466 | 506 | 544 |
| Fornagem | 376 | 422 | 465 |
| Tomate | 429 | 477 | 522 |
| Girassol | 378 | 420 | 461 |
| Vinha | 173 | 220 | 266 |
| Pomar | 338 | 389 | 438 |
| Olival | 191 | 226 | 259 |
| Prado | 485 | 542 | 597 |

Quadro 1.26 – Necessidades hídricas úteis anuais – Estação de Sintra

| Cultura | Ano Médio (50%) | Ano Seco (80%) | Ano Muito Seco (95%) |
|------------|--------------------|-------------------|-------------------------|
| 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 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, factores que condicionam e determinam a eficiência de utilização da água.

Devido à falta de informação estatística no que diz respeito 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 para os grupos de culturas representativos.

Quadro 1.27 – Distribuição dos métodos de rega por cultura (% da área)

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

Para os diferentes métodos de rega consideraram-se as eficiências de aplicação e distribuição indicadas no quadro seguinte.

Quadro 1.28 – Eficiências de aplicação e distribuição dos métodos de rega (%)

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

Para os regadios colectivos iniciativa pública, com sistemas de adução e distribuição constituídos essencialmente por canais e grandes adutores, em geral com grande desenvolvimento, considerou-se ainda uma eficiência de transporte, para além das anteriores eficiências. Com base na informação cedida pelas associações de regantes, considerou-se uma eficiência de 65 %, para o perímetro de Idanha-a-Nova, enquanto que para os restantes perímetros se adoptou uma eficiência de 85 %.

No que se refere à cultura do arroz, visto ter outras necessidades de água para além das já referidas, nomeadamente para maneiço da cultura e inundação dos canteiros, considerou-se uma dotação média de 12 500 m³/ha, independentemente do tipo de ano em análise com base nas informações recolhidas junto de agricultores e de associações de beneficiários.

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

Os valores das necessidades totais de água pelos regadios individuais estão indicados no quadro apresentado seguidamente.

Quadro 1.29 – Necessidades hídricas totais anuais nos regadios individuais (hm³)

| Sub-bacia | Ano Médio (50%) | Ano Seco (80%) | Ano Muito Seco (95%) |
|---------------------------|--------------------|-------------------|-------------------------|
| Estuário | 75,051 | 82,956 | 90,500 |
| Grande Lisboa | 2,786 | 3,110 | 3,419 |
| Ribeira de Magos | 29,917 | 32,101 | 34,185 |
| Ribeira de Muge | 29,177 | 31,319 | 33,362 |
| Ribeira de Nisa | 1,285 | 2,957 | 3,351 |
| Ribeira do Aravil | 6,381 | 7,232 | 8,044 |
| Ribeiras Costeiras do Sul | 0,675 | 0,755 | 0,832 |
| Rio Alenquer | 4,601 | 5,175 | 5,722 |
| Rio Almonda | 26,543 | 26,579 | 26,579 |

| Sub-bacia | Ano Médio (50%) | Ano Seco (80%) | Ano Muito Seco (95%) |
|------------------------------------|----------------------------|---------------------------|---------------------------------|
| Rio Alviela | 15,183 | 16,748 | 18,225 |
| Rio Erges | 2,150 | 2,417 | 2,672 |
| Rio Grande da Pipa | 0,824 | 0,931 | 1,032 |
| Rio Maior | 44,903 | 49,538 | 53,963 |
| Rio Ocreza | 18,773 | 21,355 | 23,819 |
| Rio Pônsul | 34,936 | 39,818 | 44,478 |
| Rio Sever | 1,054 | 1,736 | 1,953 |
| Rio Sorraia | 180,268 | 201,391 | 218,400 |
| Rio Trancão | 8,863 | 9,880 | 10,851 |
| Rio Zêzere | 82,760 | 94,557 | 105,325 |
| Tejo Inferior | 47,605 | 52,286 | 56,753 |
| Tejo Superior | 28,187 | 31,552 | 34,715 |
| Vala de Alpiarça e Ribeira de Ulme | 44,150 | 48,400 | 52,456 |
| Total | 686,073 | 762,792 | 830,636 |

Os valores das necessidades totais de água para os regadios colectivos de iniciativa pública de maior dimensão, considerados neste Plano, indicam-se no quadro seguinte.

Quadro 1.30 – Necessidades hídricas totais anuais nos regadios colectivos (hm³)

| Sub-bacia | Ano Médio (50%) | Ano Seco (80%) | Ano Muito Seco (95%) |
|-------------------|----------------------------|---------------------------|---------------------------------|
| Estuário | 25,281 | 28,088 | 30,766 |
| Ribeira de Magos | 1,855 | 1,997 | 2,134 |
| Ribeira do Aravil | 10,015 | 11,331 | 12,588 |
| Rio Pônsul | 24,569 | 27,817 | 30,916 |
| Rio Sorraia | 113,189 | 121,112 | 128,673 |
| Rio Zêzere | 8,706 | 9,876 | 10,992 |
| Tejo Inferior | 3,323 | 3,623 | 3,908 |
| Tejo Superior | 1,521 | 1,680 | 1,832 |
| Total | 188,460 | 205,524 | 221,809 |

As necessidades totais de água para rega na bacia do Tejo, indicadas no quadro seguinte, resultaram da soma das necessidades dos regadios individuais e dos colectivos.

Quadro 1.31 – Necessidades hídricas totais anuais (hm³)

| Sub-bacia | Ano Médio (50%) | Ano Seco (80%) | Ano Muito Seco (95%) |
|------------------------------------|----------------------------|---------------------------|---------------------------------|
| Estuário | 100,332 | 111,044 | 121,266 |
| Grande Lisboa | 2,786 | 3,110 | 3,419 |
| Ribeira de Magos | 31,771 | 34,098 | 36,319 |
| Ribeira de Muge | 29,177 | 31,319 | 33,362 |
| Ribeira de Nisa | 1,285 | 2,957 | 3,351 |
| Ribeira do Aravil | 16,396 | 18,563 | 20,632 |
| Ribeiras Costeiras do Sul | 0,675 | 0,755 | 0,832 |
| Rio Alenquer | 4,601 | 5,175 | 5,722 |
| Rio Almonda | 26,543 | 26,579 | 26,579 |
| Rio Alviela | 15,183 | 16,748 | 18,225 |
| Rio Erges | 2,150 | 2,417 | 2,672 |
| Rio Grande da Pipa | 0,824 | 0,931 | 1,032 |
| Rio Maior | 44,903 | 49,538 | 53,963 |
| Rio Ocreza | 18,773 | 21,355 | 23,819 |
| Rio Pônsul | 59,506 | 67,635 | 75,394 |
| Rio Sever | 1,054 | 1,736 | 1,953 |
| Rio Sorraia | 293,457 | 322,502 | 347,073 |
| Rio Trancão | 8,863 | 9,880 | 10,851 |
| Rio Zêzere | 91,466 | 104,433 | 116,318 |
| Tejo Inferior | 50,928 | 55,908 | 60,661 |
| Tejo Superior | 29,708 | 33,232 | 36,546 |
| Vala de Alpiarça e Ribeira de Ulme | 44,150 | 48,400 | 52,456 |
| Total | 874,533 | 968,316 | 1052,445 |

Os consumos totais de água para rega estimados para a bacia hidrográfica do Tejo são de 874,5 hm³ em ano médio (50%), 968,3 hm³ em ano seco (80%) e 1 052,4 hm³ em ano muito seco (95%).

As necessidades de água para rega estimadas no anterior Plano eram de 1 931 hm³ para ano médio e de 2 155 hm³ para ano seco. Constatam-se portanto uma importante diminuição nos consumos de água, que se reduzem em 1 056,5 hm³ no ano médio e em 1 187 hm³ no ano seco.

Esta diminuição nos valores dos consumos de água para rega deve-se, por um lado à importante redução de áreas regadas, cerca de 40 mil hectares entre 1989 e 1999; e por outro lado, aos baixos valores da eficiência considerados no anterior plano, de apenas 55% e 60%, para todo o tipo de regadios.

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 do Tejo encontram-se em exploração os regadios indicados no início deste subcapítulo. 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’99. 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 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 estimaram 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 1.32 – Necessidades hídricas totais anuais satisfeitas por origens subterrâneas. Consumo por massa de água subterrânea (hm³)

| Massa de água | | Ano Médio | Ano Seco | Ano Muito Seco |
|--|---------|-----------|----------|----------------|
| Designação | Código | (50%) | (80%) | (95%) |
| Sicó – Alvaiázere | O11 | 1,526 | 1,714 | 1,887 |
| Maciço Calcário Estremenho | O20 | 7,557 | 8,362 | 8,967 |
| Penela – Tomar | O9 | 0,789 | 0,892 | 0,965 |
| Maciço Antigo indiferenciado da Bacia do Tejo | A0x1RH5 | 1,180 | 1,455 | 1,639 |
| Escusa | A2 | 0,047 | 0,075 | 0,085 |
| Monforte – Alter do Chão | A3 | 0,815 | 0,983 | 1,110 |
| Estremoz - Cano | A4 | 2,351 | 2,740 | 3,058 |
| Orla Ocidental Indiferenciada da Bacia do Tejo | O01RH5 | 5,420 | 6,035 | 6,597 |
| Ourém | O15 | 2,638 | 3,006 | 3,290 |
| Ota - Alenquer | O26 | 0,084 | 0,095 | 0,105 |
| Pisões - Atrozela | O28 | 0,089 | 0,100 | 0,111 |
| Bacia do Tejo-Sado indiferenciado da Bacia do Tejo | T01RH5 | 27,770 | 30,475 | 33,052 |
| Bacia do Tejo-Sado/ Margem Direita | T1 | 83,355 | 89,988 | 96,174 |
| Bacia do Tejo-Sado/ Margem Esquerda | T3 | 309,051 | 333,983 | 357,777 |
| Aluviões do Tejo | T7 | 124,052 | 133,598 | 142,708 |
| Sub-total | | 566,723 | 613,500 | 657,523 |

A diferença entre o volume total satisfeito por massas de água subterrâneas (566,7 hm³) e as necessidades totais (874,5 hm³) corresponde ao volume satisfeito pelas massas de água superficiais (307,8 hm³).

Na figura seguinte apresentam-se as necessidades de água para rega em ano médio associadas às massas de água subterrâneas.

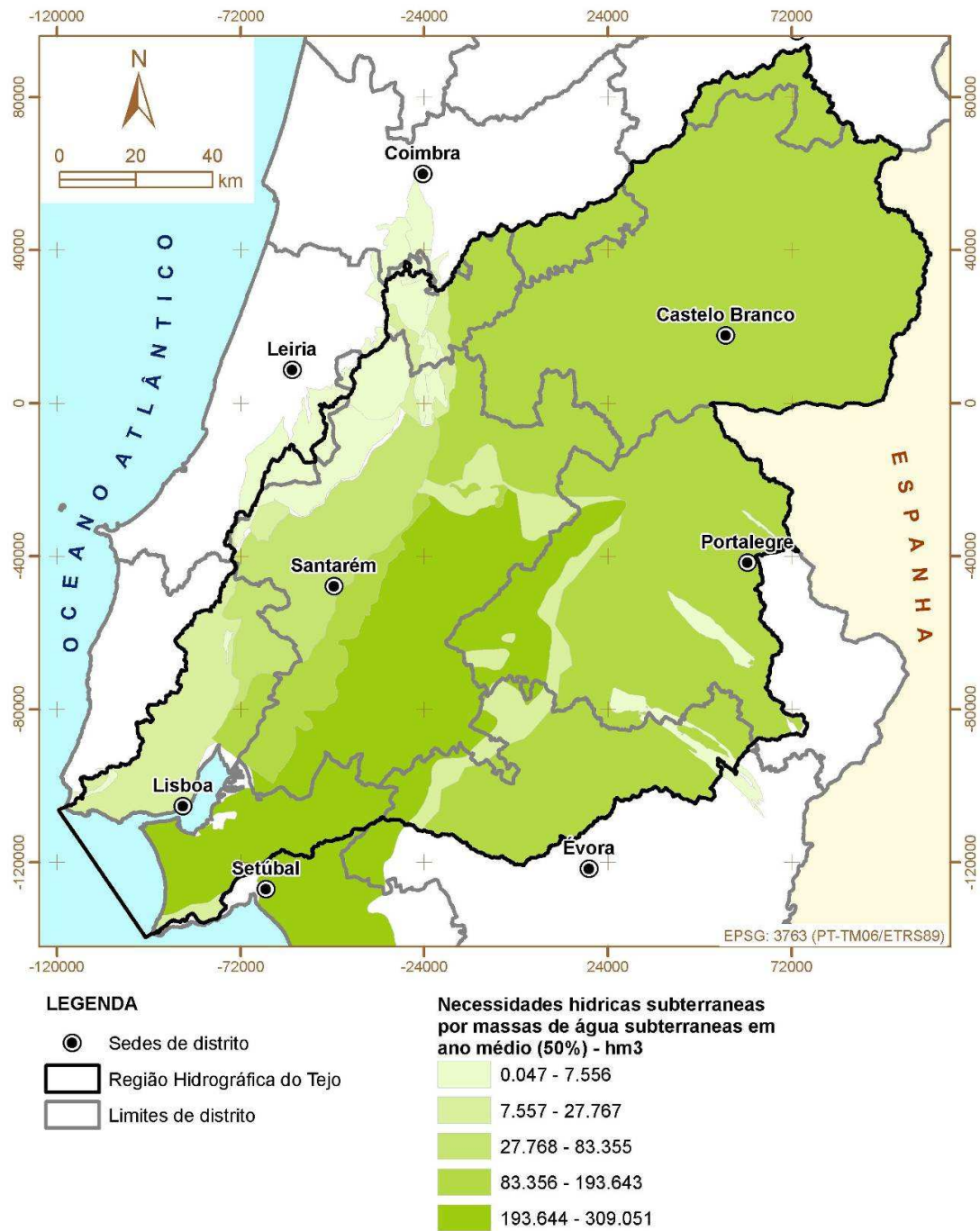


Figura 1.20 – Necessidades hídricas totais satisfeitas por origens subterrâneas. Consumos de rega por massa de água subterrânea (hm³)

C. Pecuária

Resumo do anterior Plano

No anterior Plano, 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 1989, efectuado pelo Instituto Nacional de Estatística (INE). Afectaram-se estes efectivos na proporção correspondente à percentagem da área do concelho inserida na região da bacia hidrográfica do Tejo e dos consumos unitários por tipo animal. Como se pode ver no quadro seguinte, as necessidades anuais de água no sector pecuário eram da ordem de 10 hm³.

Quadro 1.33 – Necessidades anuais do sector pecuário por região agro-ecológica (hm³/ano)
Fonte: PBH Tejo (INAG, 1999)

| Região agro-ecológica | Bovinos | Suínos | Ovinos | Caprinos | Total |
|----------------------------------|---------|--------|--------|----------|-------|
| Alentejo | 1,49 | 0,17 | 0,69 | 0,03 | 2,39 |
| Beira Interior/ Alto Alentejo | 0,60 | 0,06 | 0,34 | 0,09 | 1,09 |
| Cova da Beira | 0,48 | 0,06 | 0,14 | 0,06 | 0,74 |
| Floresta Centro | 0,32 | 0,17 | 0,06 | 0,08 | 0,64 |
| Lezíria | 1,09 | 0,81 | 0,14 | 0,03 | 2,08 |
| Lisboa e Tejo Oeste | 0,71 | 0,27 | 0,11 | 0,02 | 1,11 |
| Margem Sul | 0,49 | 0,48 | 0,09 | 0,01 | 1,06 |
| Médio Tejo | 0,39 | 0,21 | 0,11 | 0,05 | 0,75 |
| Total | 5,57 | 2,23 | 1,69 | 0,37 | 9,86 |

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 78/2002, de 25 de Junho.

Tal como previsto na metodologia apresentada, dada que o Recenseamento Geral Agrícola (RGA) de 2009 só estará disponível em Dezembro de 2010, 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 (nº de animais e nº de explorações para todas as espécies);
- Quadro 10, Explorações segundo o número de bovinos (nº de animais e nº de explorações);
- Quadro 11, Explorações segundo o número de ovinos (nº de animais e nº de explorações);
- Quadro 12, Explorações segundo o número de caprinos (nº de animais e nº de explorações);
- Quadro 13, Explorações segundo o número de suínos (nº de animais e nº 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 DL nº 214/2008 e aditamentos do Decreto-Lei nº78/2010. 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:

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

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 então 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 1.34 – Efectivos animais por concelho, espécie animal e sistema de produção

| Concelhos | % Área concelho | Bovinos | | Suínos | | Ovinos | | Caprinos | | Total | |
|---------------|-----------------|-----------|-----------|-----------|-----------|-----------|-----------|-----------|-----------|-----------|-----------|
| | | Extensivo | Intensivo | Extensivo | Intensivo | Extensivo | Intensivo | Extensivo | Intensivo | Extensivo | Intensivo |
| Abrantes | 1,00 | 1 138 | 3 329 | 542 | 0 | 3 445 | 13 424 | 1 628 | 361 | 6 753 | 17 114 |
| Alcanena | 1,00 | 65 | 9 023 | 312 | 308 | 2 515 | 726 | 751 | 1 370 | 3 643 | 11 427 |
| Alcobaça | 0,01 | 3 | 32 | 90 | 2 411 | 77 | 17 | 12 | 10 | 182 | 2 471 |
| Alcochete | 1,00 | 0 | 0 | 205 | 17 447 | 235 | 849 | 0 | 0 | 440 | 18 296 |
| Alenquer | 0,95 | 242 | 765 | 694 | 6 576 | 2 372 | 4 215 | 401 | 219 | 3710 | 11 775 |
| Almada | 1,00 | 32 | 234 | 130 | 0 | 334 | 440 | 36 | 0 | 532 | 674 |
| Almeirim | 1,00 | 17 | 0 | 276 | 1 247 | 606 | 764 | 53 | 0 | 952 | 2 011 |
| Alpiarça | 1,00 | 0 | 0 | 57 | 0 | 415 | 364 | 14 | 0 | 486 | 364 |
| Alter do Chão | 1,00 | 25 | 9 016 | 10 | 0 | 1 333 | 18 525 | 145 | 0 | 1 513 | 27 541 |
| Alvaiázere | 1,00 | 153 | 0 | 1 871 | 0 | 3 143 | 1 160 | 2 947 | 214 | 8 114 | 1 374 |
| Amadora | 1,00 | 0 | 0 | 0 | 0 | 91 | 328 | 33 | 0 | 124 | 328 |
| Ansião | 0,80 | 308 | 28 | 2 335 | 2 567 | 5 692 | 175 | 2 461 | 0 | 10 797 | 2 770 |
| Arraiolos | 0,95 | 40 | 15 335 | 721 | 23 389 | 1 945 | 32 726 | 129 | 1460 | 2 836 | 72 910 |

| Concelhos | % Área concelho | Bovinos | | Suínos | | Ovinos | | Caprinos | | Total | |
|---------------------|-----------------|-----------|-----------|-----------|-----------|-----------|-----------|-----------|-----------|-----------|-----------|
| | | Extensivo | Intensivo | Extensivo | Intensivo | Extensivo | Intensivo | Extensivo | Intensivo | Extensivo | Intensivo |
| Arronches | 0,03 | 2 | 278 | 12 | 32 | 42 | 499 | 13 | 18 | 69 | 827 |
| Arruda dos Vinhos | 1,00 | 88 | 382 | 181 | 8 260 | 1 288 | 1 796 | 136 | 0 | 1 693 | 10 438 |
| Avis | 1,00 | 0 | 5 888 | 286 | 0 | 946 | 38 315 | 84 | 0 | 1 316 | 44 203 |
| Azambuja | 1,00 | 281 | 1 831 | 339 | 37 066 | 1 077 | 1 126 | 335 | 1 034 | 2 032 | 41 057 |
| Barreiro | 1,00 | 6 | 0 | 10 | 0 | 458 | 0 | 7 | 0 | 481 | 0 |
| Batalha | 0,24 | 83 | 50 | 345 | 3 793 | 325 | 0 | 271 | 49 | 1 025 | 3 891 |
| Belmonte | 1,00 | 271 | 309 | 650 | 0 | 1 181 | 7 690 | 91 | 0 | 2 193 | 7 999 |
| Benavente | 1,00 | 46 | 1 100 | 290 | 16 190 | 1 182 | 4 525 | 114 | 445 | 1 632 | 22 260 |
| Borba | 0,38 | 50 | 370 | 171 | 3 082 | 752 | 5 801 | 115 | 77 | 1 087 | 9 330 |
| Cadaval | 0,15 | 69 | 525 | 165 | 2 897 | 126 | 78 | 87 | 126 | 447 | 3 626 |
| Caldas da Rainha | 0,02 | 0 | 55 | 97 | 1110 | 38 | 10 | 13 | 4 | 148 | 1 179 |
| Cartaxo | 1,00 | 88 | 687 | 137 | 32 297 | 792 | 642 | 45 | 0 | 1 602 | 33 626 |
| Cascais | 0,81 | 29 | 0 | 0 | 189 | 556 | 730 | 120 | 0 | 705 | 919 |
| Castanheira de Pêra | 1,00 | 6 | 0 | 19 | 0 | 115 | 0 | 213 | 0 | 352 | 0 |

| Concelhos | % Área concelho | Bovinos | | Suínos | | Ovinos | | Caprinos | | Total | |
|---------------------|-----------------|-----------|-----------|-----------|-----------|-----------|-----------|-----------|-----------|-----------|-----------|
| | | Extensivo | Intensivo | Extensivo | Intensivo | Extensivo | Intensivo | Extensivo | Intensivo | Extensivo | Intensivo |
| Castelo Branco | 1,00 | 265 | 1 857 | 1 998 | 5 065 | 8 947 | 71 500 | 9 864 | 4 214 | 21 074 | 82 636 |
| Castelo de Vide | 1,00 | 53 | 3 648 | 113 | 0 | 2 102 | 4 841 | 667 | 632 | 2 935 | 9 121 |
| Chamusca | 1,00 | 28 | 5 394 | 43 | 0 | 604 | 3 920 | 154 | 0 | 829 | 9 314 |
| Constância | 1,00 | 0 | 0 | 5 | 0 | 137 | 0 | 33 | 0 | 175 | 0 |
| Coruche | 1,00 | 161 | 16 441 | 1 100 | 19 200 | 2 189 | 18 253 | 642 | 283 | 4 092 | 54 177 |
| Covilhã | 1,00 | 1 080 | 2 788 | 2 064 | 4 759 | 2 287 | 13 141 | 279 | 0 | 5 710 | 20 687 |
| Crato | 1,00 | 80 | 9 372 | 150 | 0 | 1 860 | 17 913 | 266 | 866 | 2 356 | 28 151 |
| Elvas | 0,11 | 6 | 1 863 | 50 | 133 | 273 | 2 791 | 2 | 0 | 331 | 4 787 |
| Entroncamento | 1,00 | 0 | 0 | 28 | 0 | 84 | 0 | 406 | 2 699 | 518 | 2 699 |
| Estremoz | 0,90 | 103 | 6 493 | 796 | 11 884 | 3 801 | 42 359 | 267 | 664 | 4 967 | 61 400 |
| Évora | 0,07 | 6 | 2 004 | 67 | 508 | 355 | 3 897 | 136 | 0 | 564 | 6 408 |
| Ferreira do Zêzere | 1,00 | 97 | 0 | 686 | 28 681 | 2 251 | 568 | 1 175 | 0 | 4 209 | 29 249 |
| Figueiró dos Vinhos | 0,99 | 59 | 0 | 450 | 0 | 939 | 0 | 158 | 0 | 1 605 | 0 |
| Fronteira | 1,00 | 48 | 2 359 | 229 | 0 | 857 | 25 478 | 1 437 | 1 217 | 2 571 | 29 054 |

| Concelhos | % Área concelho | Bovinos | | Suínos | | Ovinos | | Caprinos | | Total | |
|---------------|-----------------|-----------|-----------|-----------|-----------|-----------|-----------|-----------|-----------|-----------|-----------|
| | | Extensivo | Intensivo | Extensivo | Intensivo | Extensivo | Intensivo | Extensivo | Intensivo | Extensivo | Intensivo |
| Fundão | 1,00 | 1 553 | 2 324 | 1 683 | 0 | 6 359 | 32 104 | 1 619 | 0 | 11 214 | 34 428 |
| Gavião | 1,00 | 108 | 0 | 316 | 0 | 785 | 3 089 | 0 | 0 | 1 209 | 3 089 |
| Góis | 0,37 | 26 | 0 | 40 | 0 | 229 | 0 | 1 871 | 1 003 | 2 166 | 1 003 |
| Golegã | 1,00 | 0 | 415 | 3 | 0 | 104 | 0 | 1 346 | 0 | 1 453 | 415 |
| Guarda | 0,21 | 550 | 799 | 410 | 47 | 1 335 | 2 899 | 0 | 0 | 2 296 | 3 745 |
| Idanha-a-Nova | 1,00 | 386 | 7 441 | 1 387 | 203 | 5 546 | 82 408 | 551 | 0 | 7 870 | 90 052 |
| Leiria | 0,02 | 59 | 84 | 217 | 3 594 | 148 | 26 | 90 | 6 | 514 | 3 710 |
| Lisboa | 1,00 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 383 | 0 | 383 | 0 |
| Loures | 1,00 | 184 | 2 204 | 146 | 0 | 2 516 | 4 783 | 714 | 333 | 3 560 | 7 320 |
| Mação | 1,00 | 96 | 0 | 1 070 | 3 015 | 1 080 | 706 | 1 501 | 1 730 | 3 747 | 5 451 |
| Mafra | 0,16 | 152 | 1 517 | 186 | 5 272 | 590 | 1 216 | 3 | 0 | 932 | 8 005 |
| Manteigas | 0,84 | 3 | 0 | 64 | 0 | 190 | 491 | 141 | 0 | 397 | 491 |
| Marvão | 1,00 | 305 | 1 427 | 447 | 0 | 2 673 | 3 217 | 242 | 0 | 3 667 | 4 645 |
| Moita | 1,00 | 40 | 7 965 | 319 | 6 990 | 774 | 350 | 120 | 0 | 1 253 | 15 305 |
| Monforte | 0,90 | 0 | 12 657 | 165 | 0 | 579 | 23 050 | 42 | 761 | 786 | 36 468 |

| Concelhos | % Área concelho | Bovinos | | Suínos | | Ovinos | | Caprinos | | Total | |
|---------------------|-----------------|-----------|-----------|-----------|-----------|-----------|-----------|-----------|-----------|-----------|-----------|
| | | Extensivo | Intensivo | Extensivo | Intensivo | Extensivo | Intensivo | Extensivo | Intensivo | Extensivo | Intensivo |
| Montemor-o-Novo | 0,54 | 58 | 17 299 | 381 | 44 085 | 2 687 | 39 457 | 1 006 | 1 026 | 4 132 | 101 867 |
| Montijo | 0,98 | 85 | 4 937 | 873 | 73 863 | 1 975 | 11 294 | 91 | 0 | 3 022 | 90 094 |
| Mora | 1,00 | 0 | 6449 | 423 | 6 723 | 729 | 35 249 | 0 | 0 | 1 152 | 48 421 |
| Nisa | 1,00 | 151 | 4 062 | 544 | 0 | 4 851 | 20 434 | 4 251 | 372 | 9 797 | 24 868 |
| Odivelas | 1,00 | 33 | 0 | 9 | 0 | 376 | 889 | 426 | 192 | 844 | 1 081 |
| Oeiras | 1,00 | 8 | 0 | 0 | 0 | 79 | 261 | 1 837 | 0 | 1 924 | 261 |
| Oleiros | 1,00 | 82 | 0 | 875 | 0 | 442 | 0 | 767 | 0 | 2 166 | 0 |
| Ourém | 0,89 | 625 | 447 | 1 799 | 749 | 6 698 | 685 | 1 051 | 0 | 10 173 | 1 881 |
| Palmela | 0,62 | 96 | 6 199 | 1 361 | 58 463 | 2 173 | 8 718 | 1 544 | 464 | 5 175 | 73 843 |
| Pampilhosa da Serra | 0,83 | 5 | 0 | 123 | 0 | 405 | 0 | 1 606 | 1 043 | 2 138 | 1 043 |
| Pedrógão Grande | 1,00 | 30 | 0 | 102 | 0 | 1 899 | 12 477 | 3 521 | 7 152 | 5 552 | 19 629 |
| Penamacor | 1,00 | 226 | 50 | 755 | 0 | 1 997 | 0 | 3 131 | 948 | 6 108 | 998 |
| Penela | 0,10 | 16 | 0 | 95 | 22 | 1 182 | 52 | 50 | 126 | 1344 | 199 |
| Pombal | 0,07 | 187 | 131 | 1 129 | 1 706 | 246 | 3 566 | 127 | 107 | 1 688 | 5 510 |

| Concelhos | % Área concelho | Bovinos | | Suínos | | Ovinos | | Caprinos | | Total | |
|---------------------|-----------------|-----------|-----------|-----------|-----------|-----------|-----------|-----------|-----------|-----------|-----------|
| | | Extensivo | Intensivo | Extensivo | Intensivo | Extensivo | Intensivo | Extensivo | Intensivo | Extensivo | Intensivo |
| Ponte de Sor | 1,00 | 144 | 3 395 | 1 298 | 738 | 5 093 | 16 028 | 4 499 | 3 354 | 11 034 | 23 515 |
| Portalegre | 0,58 | 241 | 5 361 | 705 | 370 | 2 617 | 797 | 99 | 0 | 3 663 | 6 528 |
| Porto de Mós | 0,43 | 372 | 2 476 | 1 454 | 10 825 | 500 | 0 | 769 | 1 170 | 3 095 | 14 742 |
| Proença-a-Nova | 1,00 | 139 | 0 | 1 341 | 0 | 2 709 | 30 798 | 685 | 0 | 4 874 | 30 798 |
| Redondo | 0,01 | 0 | 64 | 6 | 41 | 43 | 16 | 0 | 0 | 49 | 121 |
| Rio Maior | 1,00 | 183 | 756 | 3 709 | 106 560 | 5 255 | 13 505 | 322 | 522 | 9 469 | 121 343 |
| Sabugal | 0,21 | 439 | 1 161 | 371 | 61 | 216 | 40 | 55 | 0 | 1 081 | 1 263 |
| Salvaterra de Magos | 1,00 | 104 | 2 161 | 241 | 11 894 | 9 086 | 11 933 | 963 | 263 | 10 394 | 26 251 |
| Santarém | 1,00 | 604 | 10 264 | 3 357 | 93 546 | 624 | 0 | 86 | 0 | 4 671 | 103 810 |
| Sardoal | 1,00 | 13 | 0 | 171 | 0 | 497 | 599 | 44 | 0 | 725 | 599 |
| Seixal | 1,00 | 54 | 0 | 68 | 0 | 1 979 | 783 | 1 633 | 374 | 3 734 | 1 157 |
| Sertã | 1,00 | 570 | 51 | 2 262 | 204 | 866 | 2 714 | 1 921 | 347 | 5 619 | 3 316 |
| Sesimbra | 0,90 | 56 | 103 | 97 | 0 | 1 147 | 5 095 | 26 | 0 | 1 326 | 5 198 |
| Setúbal | 0,23 | 25 | 221 | 46 | 0 | 746 | 1 265 | 133 | 0 | 949 | 1 486 |

| Concelhos | % Área concelho | Bovinos | | Suínos | | Ovinos | | Caprinos | | Total | |
|------------------------|-----------------|-----------|-----------|-----------|-----------|-----------|-----------|-----------|-----------|-----------|-----------|
| | | Extensivo | Intensivo | Extensivo | Intensivo | Extensivo | Intensivo | Extensivo | Intensivo | Extensivo | Intensivo |
| Sintra | 0,36 | 112 | 610 | 316 | 2 774 | 490 | 1 282 | 10 | 0 | 928 | 4 665 |
| Sobral de Monte Agraço | 0,51 | 80 | 544 | 37 | 5 273 | 562 | 17 200 | 1 399 | 1 169 | 2 078 | 24 186 |
| Sousel | 1,00 | 11 | 1 907 | 166 | 467 | 4 448 | 4 347 | 6 369 | 2 785 | 10 994 | 9 506 |
| Tomar | 1,00 | 243 | 1 444 | 777 | 323 | 5 078 | 2 438 | 3 551 | 4 128 | 9 649 | 8 333 |
| Torres Novas | 1,00 | 266 | 312 | 540 | 0 | 3 140 | 7 930 | 5 036 | 201 | 8 982 | 8 443 |
| Vendas Novas | 0,36 | 0 | 1 335 | 86 | 0 | 374 | 3 729 | 1 002 | 1 035 | 1 462 | 6 099 |
| Vila de Rei | 1,00 | 9 | 0 | 296 | 0 | 217 | 0 | 8 434 | 1 026 | 8 956 | 1 026 |
| Vila Franca de Xira | 1,00 | 71 | 3 761 | 56 | 0 | 1 602 | 3 133 | 6 827 | 175 | 8 556 | 7 069 |
| Vila Nova da Barquinha | 1,00 | 0 | 0 | 0 | 0 | 286 | 0 | 1 102 | 0 | 1 388 | 0 |
| Vila Velha de Ródão | 1,00 | 51 | 0 | 385 | 0 | 1 618 | 6 157 | 2 955 | 1 270 | 5 009 | 7 427 |
| Sub-total | | 13 877 | 214 060 | 50 431 | 666 898 | 155 608 | 756 796 | 101 690 | 49 042 | 321 607 | 1 686 796 |
| Total | | 227 937 | | 717 329 | | 912 404 | | 150 732 | | 2 008 402 | |

Fonte: RGA'99

Tome-se como exemplo do que foi previamente explicado, o tratamento dos dados para os Ovinos existentes na região hidrográfica das ribeiras do Oeste. No quadro seguinte apresentam-se os efectivos totais obtidos dos 17 concelhos incluídos naquela região hidrográfica 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 uma pequena percentagem dos rebanhos.

Quadro 1.35 – 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

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 1.36 – Equivalências em Cabeças Normais (CN) para ovinos e caprinos, extraída do Decreto-Lei nº214/2008, de 10 de Novembro, anexo II, Tabela 2

| 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) |

Sendo a idade (adulto e jovem) o principal 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, atribuiu-se ao grupo “Fêmeas reprodutoras” o valor de CN=0,175 que resultou da média entre CN=0,15 e CN=0,20 (animais adultos com função produtiva de leite e de carne). 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:

$$\text{N}^\circ \text{ de efectivos ovinos/caprinos} = \frac{10}{0,154} = 64$$

Com base neste número de efectivos, 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 1.37 – Distribuição das classes de números de animais para ovinos e caprinos consideradas no RGA'99, 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, os respectivos efectivos 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 a mesma espécie animal, tivessem diferentes valores consoante o sistema 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 relativamente às necessidades dos restantes sectores.

No quadro seguinte apresentam-se os valores das necessidades de água para a pecuária por concelho, calculadas pela metodologia descrita.

Quadro 1.38 – Necessidades de água para a pecuária por concelho, espécie e sistema de produção (hm³/ano)

| Concelhos | Bovinos | | Suínos | | Ovinos | | Caprinos | | Total | |
|-------------------|-----------|-----------|-----------|-----------|-----------|-----------|-----------|-----------|-----------|-----------|
| | Extensivo | Intensivo | Extensivo | Intensivo | Extensivo | Intensivo | Extensivo | Intensivo | Extensivo | Intensivo |
| Abrantes | 0,0208 | 0,0608 | 0,0012 | 0,0000 | 0,0050 | 0,0196 | 0,0024 | 0,0005 | 0,0294 | 0,0809 |
| Alcanena | 0,0012 | 0,1647 | 0,0007 | 0,0007 | 0,0037 | 0,0011 | 0,0011 | 0,0020 | 0,0066 | 0,1684 |
| Alcobaça | 0,0001 | 0,0006 | 0,0002 | 0,0053 | 0,0001 | 0,0000 | 0,0000 | 0,0000 | 0,0004 | 0,0059 |
| Alcochete | 0,0000 | 0,0000 | 0,0004 | 0,0382 | 0,0003 | 0,0012 | 0,0000 | 0,0000 | 0,0008 | 0,0394 |
| Alenquer | 0,0044 | 0,0140 | 0,0015 | 0,0144 | 0,0035 | 0,0062 | 0,0006 | 0,0003 | 0,0100 | 0,0348 |
| Almada | 0,0006 | 0,0043 | 0,0003 | 0,0000 | 0,0005 | 0,0006 | 0,0001 | 0,0000 | 0,0014 | 0,0049 |
| Almeirim | 0,0003 | 0,0000 | 0,0006 | 0,0027 | 0,0009 | 0,0011 | 0,0001 | 0,0000 | 0,0019 | 0,0038 |
| Alpiarça | 0,0000 | 0,0000 | 0,0001 | 0,0000 | 0,0006 | 0,0005 | 0,0000 | 0,0000 | 0,0008 | 0,0005 |
| Alter do Chão | 0,0005 | 0,1645 | 0,0000 | 0,0000 | 0,0019 | 0,0270 | 0,0002 | 0,0000 | 0,0026 | 0,1916 |
| Alvaiázere | 0,0028 | 0,0000 | 0,0041 | 0,0000 | 0,0046 | 0,0017 | 0,0043 | 0,0003 | 0,0158 | 0,0020 |
| Amadora | 0,0000 | 0,0000 | 0,0000 | 0,0000 | 0,0001 | 0,0005 | 0,0000 | 0,0000 | 0,0002 | 0,0005 |
| Ansião | 0,0056 | 0,0005 | 0,0051 | 0,0056 | 0,0083 | 0,0003 | 0,0036 | 0,0000 | 0,0226 | 0,0064 |
| Arraiolos | 0,0007 | 0,2799 | 0,0016 | 0,0512 | 0,0028 | 0,0478 | 0,0002 | 0,0021 | 0,0053 | 0,3810 |
| Arronches | 0,0000 | 0,0051 | 0,0000 | 0,0001 | 0,0001 | 0,0007 | 0,0000 | 0,0000 | 0,0001 | 0,0059 |
| Arruda dos Vinhos | 0,0016 | 0,0070 | 0,0004 | 0,0181 | 0,0019 | 0,0026 | 0,0002 | 0,0000 | 0,0041 | 0,0277 |
| Avis | 0,0000 | 0,1075 | 0,0006 | 0,0000 | 0,0014 | 0,0559 | 0,0001 | 0,0000 | 0,0021 | 0,1634 |
| Azambuja | 0,0051 | 0,0334 | 0,0007 | 0,0812 | 0,0016 | 0,0016 | 0,0005 | 0,0015 | 0,0079 | 0,1177 |
| Barreiro | 0,0001 | 0,0000 | 0,0000 | 0,0000 | 0,0007 | 0,0000 | 0,0000 | 0,0000 | 0,0008 | 0,0000 |
| Batalha | 0,0015 | 0,0009 | 0,0008 | 0,0083 | 0,0005 | 0,0000 | 0,0004 | 0,0001 | 0,0031 | 0,0093 |
| Belmonte | 0,0049 | 0,0056 | 0,0014 | 0,0000 | 0,0017 | 0,0112 | 0,0001 | 0,0000 | 0,0082 | 0,0169 |

| Concelhos | Bovinos | | Suínos | | Ovinos | | Caprinos | | Total | |
|---------------------|-----------|-----------|-----------|-----------|-----------|-----------|-----------|-----------|-----------|-----------|
| | Extensivo | Intensivo | Extensivo | Intensivo | Extensivo | Intensivo | Extensivo | Intensivo | Extensivo | Intensivo |
| Benavente | 0,0008 | 0,0201 | 0,0006 | 0,0355 | 0,0017 | 0,0066 | 0,0002 | 0,0006 | 0,0034 | 0,0628 |
| Borba | 0,0009 | 0,0067 | 0,0004 | 0,0067 | 0,0011 | 0,0085 | 0,0002 | 0,0001 | 0,0025 | 0,0221 |
| Cadaval | 0,0013 | 0,0096 | 0,0004 | 0,0063 | 0,0002 | 0,0001 | 0,0001 | 0,0002 | 0,0019 | 0,0162 |
| Caldas da Rainha | 0,0000 | 0,0010 | 0,0002 | 0,0024 | 0,0001 | 0,0000 | 0,0000 | 0,0000 | 0,0003 | 0,0035 |
| Cartaxo | 0,0016 | 0,0125 | 0,0003 | 0,0707 | 0,0012 | 0,0009 | 0,0001 | 0,0000 | 0,0031 | 0,0842 |
| Cascais | 0,0005 | 0,0000 | 0,0000 | 0,0004 | 0,0008 | 0,0011 | 0,0002 | 0,0000 | 0,0015 | 0,0015 |
| Castanheira de Pêra | 0,0001 | 0,0000 | 0,0000 | 0,0000 | 0,0002 | 0,0000 | 0,0003 | 0,0000 | 0,0006 | 0,0000 |
| Castelo Branco | 0,0048 | 0,0339 | 0,0044 | 0,0111 | 0,0131 | 0,1044 | 0,0144 | 0,0062 | 0,0367 | 0,1555 |
| Castelo de Vide | 0,0010 | 0,0666 | 0,0002 | 0,0000 | 0,0031 | 0,0071 | 0,0010 | 0,0009 | 0,0053 | 0,0746 |
| Chamusca | 0,0005 | 0,0984 | 0,0001 | 0,0000 | 0,0009 | 0,0057 | 0,0002 | 0,0000 | 0,0017 | 0,1042 |
| Constância | 0,0000 | 0,0000 | 0,0000 | 0,0000 | 0,0002 | 0,0000 | 0,0000 | 0,0000 | 0,0003 | 0,0000 |
| Coruche | 0,0029 | 0,3000 | 0,0024 | 0,0420 | 0,0032 | 0,0266 | 0,0009 | 0,0004 | 0,0095 | 0,3692 |
| Covilhã | 0,0197 | 0,0509 | 0,0045 | 0,0104 | 0,0033 | 0,0192 | 0,0004 | 0,0000 | 0,0280 | 0,0805 |
| Crato | 0,0015 | 0,1710 | 0,0003 | 0,0000 | 0,0027 | 0,0262 | 0,0004 | 0,0013 | 0,0049 | 0,1985 |
| Elvas | 0,0001 | 0,0340 | 0,0001 | 0,0003 | 0,0004 | 0,0041 | 0,0000 | 0,0000 | 0,0006 | 0,0384 |
| Entroncamento | 0,0000 | 0,0000 | 0,0001 | 0,0000 | 0,0001 | 0,0000 | 0,0006 | 0,0039 | 0,0008 | 0,0039 |
| Estremoz | 0,0019 | 0,1185 | 0,0017 | 0,0260 | 0,0055 | 0,0618 | 0,0004 | 0,0010 | 0,0096 | 0,2073 |
| Évora | 0,0001 | 0,0366 | 0,0001 | 0,0011 | 0,0005 | 0,0057 | 0,0002 | 0,0000 | 0,0010 | 0,0434 |
| Ferreira do Zêzere | 0,0018 | 0,0000 | 0,0015 | 0,0628 | 0,0033 | 0,0008 | 0,0017 | 0,0000 | 0,0083 | 0,0636 |
| Figueiró dos Vinhos | 0,0011 | 0,0000 | 0,0010 | 0,0000 | 0,0014 | 0,0000 | 0,0002 | 0,0000 | 0,0037 | 0,0000 |
| Fronteira | 0,0009 | 0,0431 | 0,0005 | 0,0000 | 0,0013 | 0,0372 | 0,0021 | 0,0018 | 0,0047 | 0,0820 |
| Fundão | 0,0283 | 0,0424 | 0,0037 | 0,0000 | 0,0093 | 0,0469 | 0,0024 | 0,0000 | 0,0437 | 0,0893 |

| Concelhos | Bovinos | | Suínos | | Ovinos | | Caprinos | | Total | |
|-----------------|-----------|-----------|-----------|-----------|-----------|-----------|-----------|-----------|-----------|-----------|
| | Extensivo | Intensivo | Extensivo | Intensivo | Extensivo | Intensivo | Extensivo | Intensivo | Extensivo | Intensivo |
| Gavião | 0,0020 | 0,0000 | 0,0007 | 0,0000 | 0,0011 | 0,0045 | 0,0000 | 0,0000 | 0,0038 | 0,0045 |
| Góis | 0,0005 | 0,0000 | 0,0001 | 0,0000 | 0,0003 | 0,0000 | 0,0027 | 0,0015 | 0,0036 | 0,0015 |
| Golegã | 0,0000 | 0,0076 | 0,0000 | 0,0000 | 0,0002 | 0,0000 | 0,0020 | 0,0000 | 0,0021 | 0,0076 |
| Guarda | 0,0100 | 0,0146 | 0,0009 | 0,0001 | 0,0019 | 0,0042 | 0,0000 | 0,0000 | 0,0129 | 0,0189 |
| Idanha-a-Nova | 0,0070 | 0,1358 | 0,0030 | 0,0004 | 0,0081 | 0,1203 | 0,0008 | 0,0000 | 0,0190 | 0,2566 |
| Leiria | 0,0011 | 0,0015 | 0,0005 | 0,0079 | 0,0002 | 0,0000 | 0,0001 | 0,0000 | 0,0019 | 0,0095 |
| Lisboa | 0,0000 | 0,0000 | 0,0000 | 0,0000 | 0,0000 | 0,0000 | 0,0006 | 0,0000 | 0,0006 | 0,0000 |
| Loures | 0,0034 | 0,0402 | 0,0003 | 0,0000 | 0,0037 | 0,0070 | 0,0010 | 0,0005 | 0,0084 | 0,0477 |
| Mação | 0,0018 | 0,0000 | 0,0023 | 0,0066 | 0,0016 | 0,0010 | 0,0022 | 0,0025 | 0,0079 | 0,0102 |
| Mafra | 0,0028 | 0,0277 | 0,0004 | 0,0115 | 0,0009 | 0,0018 | 0,0000 | 0,0000 | 0,0040 | 0,0410 |
| Manteigas | 0,0000 | 0,0000 | 0,0001 | 0,0000 | 0,0003 | 0,0007 | 0,0002 | 0,0000 | 0,0007 | 0,0007 |
| Marvão | 0,0056 | 0,0260 | 0,0010 | 0,0000 | 0,0039 | 0,0047 | 0,0004 | 0,0000 | 0,0108 | 0,0307 |
| Moita | 0,0007 | 0,1454 | 0,0007 | 0,0153 | 0,0011 | 0,0005 | 0,0002 | 0,0000 | 0,0027 | 0,1612 |
| Monforte | 0,0000 | 0,2310 | 0,0004 | 0,0000 | 0,0008 | 0,0337 | 0,0001 | 0,0011 | 0,0013 | 0,2658 |
| Montemor-o-Novo | 0,0011 | 0,3157 | 0,0008 | 0,0965 | 0,0039 | 0,0576 | 0,0015 | 0,0015 | 0,0073 | 0,4714 |
| Montijo | 0,0015 | 0,0901 | 0,0019 | 0,1618 | 0,0029 | 0,0165 | 0,0001 | 0,0000 | 0,0065 | 0,2684 |
| Mora | 0,0000 | 0,1177 | 0,0009 | 0,0147 | 0,0011 | 0,0515 | 0,0000 | 0,0000 | 0,0020 | 0,1839 |
| Nisa | 0,0028 | 0,0741 | 0,0012 | 0,0000 | 0,0071 | 0,0298 | 0,0062 | 0,0005 | 0,0172 | 0,1045 |
| Odivelas | 0,0006 | 0,0000 | 0,0000 | 0,0000 | 0,0005 | 0,0013 | 0,0006 | 0,0003 | 0,0018 | 0,0016 |
| Oeiras | 0,0001 | 0,0000 | 0,0000 | 0,0000 | 0,0001 | 0,0004 | 0,0027 | 0,0000 | 0,0029 | 0,0004 |
| Oleiros | 0,0015 | 0,0000 | 0,0019 | 0,0000 | 0,0006 | 0,0000 | 0,0011 | 0,0000 | 0,0052 | 0,0000 |
| Ourém | 0,0114 | 0,0082 | 0,0039 | 0,0016 | 0,0098 | 0,0010 | 0,0015 | 0,0000 | 0,0267 | 0,0108 |

| Concelhos | Bovinos | | Suínos | | Ovinos | | Caprinos | | Total | |
|------------------------|-----------|-----------|-----------|-----------|-----------|-----------|-----------|-----------|-----------|-----------|
| | Extensivo | Intensivo | Extensivo | Intensivo | Extensivo | Intensivo | Extensivo | Intensivo | Extensivo | Intensivo |
| Palmela | 0,0017 | 0,1131 | 0,0030 | 0,1280 | 0,0032 | 0,0127 | 0,0023 | 0,0007 | 0,0102 | 0,2546 |
| Pampilhosa da Serra | 0,0001 | 0,0000 | 0,0003 | 0,0000 | 0,0006 | 0,0000 | 0,0023 | 0,0015 | 0,0033 | 0,0015 |
| Pedrógão Grande | 0,0005 | 0,0000 | 0,0002 | 0,0000 | 0,0028 | 0,0182 | 0,0051 | 0,0104 | 0,0087 | 0,0287 |
| Penamacor | 0,0041 | 0,0009 | 0,0017 | 0,0000 | 0,0029 | 0,0000 | 0,0046 | 0,0014 | 0,0133 | 0,0023 |
| Penela | 0,0003 | 0,0000 | 0,0002 | 0,0000 | 0,0017 | 0,0001 | 0,0001 | 0,0002 | 0,0023 | 0,0003 |
| Pombal | 0,0034 | 0,0024 | 0,0025 | 0,0037 | 0,0004 | 0,0052 | 0,0002 | 0,0002 | 0,0064 | 0,0115 |
| Ponte de Sor | 0,0026 | 0,0620 | 0,0028 | 0,0016 | 0,0074 | 0,0234 | 0,0066 | 0,0049 | 0,0195 | 0,0919 |
| Portalegre | 0,0044 | 0,0978 | 0,0015 | 0,0008 | 0,0038 | 0,0012 | 0,0001 | 0,0000 | 0,0099 | 0,0998 |
| Porto de Mós | 0,0068 | 0,0501 | 0,0032 | 0,0237 | 0,0007 | 0,0000 | 0,0011 | 0,0017 | 0,0118 | 0,0755 |
| Proença-a-Nova | 0,0025 | 0,0000 | 0,0029 | 0,0000 | 0,0040 | 0,0450 | 0,0010 | 0,0000 | 0,0104 | 0,0450 |
| Redondo | 0,0000 | 0,0012 | 0,0000 | 0,0001 | 0,0001 | 0,0000 | 0,0000 | 0,0000 | 0,0001 | 0,0013 |
| Rio Maior | 0,0033 | 0,0138 | 0,0081 | 0,2334 | 0,0077 | 0,0197 | 0,0005 | 0,0008 | 0,0196 | 0,2676 |
| Sabugal | 0,0080 | 0,0212 | 0,0008 | 0,0001 | 0,0003 | 0,0001 | 0,0001 | 0,0000 | 0,0092 | 0,0214 |
| Salvaterra de Magos | 0,0019 | 0,0394 | 0,0005 | 0,0260 | 0,0133 | 0,0174 | 0,0014 | 0,0004 | 0,0171 | 0,0833 |
| Santarém | 0,0110 | 0,1873 | 0,0074 | 0,2049 | 0,0009 | 0,0000 | 0,0001 | 0,0000 | 0,0194 | 0,3922 |
| Sardoal | 0,0002 | 0,0000 | 0,0004 | 0,0000 | 0,0007 | 0,0009 | 0,0001 | 0,0000 | 0,0014 | 0,0009 |
| Seixal | 0,0010 | 0,0000 | 0,0001 | 0,0000 | 0,0029 | 0,0011 | 0,0024 | 0,0005 | 0,0064 | 0,0017 |
| Sertã | 0,0104 | 0,0009 | 0,0050 | 0,0004 | 0,0013 | 0,0040 | 0,0028 | 0,0005 | 0,0194 | 0,0058 |
| Sesimbra | 0,0010 | 0,0019 | 0,0002 | 0,0000 | 0,0017 | 0,0074 | 0,0000 | 0,0000 | 0,0029 | 0,0093 |
| Setúbal | 0,0005 | 0,0040 | 0,0001 | 0,0000 | 0,0011 | 0,0018 | 0,0002 | 0,0000 | 0,0018 | 0,0059 |
| Sintra | 0,0020 | 0,0111 | 0,0007 | 0,0061 | 0,0007 | 0,0019 | 0,0000 | 0,0000 | 0,0035 | 0,0191 |
| Sobral de Monte Agraço | 0,0015 | 0,0099 | 0,0001 | 0,0115 | 0,0008 | 0,0251 | 0,0020 | 0,0017 | 0,0044 | 0,0483 |

| Concelhos | Bovinos | | Suínos | | Ovinos | | Caprinos | | Total | |
|------------------------|-----------|-----------|-----------|-----------|-----------|-----------|-----------|-----------|-----------|-----------|
| | Extensivo | Intensivo | Extensivo | Intensivo | Extensivo | Intensivo | Extensivo | Intensivo | Extensivo | Intensivo |
| Sousel | 0,0002 | 0,0348 | 0,0004 | 0,0010 | 0,0065 | 0,0063 | 0,0093 | 0,0041 | 0,0164 | 0,0462 |
| Tomar | 0,0044 | 0,0264 | 0,0017 | 0,0007 | 0,0074 | 0,0036 | 0,0052 | 0,0060 | 0,0187 | 0,0366 |
| Torres Novas | 0,0049 | 0,0057 | 0,0012 | 0,0000 | 0,0046 | 0,0116 | 0,0074 | 0,0003 | 0,0180 | 0,0176 |
| Vendas Novas | 0,0000 | 0,0244 | 0,0002 | 0,0000 | 0,0005 | 0,0054 | 0,0015 | 0,0015 | 0,0022 | 0,0313 |
| Vila de Rei | 0,0002 | 0,0000 | 0,0006 | 0,0000 | 0,0003 | 0,0000 | 0,0123 | 0,0015 | 0,0134 | 0,0015 |
| Vila Franca de Xira | 0,0013 | 0,0686 | 0,0001 | 0,0000 | 0,0023 | 0,0046 | 0,0100 | 0,0003 | 0,0137 | 0,0735 |
| Vila Nova da Barquinha | 0,0000 | 0,0000 | 0,0000 | 0,0000 | 0,0004 | 0,0000 | 0,0016 | 0,0000 | 0,0020 | 0,0000 |
| Vila Velha de Ródão | 0,0009 | 0,0000 | 0,0008 | 0,0000 | 0,0024 | 0,0090 | 0,0043 | 0,0019 | 0,0085 | 0,0108 |
| Sub-total | 0,2533 | 3,9066 | 0,1104 | 1,4605 | 0,2272 | 1,1049 | 0,1485 | 0,0716 | 0,7394 | 6,5436 |
| Total/espécie animal | 4,1598 | | 1,5710 | | 1,3321 | | 0,2201 | | | |
| Total no PBH | | | | | 7,283 | | | | | |

Concluiu-se que as necessidades de água para o sector pecuário são de 7,30 hm³ por ano para a região hidrográfica, para um efectivo pecuário total de 2 008 402 animais das espécies ovinos, caprinos, bovinos e suínos.

O valor total obtido é inferior ao do anterior Plano (9,86 hm³), sendo as necessidades de água calculadas com base no RGA'99 de 74% das necessidades calculadas com base no RGA'89. Esta redução resulta do decréscimo no número de animais existente: no período referido, de 1989 a 1999, o total do efectivo reduziu de 2 733 605 para 2 008 402 animais, apresentando-se no quadro seguinte a evolução dos efectivos animais por espécie. Como se pode ver, a redução mais acentuada observa-se nos caprinos (59%), seguindo-se os suínos (71%), os bovinos (75%) e os ovinos (79%):

Quadro 1.39 – Evolução dos efectivos totais na região hidrográfica do Tejo entre 1989 e 1999

| | Bovinos | Suínos | Ovinos | Caprinos |
|---------------|-----------|------------|------------|------------|
| 1989 | 305 316 | 1 016 549 | 1 156 630 | 255 110 |
| 1999 | 227 937 | 717 329 | 912 404 | 150 732 |
| Varição (n.º) | (-77 379) | (-299 220) | (-244 226) | (-104 378) |
| Varição (%) | 74,7 | 70,6 | 78,9 | 59,1 |

A comparação dos valores obtidos com os apresentados no anterior Plano com vista à análise histórica dos consumos, permite pois concluir que a tendência de evolução no período 1989-1999 é de redução no que toca às necessidades de água para a pecuária.

Avaliadas as necessidades de água para a pecuária, pretende-se saber em que medida são satisfeitas por origens de água superficiais e por origens subterrâneas. Uma vez que não existe informação que permita determinar com rigor esta distribuição para as necessidades de água para a pecuária, recorreu-se ao Quadro 7 do RGA'99 que indica o número de explorações por origens de água para rega, admitindo-se que essa distribuição seria similar à do abeberamento do gado. Assim, com base no referido quadro, apurou-se para cada concelho o número de explorações que recorrem a 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 de explorações.

Concluiu-se que na região hidrográfica do Tejo, em média, 76% das explorações recorriam a origens subterrâneas para rega e os restantes 24 % a origens superficiais,

distribuição que também se julga adequada para a pecuária face ao 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 das necessidades de água da pecuária satisfeitas por origens subterrâneas com as massas de água, apresentando-se no quadro seguinte os resultados obtidos.

Quadro 1.40 – Necessidades de água para o sector da Pecuária satisfeitas por origens subterrâneas. Volumes por massa de água (hm³/ano)

| Massa de água subterrânea | | Volume |
|--|------------|------------------------|
| Designação | Código | (hm ³ /ano) |
| Sicó - Alvaiázere | PT_011 | 0,033 |
| Maciço Calcário Estremenho | PT_020 | 0,283 |
| Penela - Tomar | PT_09 | 0,025 |
| Maciço Antigo indiferenciado da Bacia do Tejo | PT_A0x1RH5 | 3,044 |
| Escusa | PT_A2 | 0,002 |
| Monforte – Alter do Chão | PT_A3 | 0,055 |
| Estremoz - Cano | PT_A4 | 0,053 |
| Orla Ocidental Indiferenciada da Bacia do Tejo | PT_O01RH5 | 0,306 |
| Ourém | PT_015 | 0,026 |
| Ota - Alenquer | PT_O26 | 0,001 |
| Pisões - Atrozela | PT_028 | 0,001 |
| Bacia do Tejo-Sado indiferenciado da Bacia do Tejo | PT_T01RH5 | 0,210 |
| Bacia do Tejo-Sado/ Margem Direita | PT_T1 | 0,889 |
| Bacia do Tejo-Sado/ Margem Esquerda | PT_T3 | 1,642 |
| Aluviões do Tejo | PT_T7 | 0,264 |
| | Soma | 6,834 |

Na figura seguinte representam-se os resultados obtidos.

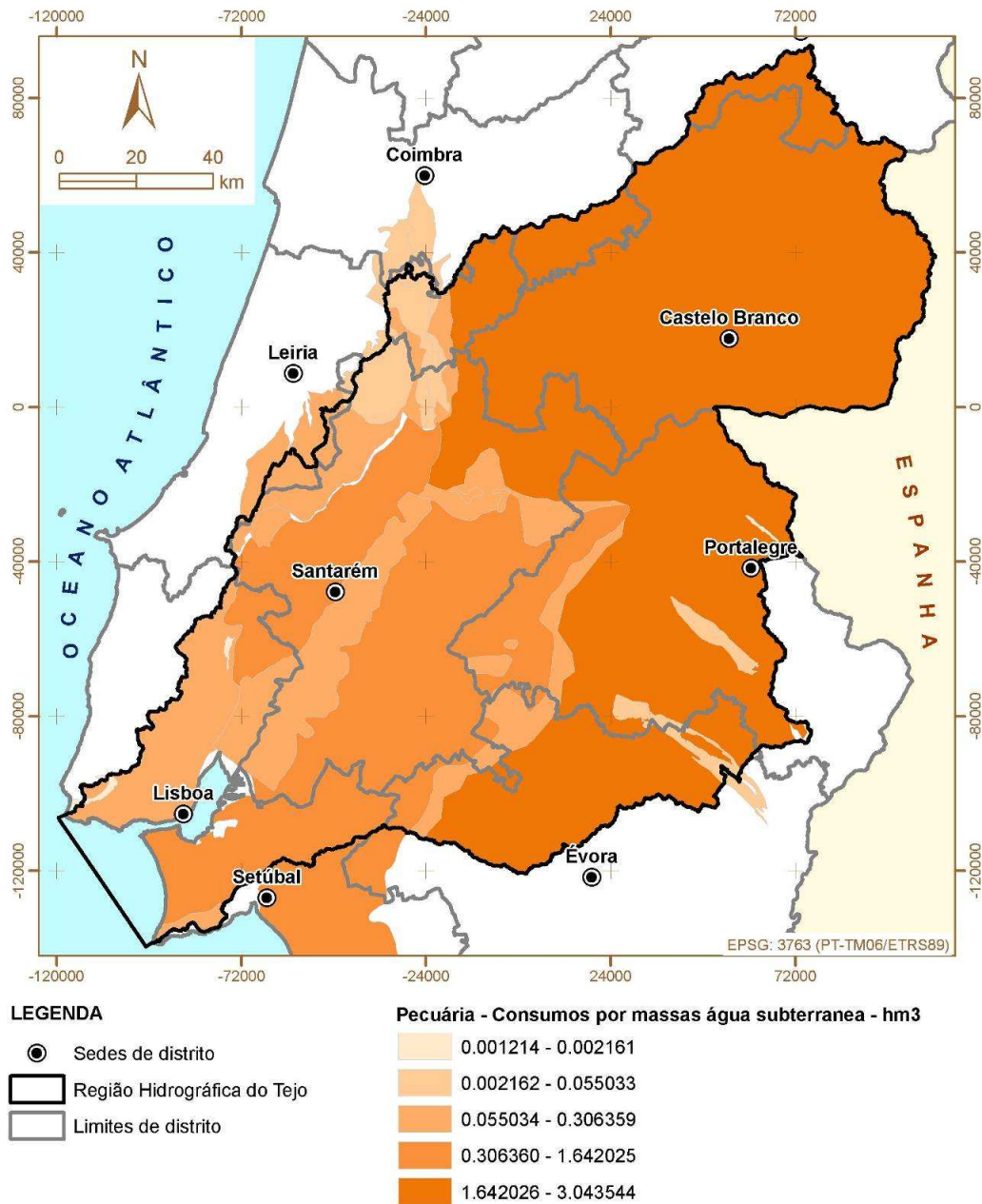


Figura 1.21 – Necessidades de água para a pecuária satisfeitas por origens subterrâneas. Consumos por massa de água subterrânea (hm³)

D. Indústria

Resumo do anterior Plano

No Plano anterior (MAOT, 2001), as necessidades totais de água da indústria transformadora implantada na bacia foram estimadas em cerca de 142,5 hm³/ano, dos

quais aproximadamente 27 hm³/ano eram satisfeitos pelas redes públicas e 115,5 hm³/ano por captações próprias. Relativamente às unidades industriais servidas por captações próprias, superficiais e subterrâneas, estimaram-se perdas nos sistemas próprios em cerca de 10% do consumo, pelo que as necessidades hídricas totais correspondem a 127 hm³/ano.

As necessidades de água da indústria transformadora concentravam-se num pequeno número de tipo de indústrias: Indústria Alimentar (25%), Indústrias do Papel (11%), Indústrias Químicas (20%) e Indústrias Metalúrgicas (29%) que, em conjunto, representam cerca de 85% das necessidades totais estimadas para a bacia hidrográfica, exceptuando as necessidades inerentes à produção de energia eléctrica.

Para a avaliação das necessidades de água associadas à Indústria recorreu-se à análise dos elementos fornecidos pelas entidades responsáveis pelo abastecimento e dos obtidos através do Inquérito à Indústria. A escassez de informação obtida obrigou no entanto a complementar essa análise com estimativas, utilizando coeficientes por tipo de indústria e respectiva produção ou número de trabalhadores.

Como já se referiu, os cálculos para os consumos urbanos e industriais foram efectuados a partir dos dados existentes quanto à localização das captações e respectivo número de habitantes associado à mesma e com base nos consumos unitários (l/hab.dia) e perdas para o concelho em que se insere. As captações têm informação relativa à forma de extracção, superficial ou subterrânea. No quadro seguinte apresentam-se os resultados obtidos dividindo as extracções realizadas através das redes de distribuição das extracções das indústrias por captação própria.

Quadro 1.41 – Captações subterrâneas e superficiais próprias na indústria por sub-bacia (hm³)

| Sub-bacia | Captações próprias na Indústria (hm ³) | | |
|------------------------|--|--------------|-------|
| | Subterrâneas | Superficiais | Total |
| Alenquer | 1,38 | 0,59 | 1,98 |
| Almonda | 1,67 | 0,72 | 2,39 |
| Alviela | 2,57 | 1,10 | 3,67 |
| Aravil | 0,01 | 0,00 | 0,01 |
| Bacia endorreica | 0,00 | 0,00 | 0,00 |
| Erges | 0,00 | 0,00 | 0,00 |
| Estuário | 32,06 | 46,46 | 78,52 |
| Grande Lisboa | 1,95 | 0,57 | 2,52 |
| Grande da Pipa | 0,21 | 0,09 | 0,31 |
| Muge | 0,14 | 0,06 | 0,20 |
| Nisa | 0,05 | 0,10 | 0,15 |
| Ocreza | 0,17 | 0,18 | 0,35 |
| Pônsul | 0,10 | 0,04 | 0,14 |
| Ribeiras a Sul do Tejo | 0,01 | 0,01 | 0,02 |
| R. Maior | 3,49 | 1,44 | 4,94 |
| Sever | 0,00 | 0,00 | 0,00 |
| Sorraia | 1,87 | 1,77 | 3,64 |
| Tejo Troço Principal | 8,22 | 10,52 | 18,74 |
| Trancão | 2,19 | 1,02 | 3,21 |
| Zêzere | 4,03 | 2,21 | 6,24 |
| Total | 60 | 67 | 127 |

Fonte: PBH Tejo (1999)

O estudo efectuado evidenciou que grande parte das necessidades de água estimadas para a indústria se encontram na faixa litoral, destacando-se as Sub-Regiões da Grande Lisboa e da Península de Setúbal, que representam cerca de 70% das necessidades totais associadas à indústria na BHT.

No que respeita aos tipos de actividade industrial, as necessidades de água concentram-se em actividades industriais bastante específicas, designadamente as incluídas na Indústria Alimentar, Indústria da Pasta e Papel, Indústria Química e Indústria Metalúrgica, que no seu conjunto representam cerca de 85% das necessidades totais estimadas para a BHT, com excepção das necessidades inerentes à produção de energia eléctrica, estudada separadamente com base em elementos fornecidos pela EDP.

Analisando os resultados obtidos por sub-bacia, verifica-se que cerca de 75% das necessidades de água se localizam em três sub-bacias: Estuário, Grande Lisboa e Tejo Troço Principal.

São ainda de destacar as necessidades associadas à sub-bacia do Zêzere, cerca de 6 hm³/ano e às sub-bacias do Trancão, Sorraia e Rio Maior, com necessidades de água por sub-bacia na ordem dos 5 hm³/ano.

Para um consumo industrial total próximo dos 140 hm³/ano, verificou-se que cerca de 22% era realizado com base nas redes públicas existentes, restando 78% para o consumo efectuado através de origens próprias (mais de 110 hm³/ano). Os concelhos mais representativos nas necessidades de água para a sua Indústria são os que menos recorrem ao abastecimento através das redes públicas, sendo particularmente significativo o caso da península de Setúbal (Seixal, Barreiro, Moita) e da Cova da Beira (Covilhã, Fundão), o mesmo não sucedendo com as unidades industriais instaladas no Alentejo, nas sub-regiões do Pinhal e no Oeste. Na Grande Lisboa e em especial em Vila Franca de Xira, a preferência vai também para a utilização de origens próprias, embora haja um certo equilíbrio ao nível da globalidade da sub-região.

Em termos regionais e tendo em conta as necessidades totais de água da Indústria, a situação era assim resumidamente caracterizada:

- a parte da Região de Lisboa e Vale do Tejo integrada na BHT absorve mais de 90% daquelas necessidades, cabendo ao conjunto das sub-regiões da Grande Lisboa e da Península de Setúbal um total superior a dois terços;
- para esta elevada concentração contribuem principalmente os concelhos do Seixal (responsável por 30,2% das necessidades de água da BHT, devido principalmente à presença no Concelho de unidades de "Siderurgia e Fabricação de Ferro e Ligas" (CAE 271) que só por si representam cerca de 27,9% das necessidades de toda a bacia), de Vila Franca de Xira (assumindo uma parcela de 15,6% das mesmas necessidades, dada a forte implantação no concelho de unidades dos sectores "Fabricação de Produtos Químicos de Base" (CAE 241), "Fabricação de Cerveja e Malte" (CAE 1596/7) e "Conservação de Produtos Hortícolas" (CAE 153), representativos de 12,3%, 1,2% e 0,7%, respectivamente, das necessidades totais da BHT) e de Lisboa (assegurando 8,5% das referidas necessidades); ou seja, estes três concelhos representam mais de 50% das necessidades de água da Indústria da BHT;

- nas restantes áreas da BHT sobreleva a importância das sub-regiões da Lezíria do Tejo e do Médio Tejo (10,4% para cada uma delas) e só depois a sub-região da Beira Interior Sul (com um peso de 2,8%), sendo responsável pelo posicionamento desta última sub-região o concelho de Vila Velha de Ródão (dada a existência no seu território de uma unidade de "Fabricação de Pasta e Papel" (CAE 211) que só por si representa cerca de 2,3% das necessidades de água de toda a Indústria da BHT).

No consumo industrial realizado através de origens próprias, existem apenas dois concelhos que individualmente possuem mais de 5% do total anual e no seu conjunto detêm mais de 55% deste mesmo total:

- o concelho de Vila Franca de Xira, sendo responsável por um consumo de perto de 20 hm³/ano, representa 17,3%;
- o concelho do Seixal, consumindo cerca de 43 hm³/ano, representa 38,1%;
- o concelho de Constância, sendo o que se situa imediatamente a seguir a estes dois, consome perto de 5,5 hm³/ano e representa apenas cerca de 4,9%.

Plano actual

No presente Plano, a definição do âmbito do universo industrial em estudo teve por base as 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;
- Decreto-Lei n.º 209/2008 de 29 de Outubro, estabelece o Regime de Exercício da Actividade Industrial (REAI), onde são incluídas as subclasses da 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 do Rio Tejo, teve-se em consideração a informação disponível nos dados constantes nas Licenças Ambientais e nos Títulos de Utilização de Recursos Hídricos disponibilizados pela Agência Portuguesa do Ambiente (APA) e pela 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 110 indústrias licenciadas, distribuídas por 38 concelhos, total ou parcialmente incluídos na Bacia Hidrográfica, dos 94 abrangidos. Em termos de principais classes de actividade industrial (CAE - Rev. 3) abrange o seguinte universo da indústria extractiva e dos sectores da indústria transformadora:

SECÇÃO B - INDÚSTRIAS EXTRACTIVAS

- 08 Outras indústrias extractivas.

SECÇÃO C - INDÚSTRIAS TRANSFORMADORAS

- 10 Indústrias alimentares;
- 11 Indústria das bebidas;
- 13 Fabricação de têxteis;
- 17 Fabricação de pasta, de papel, cartão e seus artigos;
- 18 Impressão e reprodução de suportes gravados;
- 20 Fabricação de produtos químicos e de fibras sintéticas ou artificiais, excepto produtos farmacêuticos;
- 21 Fabricação de produtos farmacêuticos de base e de preparações farmacêuticas;
- 22 Fabricação de artigos de borracha e de matérias plásticas;
- 23 Fabricação de outros produtos minerais não metálicos;

- 24 Indústrias metalúrgicas de base;
- 25 Fabricação de produtos metálicos, excepto máquinas e equipamentos;
- 27 Fabricação de equipamento eléctrico;
- 29 Fabricação de veículos automóveis, reboques, semi-reboques e componentes para veículos automóveis;
- 32 Outras indústrias transformadoras;
- 33 Reparação, manutenção e instalação de máquinas e equipamentos.

Foram igualmente consultadas outras fontes de informação disponíveis, designadamente:

- Plano de Bacia Hidrográfica das Ribeiras do Tejo, de que se apresentou um resumo acima;
- estudos desenvolvidos para a zona, designadamente o Estudo de Caracterização das unidades industriais identificadas no âmbito das directivas 76/464/CEE e 80/68/CEE presentes na área de jurisdição da DRAOL-LVT que emitem substâncias perigosas, elaborado pela HIDROPROJECTO para a CCDR-LVT;
- os elementos relativos ao Lote 1, Recurso hídricos de superfície, também obtidos a partir das Licenças Ambientais.

Como previsto na metodologia proposta, foram estabelecidos contactos com outras entidades licenciadores no sentido de obter listagens dos estabelecimentos industriais licenciados e restantes informações 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 de Lisboa e Vale do Tejo (DRE -LVT) 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 7.7 – Necessidades e consumos de água totais por divisão CAE (m³/ano)

| CAE | Consumo Médio de Água Licença Ambiental (m ³ /ano) | Consumo de Água Subterrânea TURH - Auto-controlo (m ³ /ano) | Necessidades anuais TURH (água subterrânea) (m ³ /ano) |
|-------|---|--|--|
| 08 | 40 000 | 48 000 | 48 000 |
| 10 | 10 649 040 | 5 356 942 | 19 021 908 |
| 11 | 3 360 747 | 1 305 851 | 4 966 560 |
| 13 | 481 693 | 163 614 | 515 747 |
| 17 | 7 882 508 | 4 002 718 | 22 615 200 |
| 18 | 65 894 | 13 973 | 42 120 |
| 20 | 3 948 710 | 4 769 631 | 9 812 544 |
| 21 | 614 223 | 465 497 | 922 920 |
| 22 | 141 930 | 69 293 | 378 000 |
| 23 | 556 860 | 142 795 | 1 509 804 |
| 24 | 2 695 758 | 1 189 075 | 8 475 600 |
| 25 | 317 470 | 60 781 | 712 800 |
| 27 | 52 260 | 19 893 | 36 000 |
| 29 | 411 649 | 168 640 | 2 854 560 |
| 32 | 40 000 | 30 453 | 40 800 |
| 33 | 278 800 | 39 259 | 69 600 |
| TOTAL | 31 537 541 | 17 846 413 | 72 022 163 |

Atendendo às necessidades de água da indústria transformadora satisfeitas por captações próprias apuradas no PBHT anterior, de aproximadamente 115,5 milhões de m³/ano, sendo cerca de 60,3 milhões de m³/ano e de 55,2 milhões de m³/ano, o volume das extracções anuais para as captações subterrâneas e superficiais, respectivamente, e considerando o consumo de água efectivo das indústrias apurado em termos de auto-controlo, como as necessidades reais a satisfazer por captação subterrânea, o universo de indústrias contemplado representa cerca de 30% das necessidades totais anteriormente apuradas. Por outro lado, importa 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 7.8 – Consumos de água por origem e por divisão CAE (m³/ano)

| CAE | Consumo Total (m ³ /ano) | | |
|-------|-------------------------------------|----------------------|----------------------|
| | Rede Pública | Captação Subterrânea | Captação subterrânea |
| 08 | - | 40 000 | - |
| 10 | 2 246 039 | 4 365 308 | 4 037 693 |
| 11 | 1 433 202 | 1 927 545 | - |
| 13 | 2 546 | 218 147 | 261 000 |
| 17 | 16 913 | 6 496 115 | 1 369 480 |
| 18 | 31 844 | 34 050 | - |
| 20 | 304 718 | 3 082 024 | 561 968 |
| 21 | 127 130 | 487 093 | - |
| 22 | 16 870 | 125 060 | - |
| 23 | 133 344 | 219 438 | 204 078 |
| 24 | 66 539 | 2 629 219 | - |
| 25 | 98 977 | 218 493 | - |
| 27 | 16 552 | 35 708 | - |
| 29 | 382 049 | 29 600 | - |
| 32 | - | 40 000 | - |
| 33 | 275 800 | 3 000 | - |
| TOTAL | 5 152 522 | 19 950 800 | 6 434 219 |

De forma idêntica, considerando o volume médio de água registado nas licenças ambientais como as necessidades reais a satisfazer, comparativamente aos valores observados no Plano anterior, de cerca de 27 hm³/ano e 115,5 hm³/ano para as necessidades e consumos satisfeitos por redes públicas e captações próprias, respectivamente, o universo de indústrias considerado representa apenas cerca de 19% e 23 %, respectivamente, das necessidades anteriormente apuradas.

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

Quadro 1.42 – Necessidades e consumos de água totais por concelho (m³/ano)

| Concelho | Consumo Total (m ³ /ano) | | |
|----------------------|-------------------------------------|-------------------------------|---------------------------------------|
| | Consumo Médio Licença Ambiental | De origem subterrânea TURH | Necessidades TURH (C. subterrânea) |
| Abrantes | 103 132 | 10 516 | 1 238 400 |
| Alcobaça | 17 28 | - | - |
| Alcochete | 52 838 | 38 081 | 156 000 |
| Alenquer | 175 660 | - | 1950 000 |
| Almada | 4 260 000 | - | - |
| Almeirim | 2 177 286 | 1 602 897 | 3 261 600 |
| Amadora | 31 513 | - | - |
| Azambuja | 841 152 | 26 829 | 2 623 380 |
| Barreiro | 2 535 588 | 3 602 597 | 5 964 000 |
| Benavente | 947 559 | 799 952 | 3 134 148 |
| Cartaxo | 422 500 | 1 500 000 | 1 500 000 |
| Chamusca | 358 800 | 354 046 | 359 160 |
| Constância | 5 312 973 | 3 568 091 | 16 070 400 |
| Coruche | 174 142 | 186 841 | 865 200 |
| Covilhã | 481 693 | 163 614 | 515 747 |
| Fátima | 40 000 | 48 000 | 48 000 |
| Ferreira do Zêzere | 3 538 | 4 980 | 4 980 |
| Leiria | 1 518 | - | 2 280 |
| Lisboa | 37 799 | 51 635 | 122 400 |
| Loures | 715 476 | 456 252 | 1 687 080 |
| Mafra | 14 011 | - | - |
| Montijo | 6 320 | - | 42 000 |
| Mora | 1 482 702 | 1 227 | - |
| Oeiras | 105 300 | 30 762 | 60 120 |
| Ourém | 5 281 | - | 4 320 |
| Palmela | 597 279 | 276 179 | 3 168 960 |
| Ponte de Sor | 1 500 | - | - |
| Portalegre | 240 380 | 42 782 | 288 000 |
| Santarém | 946 372 | 379 790 | 2 905 440 |
| Santo Antão do Tojal | 1 700 | 11 636 | 43 200 |
| Seixal | 2 580 220 | 1 146 371 | 8 370 480 |
| Sesimbra | 1 999 | - | - |
| Setúbal | 600 000 | 360 581 | 1 204 560 |
| Sintra | 225 715 | 91 593 | 409 920 |
| Tomar | 794 756 | - | 1 680 000 |
| Torres Novas | 1 365 569 | 33 864 | 4 491 600 |
| Vendas Novas | 646 | - | - |
| Vila Franca de Xira | 3 892 897 | 3 057 299 | 9 850 788 |
| TOTAL | 31 537 541 | 17846413 | 72022163 |

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. Estes problemas, aliás já referidos no Plano Nacional da Água, deverá servir de reflexão às medidas a desenvolver no âmbito do Plano agora em elaboração.

Assim, 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 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 14 007 unidades, registando-se o maior número de estabelecimentos no concelho de Lisboa (1 371), seguido do concelho de Sintra (1 341). 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 10 225 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 pelos concelhos da área em estudo.

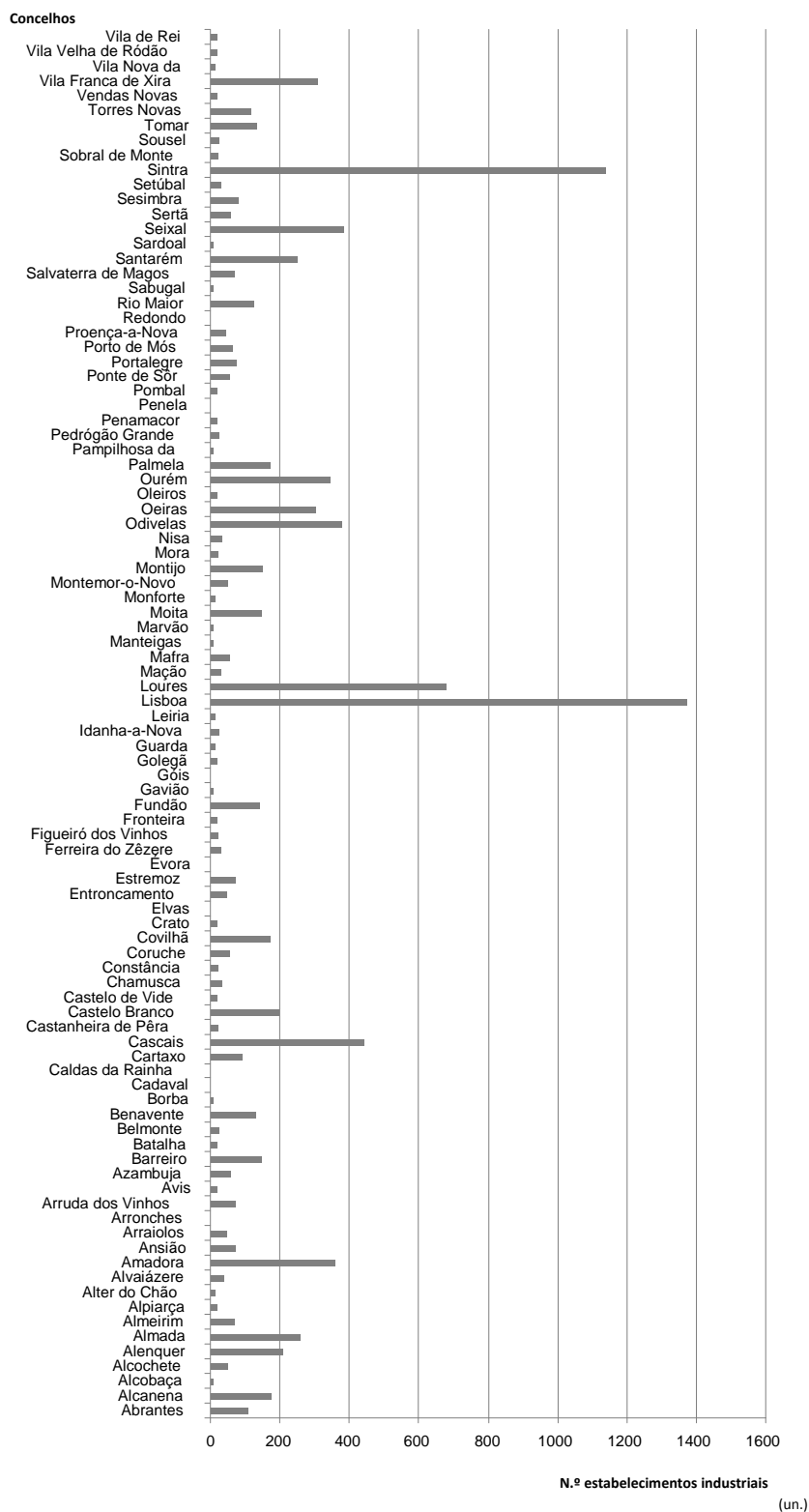


Figura 1.22 – Distribuição do número de estabelecimentos industriais pelos concelhos da área de estudo

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

Quadro 1.43 – Coeficientes adoptados por sector de actividade

| CAE | Sector de Actividade | Necessidades de água (m ³ /trab.ano) |
|-----------------------------------|--|---|
| 10110 | Abate de gado (produção de carne) | 910 |
| 10120 | Abate de aves (produção de carne) | 1 472 |
| 10130 | Fabricação de produtos à base de carne | 197 |
| 102 | Preparação e conservação de peixes, crustáceos e moluscos | 510 |
| 103 | Preparação e conservação de frutos e de produtos hortícolas | 7 853 |
| 1041 | Produção de óleos e gorduras | 1 684 |
| 10420 | Fabricação de margarinas e gorduras alimentares similares | 805 ^A |
| 105 | Indústria de lacticínios | 783 |
| 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 ^B |
| 10810 | Indústria do açúcar | 9 620 ^B |
| 1082; 1083; 10860; 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 ^B |
| 10840; 10891 | Impressão e actividades dos serviços relacionados com a impressão; Reprodução de suportes gravados | 98 |
| 10850; 10892 | Fabricação de produtos petrolíferos refinados | 1300 ^B |
| 109 | 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 | 520 ^B |

| CAE | Sector de Actividade | Necessidades de água (m ³ /trab.ano) |
|---|---|---|
| 1101; 11021 | Fabricação de bebidas alcoólicas destiladas; Produção de vinhos comuns e licorosos | 100 |
| 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 |
| 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 |
| 1330 | Acabamentos de têxteis | 2 805 |
| 139 e 14 | Fabricação de outros têxteis; Indústria do vestuário | 26 ^B |
| 1511 | Curtimenta e acabamento de peles sem pêlo e com pêlo | 1 422 |
| 1512 e 152 | Fabricação de artigos viagem e de uso pessoal, de marroquinaria, de correio e de seleiro; Indústria do calçado | 25 |
| 161; 1621; 1622; 1623; 1624; 16291; 16292 | Serração, aplainamento e impregnação da madeira; Fabricação de folheados e painéis à base de madeira; Parqueteria; Fabricação de outras obras de carpintaria para a construção; Fabricação de embalagens de madeira; Fabricação de outras obras de madeira; Fabricação de obras de cestaria e de espartaria | 161 |
| 16293 a 19295 | Indústria de preparação da cortiça; fabricação de rolhas de cortiça e de outros produtos de cortiça | 69 |
| 1711 | Fabrico de pasta | 9 100 |
| 1712; 1721 | Fabrico de papel e de cartão (excepto canelado); fabricação de papel e de cartão canalados e de embalagens de papel e cartão | 4 420 ^B |
| 1722 a 1729 | 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 ^B |
| 181; 18200 | Impressão e actividades dos serviços relacionados com a impressão; Reprodução de suportes gravados | 39 |

| CAE | Sector de Actividade | Necessidades de água (m ³ /trab.ano) |
|--------------------------------|---|---|
| 19201 | Fabricação de produtos petrolíferos refinados | 3 770 ^B |
| 2011; 2012; 2013; 20141; 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 |
| 20143; 20144; 2015 a 2017 | Fabricação de álcool etílico de fermentação; 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 |
| 20200 | Fabricação de pesticidas e outros produtos agroquímicos | 60 |
| 2030 | Fabricação de tintas, vernizes e produtos similares; mástiques; tintas de impressão | 80 |
| 2041 | Fabricação de sabões e detergentes, produtos de limpeza e de polimento | 410 |
| 2042 | Fabricação de perfumes, cosméticos e produtos de higiene | 10 ^A |
| 205 | Fabricação de outros produtos químicos | 84 |
| 206 | Fabricação de fibras sintéticas ou artificiais | 2 600 ^B |
| 21 | Fabricação de produtos farmacêuticos de base e de preparações farmacêuticas | 531 |
| 221 | Fabricação de artigos de borracha | 442 ^B |
| 222 | Fabricação de artigos de matérias plásticas | 234 ^B |
| 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 cerâmicos de uso doméstico e ornamental | 82 |
| 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 ^B |
| 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 ^B |

| CAE | Sector de Actividade | Necessidades de água (m ³ /trab.ano) |
|-------------|---|--|
| 239 | Fabricação de produtos abrasivos e de outros produtos minerais não metálicos | 29 |
| 241; 243 | Siderurgia e fabricação de ferro-ligas; Outras actividades da primeira transformação do aço | 560 |
| 242 | Fabricação de tubos, condutas, perfis ocos e respectivos acessórios, de aço | 75 |
| 244 | Obtenção e primeira transformação de metais preciosos e de outros metais não ferrosos | 312 ^B |
| 245 | Fundição de metais ferrosos e não ferrosos | 58 |
| 25 | Fabricação de produtos metálicos, excepto máquinas e equipamentos | 75 |
| 26 | Fabricação de componentes informáticos, equipamento para comunicações e produtos electrónicos e ópticos | 24 |
| 27 | Fabricação de equipamento eléctrico | 24 |
| 28 | Fabricação de máquinas e equipamentos n.e. | 93 |
| 29 | Fabricação de veículos automóveis, reboques, semi-reboques e componentes para veículos automóveis | 124 |
| 30 | Fabricação de outro equipamento de transporte | 1 397 ^A |
| 31 | Fabricação de mobiliário e de colchões | 39 ^B |
| 32 | Outras indústrias transformadoras | 25 |
| 33 | Reparação, manutenção e instalação de máquinas e equipamentos | 104 ^B |

Fontes: (A) PBHRO; (B) CUSTODIO, E., LLAMAS, M.R., "Hidrologia Subterrânea", II-B, 1.ª Edição, Barcelona, 1976.

Na ausência de coeficiente específico para uma determinada actividade, aplicou-se 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 m³ 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 são apresentados os principais resultados obtidos, por concelho.

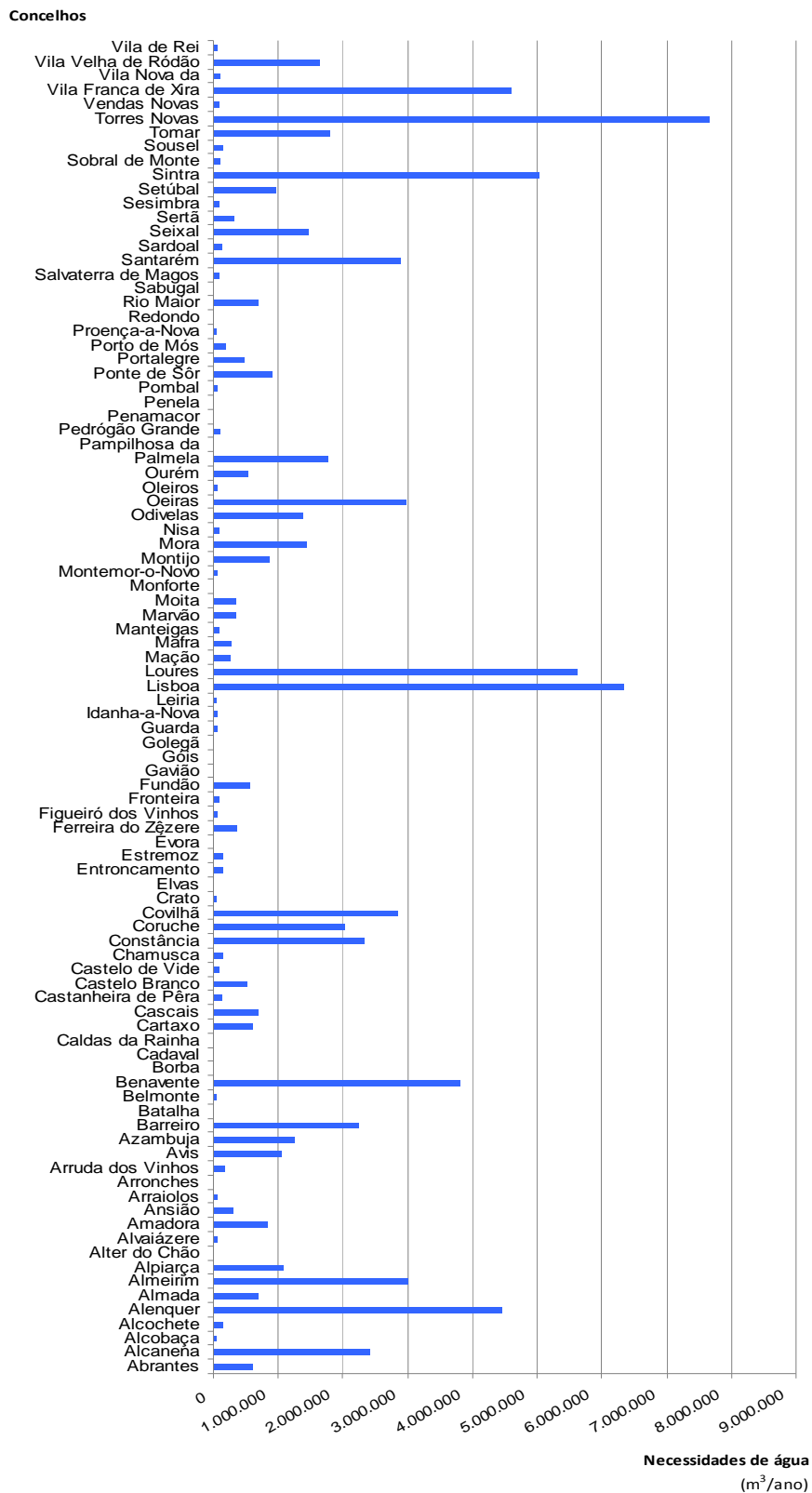


Figura 1.23 – Distribuição das necessidades anuais de água dos estabelecimentos industriais pelos concelhos da área de estudo

Quadro 1.44 – Distribuição das necessidades anuais de água dos estabelecimentos industriais pelos concelhos da área de estudo

| Concelho | Necessidades (m³/ano) | % do total |
|-------------------|---|-------------------|
| Abrantes | 608 929 | 0,71 |
| Alcanena | 2 417 425 | 2,82 |
| Alcobaça | 50 265 | 0,06 |
| Alcochete | 143 649 | 0,17 |
| Alenquer | 4 452 781 | 5,20 |
| Almada | 684 623 | 0,80 |
| Almeirim | 3 004 262 | 3,51 |
| Alpiarça | 1 084 898 | 1,27 |
| Alter do Chão | 8 814 | 0,01 |
| Alvaiázere | 64 709 | 0,08 |
| Amadora | 836 106 | 0,98 |
| Ansião | 297 738 | 0,35 |
| Arraiolos | 65 690 | 0,08 |
| Arronches | 244 | 0,0003 |
| Arruda dos Vinhos | 175 515 | 0,20 |
| Avis | 1 056 495 | 1,23 |
| Azambuja | 1 250 138 | 1,46 |
| Barreiro | 2 241 842 | 2,62 |
| Batalha | 32 101 | 0,04 |
| Belmonte | 37 129 | 0,04 |
| Benavente | 3 808 832 | 4,44 |
| Borba | 24 289 | 0,03 |
| Cadaval | 14 832 | 0,02 |
| Caldas da Rainha | 2 161 | 0,003 |
| Cartaxo | 614 080 | 0,72 |
| Cascais | 697 679 | 0,81 |

| Concelho | Necessidades (m ³ /ano) | % do total |
|---------------------|---------------------------------------|------------|
| Castanheira de Pêra | 120 015 | 0,14 |
| Castelo Branco | 525 610 | 0,61 |
| Castelo de Vide | 81 375 | 0,09 |
| Chamusca | 145 843 | 0,17 |
| Constância | 2 345 543 | 2,74 |
| Coruche | 2 031 790 | 2,37 |
| Covilhã | 2 845 418 | 3,32 |
| Crato | 49 826 | 0,06 |
| Elvas | 2 687 | 0,003 |
| Entroncamento | 148 452 | 0,17 |
| Estremoz | 153 483 | 0,18 |
| Évora | 3 034 | 0,004 |
| Ferreira do Zêzere | 373 783 | 0,44 |
| Figueiró dos Vinhos | 66 704 | 0,08 |
| Fronteira | 79 976 | 0,09 |
| Fundão | 558 319 | 0,65 |
| Gavião | 11 337 | 0,01 |
| Góis | 14 235 | 0,02 |
| Golegã | 18 446 | 0,02 |
| Guarda | 56 719 | 0,07 |
| Idanha-a-Nova | 73 338 | 0,09 |
| Leiria | 46 605 | 0,05 |
| Lisboa | 6 336 915 | 7,40 |
| Loures | 5 617 196 | 6,56 |
| Mação | 262 031 | 0,31 |
| Mafra | 283 217 | 0,33 |
| Manteigas | 91 297 | 0,11 |

| Concelho | Necessidades (m ³ /ano) | % do total |
|---------------------|---------------------------------------|------------|
| Marvão | 336 636 | 0,39 |
| Moita | 350 031 | 0,41 |
| Monforte | 22 122 | 0,03 |
| Montemor-o-Novo | 71 462 | 0,08 |
| Montijo | 858 823 | 1,00 |
| Mora | 1 443 288 | 1,68 |
| Nisa | 82 416 | 0,10 |
| Odivelas | 1 378 224 | 1,61 |
| Oeiras | 2 985 250 | 3,48 |
| Oleiros | 54 353 | 0,06 |
| Ourém | 540 387 | 0,63 |
| Palmela | 1 770 285 | 2,07 |
| Pampilhosa da Serra | 8 219 | 0,01 |
| Pedrógão Grande | 100 590 | 0,12 |
| Penamacor | 22 333 | 0,03 |
| Penela | 5 112 | 0,01 |
| Pombal | 58 558 | 0,07 |
| Ponte de Sôr | 914 646 | 1,07 |
| Portalegre | 466 779 | 0,54 |
| Porto de Mós | 193 827 | 0,23 |
| Proença-a-Nova | 51 717 | 0,06 |
| Redondo | 60 | 0,00 |
| Rio Maior | 689 607 | 0,80 |
| Sabugal | 21 084 | 0,02 |
| Salvaterra de Magos | 92 959 | 0,11 |
| Santarém | 2 904 179 | 3,39 |
| Sardoal | 125 958 | 0,15 |

| Concelho | Necessidades (m ³ /ano) | % do total |
|------------------------|---------------------------------------|------------|
| Seixal | 1 464 059 | 1,71 |
| Sertã | 332 113 | 0,39 |
| Sesimbra | 94 725 | 0,11 |
| Setúbal | 980 742 | 1,14 |
| Sintra | 5 048 563 | 5,89 |
| Sobral de Monte Agraço | 101 236 | 0,12 |
| Sousel | 148 374 | 0,17 |
| Tomar | 1 805 501 | 2,11 |
| Torres Novas | 7 666 069 | 8,95 |
| Vendas Novas | 79 217 | 0,09 |
| Vila Franca de Xira | 4 600 741 | 5,37 |
| Vila Nova da Barquinha | 112 221 | 0,13 |
| Vila Velha de Ródão | 1 636 090 | 1,91 |
| Vila de Rei | 54 764 | 0,06 |
| TOTAL | 85 691 736 | 100 |

A análise da informação resumida no gráfico e tabela anteriores permite inferir que os concelhos de Vila Franca de Xira, Torres Novas, Sintra, Santarém, Oeiras, Loures, Lisboa, Covilhã, Coruche, Constância, Benavente, Barreiro, Almeirim, Alenquer, Alcanena são responsáveis por quase 70% das necessidades totais de água da indústria transformadora da bacia hidrográfica do Tejo, ou seja, por 58 306 805 m³/ano dos 85 691 736 m³/ano estimados.

Verifica-se que, os concelhos com maiores necessidades de água nem sempre correspondem aos concelhos com maior número de estabelecimentos industriais, ou seja, Sintra (1 141 unidades industriais), Lisboa (1 371) e Loures (677), representam cerca de 31% do número total de estabelecimentos apurados (10 225). Em contrapartida, os concelhos de Coruche (56), Constância (20) e Almeirim (65) representam apenas 1,4 % do número total de unidades industrial estimado.

No gráfico e quadro seguintes apresenta-se a distribuição das necessidades de água pelos diversos sectores de actividade considerados: CAE 10, CAE 11, CAE 12, CAE 13, CAE 14, CAE 15, CAE 16, CAE 17, CAE 18, CAE19, 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.

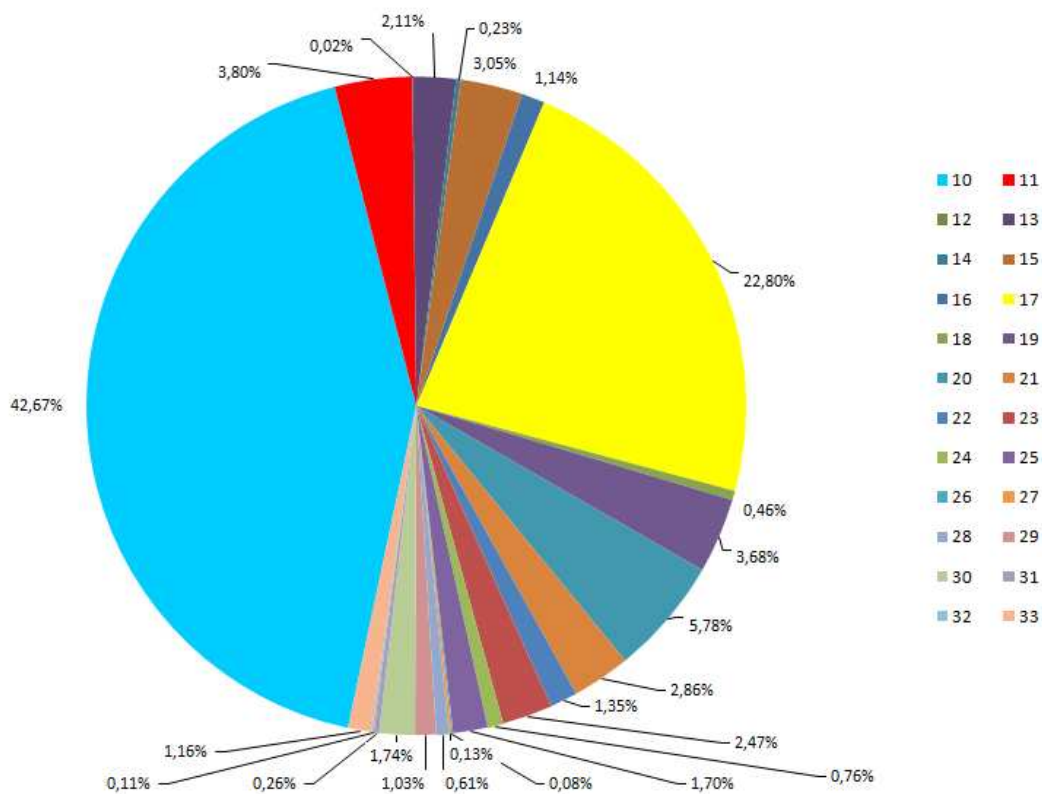


Figura 1.24 – Distribuição das necessidades anuais de água dos estabelecimentos industriais pelos vários sectores de actividade (CAE) considerados

Quadro 1.45 – Distribuição das necessidades anuais de água dos estabelecimentos industriais pelos concelhos da área de estudo

| CAE – Sector de actividade | Necessidades de água (m ³ /ano) | % das necessidades totais |
|---|--|---------------------------|
| CAE 10 – Indústrias alimentares | 36 567 224 | 42,67 |
| CAE 11 – Indústrias das bebidas | 3 253 717 | 3,80 |
| CAE 12 – Indústrias do tabaco | 15 950 | 0,02 |
| CAE 13 – Fabricação de têxteis | 1 811 631 | 2,11 |
| CAE 14 – Indústria do vestuário | 195 216 | 0,23 |
| CAE 15 – Indústria do couro e seus produtos | 2 612 018 | 3,05 |
| CAE 16 – Indústria da madeira e da cortiça ¹ | 976 734 | 1,14 |
| CAE 17 – Fabricação de pasta, de papel, cartão e seus artigos | 19 539 726 | 22,80 |
| CAE 18 – Impressão e reprodução de suportes gravados | 390 442 | 0,46 |
| CAE 19 – Indústrias alimentares | 3 156 846 | 3,68 |
| CAE 20 – Produtos químicos e de fibras sintéticas ou artificiais ² | 4 950 091 | 5,78 |

| CAE – Sector de actividade | Necessidades de água (m ³ /ano) | % das necessidades totais |
|---|---|---------------------------|
| CAE 21 – Produtos farmacêuticos de base e preparações farmacêuticas | 2 447 795 | 2,86 |
| CAE 22 – Artigos de borracha e de matérias plásticas | 1 159 306 | 1,35 |
| CAE 23 – Outros produtos minerais não metálicos | 2 118 227 | 2,47 |
| CAE 24 – Indústrias metalúrgicas de base | 653 590 | 0,76 |
| CAE 25 – Produtos metálicos ³ | 1 459 995 | 1,70 |
| CAE 26 – Equipamentos informáticos, para comunicações e produtos electrónicos | 66 376 | 0,08 |
| CAE 27 – Equipamento eléctrico | 115 015 | 0,13 |
| CAE 28 – Fabricação de máquinas e equipamentos n.e. | 520 921 | 0,61 |
| CAE 29 – Veículos automóveis, reboques, semi-reboques | 885 613 | 1,03 |
| CAE 30 – Fabricação de outro equipamento de transporte | 1 488 858 | 1,74 |
| CAE 31 – Fabricação de mobiliário e de colchões | 221 161 | 0,26 |
| CAE 32 – Outras indústrias transformadoras | 91 439 | 0,11 |
| CAE 33 – Reparação, manutenção e instalação de máquinas e equipamentos | 993 842 | 1,16 |
| TOTAL | 85 691 733 | 100 |

¹ Excepto mobiliário

² Excepto produtos farmacêuticos

³ 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 42,7% das necessidades totais estimadas. Neste sector, destacam-se os grupos preparação e conservação de frutos e produtos hortícolas (CAE 103) com 57,8% das necessidades de água e a fabricação de outros produtos alimentares (CAE 108) e o abate de animais, preparação e conservação de carne e de produtos à base de carne (CAE 101) com 13,3% e 11,3%, respectivamente das necessidades de água.

Salienta-se, ainda, o sector da fabricação de pasta, de papel, cartão e seus artigos (CAE 17), cujas necessidades anuais de água representam, 22% das necessidades da indústria transformadora.

Nesta fase não foi possível apurar em que proporção as necessidades de água para a indústria são satisfeitas por origens próprias, superficiais e/ou subterrâneas e por redes de abastecimento. A consulta do anterior PBH permitiu concluir que os valores

são muito diferentes de concelho para concelho, podendo as origens subterrâneas satisfazer desde 100% a 0% dos consumos das indústrias.

Assim, optou-se por não fazer nesta fase qualquer exercício de distribuição de necessidades pelas massas de água subterrâneas, esperando-se que uma análise conjunta da utilização das captações superficiais e subterrâneas permita fazer a distribuição das necessidades por origens e por massas de água no próximo relatório.

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

1.2.2.1 Resumo do anterior Plano

No PBH do Tejo, com o objectivo de identificar, globalmente na bacia hidrográfica 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 teve como objectivo 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.

A avaliação das necessidades referentes ao abastecimento de água às populações, à indústria e à agricultura com captações superficiais e subterrâneas baseou-se nos inventários e estimativas realizadas para as Utilizações e Necessidades de Água.

Em ano médio, a procura global de água na área da bacia do rio Tejo foi estimada então em cerca de 2 400 hm³ por ano, com a seguinte discriminação:

- redes públicas (abastecimento urbano e indústria), 340 hm³ (14%);
- captações próprias nas indústrias, 130 hm³ (6%);
- agricultura, 1 930 hm³ (80%).

O facto de se terem considerados 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 analisados os transvases nacionais e espanhóis mais importantes entre bacias e os resultados da "Convenção sobre a cooperação para a protecção e o aproveitamento sustentável das águas das bacias hidrográficas Luso-Espanholas" no que se refere ao rio Tejo, bem como a capacidade de armazenamento na bacia hidrográfica.

A estimativa da procura de água pelas actividades consumptivas foi discretizada espacialmente para 21 sub-bacias correspondentes aos afluentes mais importantes do rio Tejo, a uma pequena sub-bacia endorreica, a um conjunto de zonas hidrográficas correspondentes a linhas de água de menor dimensão que drenam para o Oceano Atlântico, compreendidos entre a Costa da Caparica e o Cabo Espichel e a três sub-bacias no Estuário.

Considerou-se a procura como o volume de água captada ao meio hídrico, tendo os valores sido estimados em termos anual e semestre seco para cada uma das seguintes três situações: ano médio, ano seco e ano húmido, correspondentes respectivamente às probabilidades de excedência em 50%, 20% e 80% dos anos, ou seja, com garantia de 50%, 80% e 20%.

Da análise dos valores apresentados para as diferentes sub-bacias, constatou-se que as zonas de maior procura são aquelas onde há maior concentração de regadios (sub-bacias Sorraia, Tejo -Troço Principal, Zêzere e Estuário), de aglomeração populacional (as captações da EPAL em Castelo de Bode, na sub-bacia Zêzere, na sub-bacia Tejo -Troço Principal e nos Olhos de Água, na sub-bacia Alviela) e de instalações industriais com captações próprias (sub-bacias Estuário, Tejo -Troço Principal e Zêzere).

Relativamente às redes públicas, verificou-se que a sub-bacia Zêzere apresenta uma procura que representa mais de 45% do valor global daquela componente na totalidade da bacia e que corresponde à captação da EPAL na albufeira de Castelo do Bode, com um volume captado de cerca de 141 hm³ por ano, cujo consumo tem lugar nas sub-bacias de jusante, com particular destaque para a Grande Lisboa.

No que respeita às captações próprias das indústrias, a sub-bacia Estuário apresenta uma procura de mais de 60% do total daquela componente na totalidade da bacia.

A procura da agricultura no conjunto das três sub-bacias, Sorraia, Zêzere e Tejo -Troço Principal representa perto de 60% do total daquela componente na totalidade da bacia.

Salienta-se ainda o facto da procura do semestre seco representar cerca de 90% da procura anual, o que decorre do elevado peso que a procura para fins agrícolas tem no conjunto dos consumos (as captações sazonais agrícolas são 99% no semestre seco e 1% no semestre húmido).

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. Não se consideram assim os volumes anuais afluentes às bacias de jusante provenientes das de montante, só se contabilizando as disponibilidades próprias geradas em cada sub-bacia.

Por se terem encontrado dificuldades inultrapassáveis na obtenção de resultados credíveis pela aplicação do modelo de precipitação/escoamento de Temez, os escoamentos anuais médios foram obtidos através das cartas de isolinhas do escoamento anual médio do Atlas do Ambiente.

A discretização espacial consistiu na divisão da bacia hidrográfica nacional do rio Tejo em 21 sub-bacias. Foram consideradas 16 bacias hidrográficas principais correspondentes aos afluentes mais importantes do rio Tejo, uma pequena sub-bacia hidrográfica endorreica, um conjunto de zonas hidrográficas correspondentes a linhas de água de menor dimensão que drenam directamente para o rio Tejo e ainda a região hidrográfica de pequena linhas de água que drenam para o Oceano Atlântico, compreendidas entre a Costa da Caparica e o Cabo Espichel, que se designou por "ribeiras a Sul do Tejo".

A zona do estuário foi também subdividida, nomeadamente o estuário propriamente dito a jusante da ponte de Vila Franca de Xira, região que se designou por "Foz", a região hidrográfica das ribeiras que drenam para o estuário maioritariamente a norte deste, designada por "ribeiras da Grande Lisboa"; e a região das ribeiras situadas essencialmente a sul do estuário, designada por "Estuário Sul".

A impossibilidade de obtenção de séries de escoamentos mensais em qualquer ponto da bacia hidrográfica, objectivo da utilização de um modelo precipitação/escoamento, condicionou quer a discretização temporal, quer a discretização espacial. Os balanços foram realizados para cada sub-bacia com uma discretização temporal anual para uma

série de 38 anos hidrológicos, avaliando-se ainda o comportamento de cada sub-bacia para os semestres secos e húmidos.

Foram consideradas 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%.

A variabilidade interanual, anual e sazonal dos escoamentos, tem importância ao nível de garantia do abastecimento de água às diversas actividades exercidas na bacia hidrográfica, estejam elas associadas ao consumo urbano, industrial ou agrícola. Estimaram-se portanto os valores de escoamento para o semestre seco (Outubro a Abril), para ano médio, seco e húmido.

Os escoamentos provenientes de Espanha correspondem aos valores de caudais imediatamente a jusante de Cedilho, que compreendem os escoamentos das bacias partilhadas por Portugal e Espanha, Erges e Sever, e as bacias portuguesas que têm confluência no rio Tejo na fronteira: Aravil, Pônsul e parte do troço principal. O valor médio anual de escoamento em Cedilho é de 9 544 hm³, com desvio padrão de 5 518 hm³.

A "Convenção sobre cooperação para a protecção e o aproveitamento sustentável das águas das bacias hidrográficas Luso-Espanholas", assinada pelos Ministros do Ambiente dos dois Estados em 1998, estabelece que a gestão das águas na bacia hidrográfica deve garantir, salvo períodos de excepção, os seguintes valores mínimos:

- na secção da barragem de Cedilho: 2 700 hm³/ano;
- na secção da ponte de Muge: 4 000 hm³/ano.

Define ainda os períodos de excepção e, na continuidade do Convénio Luso-Espanhol de 1968, prevê a faculdade de transferência de águas, por parte de Espanha, para outras bacias hidrográficas até ao valor de 1 000 hm³/ano. Em Espanha está construído um sistema de transferência entre as cabeceiras do Tejo e a bacia do Segura, dimensionado para um volume anual de 1 000 hm³ (volume previsto no Convénio). Este transvase tem funcionado muito abaixo da sua capacidade, raramente ultrapassando 300 hm³/ano.

Para Portugal, referia-se no PBH Tejo a transferência de caudais (60 hm³ /ano) para a bacia do Tejo através da albufeira do Sabugal (no rio Côa, bacia hidrográfica do Douro) para a Albufeira da Meimosa, com vista à rega da Cova da Beira e produção de energia eléctrica.

Para as bacias do Oeste e em particular para as ribeiras na zona de Lisboa verifica-se um transvase através do sistema EPAL para abastecimento público, cujas captações na albufeira de Castelo de Bode, no rio Zêzere, no Alviela e em Valada do Tejo têm volumes médios anuais de, respectivamente 142, 16 e 46 hm³/ano, com um volume total de 202 hm³.

No que se refere à capacidade de armazenamento, foram inventariadas na bacia do Tejo 57 barragens com mais de 10 hm³ de capacidade, das quais 43 em Espanha e 14 em Portugal. Representavam uma capacidade total de armazenamento de 13 700 hm³ dos quais 11 000 em Espanha e 2 700 hm³ em Portugal. Das barragens então em fase de construção, nenhuma tinha capacidade superior a 100 hm³, tendo a maior (Tajera, em Espanha) uma capacidade de 70 hm³.

Mais de metade da capacidade de armazenamento disponível em Espanha concentra-se nas albufeiras de Alcântara (3 162 hm³) e Valdecañas (1 446 hm³), junto a fronteira e Buendia (1 638 hm³) no Alto Tejo, estrutura de regularização principal do transvase Tejo-Segura.

Dos 2 700 hm³ de capacidade total de armazenamento existentes em Portugal, 1 860 hm³ estão concentrados no sistema Zêzere e 370 hm³ no sistema Sorraia.

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 comparação entre as extracções e os volumes extraíveis (que são no máximo 70% do valor da recarga), permite definir se os sistemas hidrogeológicos estão em situação de sub exploração, sobre exploração ou ao nível do equilíbrio do uso dos recursos. Uma relação superior a 100% indica que se está a extrair mais do que a recarga vertical do sistema, uma relação inferior a 100% indica que se pode explorar mais do que o que está a ser explorado. O desejável é a exploração próxima, mas abaixo, dos 100%.

Na interpretação destas relações há que ter sempre em conta a incerteza dos valores que fazem parte do balanço hídrico subterrâneo, que são, na maior parte das situações, valores estimados, e como tal aproximados, bem como o facto de se estar a realizar o balanço por bacias hidrográficas definidas para o escoamento superficial. Isto significa que uma razão extracções/volume extraível superior a 100% pode não corresponder de facto a uma situação de sobre exploração. Nestas situações, a

estabilidade de caudais extraídos e dos níveis piezométricos é um indicador de não sobre exploração.

As disponibilidades hídricas subterrâneas, consideradas como o volume extraível dos aquíferos, que foram calculadas por sub-bacia para a análise do balanço das necessidades - disponibilidades apresentam-se no quadro seguinte.

Quadro 1.46 – Volume anual extraível dos recursos subterrâneos (hm³)

| Sub-bacia | Volume extraível (hm ³) |
|------------------------|-------------------------------------|
| Alenquer | 32 |
| Almonda | 64 |
| Alviela | 80 |
| Aravil | 38 |
| Bacia endorreica | 4 |
| Erges | 43 |
| Estuário | 154 |
| Grande Lisboa | 23 |
| Grande/ Pipa | 14 |
| Rio Maior | 166 |
| Muge | 109 |
| Nisa | 20 |
| Ocreza | 168 |
| Pônsul | 152 |
| Sever | 24 |
| Sorraia | 678 |
| Tejo TP | 432 |
| Trancão | 33 |
| Zêzere | 705 |
| Ribeiras a Sul do Tejo | 25 |
| Total | 2 964 |

Fonte: PBH Tejo (1999)

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 seguinte apresentam-se os valores relativos ao balanço hídrico superficial e subterrâneo por bacia para ano médio.

Quadro 1.47 – Balanço das necessidades - disponibilidades subterrâneas e superficiais para ano médio por sub-bacia (hm³)

| Sub-bacia | Balanço | Recursos hídricos subterrâneos | | | | Recursos hídricos Superficiais | | | | |
|------------------------|---------|--------------------------------|-------|--------|--------|--------------------------------|--------|-------|--------|---------|
| | | D.H. | Rede | I.C.P. | Agric. | Balanço | D.H. | Rede | I.C.P. | Agric. |
| Alenquer | 32 | 20,30 | 1,38 | 9 | 1 | 50 | 0,00 | 0,59 | 3,0 | 46,18 |
| Almonda | 64 | 2,92 | 1,67 | 31 | 28 | 68 | 0,00 | 0,72 | 12,1 | 55,30 |
| Alviela | 80 | 1,47 | 2,57 | 21 | 55 | 104 | 15,77 | 1,10 | 5,8 | 81,20 |
| Aravil | 38 | 0,00 | 0,01 | 26 | 12 | 43 | 0,16 | 0,00 | 11,7 | 30,89 |
| Bacia endorreica | 4 | 0,00 | 0,00 | 0 | 4 | 4 | 0,00 | 0,00 | 0,1 | 3,71 |
| Erges | 43 | 0,04 | 0,00 | 30 | 13 | 127 | 0,14 | 0,00 | 20,2 | 107,12 |
| Estuário | 154 | 59,55 | 32,06 | 144 | -82 | 120 | 0,00 | 46,46 | 24,0 | 49,76 |
| Grande Lisboa | 23 | 0,00 | 1,95 | 3 | 18 | 112 | 0,00 | 0,57 | 0,7 | 110,35 |
| Grande Pipa | 14 | 0,00 | 0,21 | 5 | 9 | 22 | 0,00 | 0,09 | 0,2 | 21,73 |
| Muge | 109 | 1,04 | 0,14 | 59 | 49 | 152 | 0,00 | 0,06 | 22,3 | 129,63 |
| Nisa | 20 | 0,20 | 0,05 | 3 | 17 | 53 | 0,12 | 0,10 | 6,4 | 46,46 |
| Ocreza | 168 | 1,93 | 0,17 | 63 | 103 | 639 | 3,17 | 0,18 | 17,4 | 618,40 |
| Pônsul | 152 | 0,44 | 0,10 | 95 | 57 | 344 | 0,62 | 0,04 | 41,6 | 301,87 |
| Ribeiras a Sul do Tejo | 25 | 1,53 | 0,01 | 7 | 16 | 40 | 0,00 | 0,01 | 0,2 | 39,70 |
| Rio Maior | 166 | 5,16 | 3,49 | 72 | 85 | 230 | 0,00 | 1,44 | 23,9 | 204,95 |
| Sever | 24 | 1,58 | 0,00 | 4 | 19 | 84 | 0,00 | 0,00 | 6,7 | 77,09 |
| Sorraia | 678 | 10,04 | 1,87 | 268 | 399 | 1201 | 0,20 | 1,77 | 214,2 | 985,24 |
| Tejo TP | 432 | 12,38 | 8,22 | 211 | 201 | 588 | 46,27 | 10,52 | 65,0 | 465,80 |
| Trancão | 33 | 1,55 | 2,19 | 26 | 3 | 63 | 0,00 | 1,02 | 9,0 | 53,22 |
| Zêzere | 705 | 11,16 | 4,03 | 324 | 366 | 3054 | 145,43 | 2,21 | 46,0 | 2860,11 |
| Total | 2 964 | 131 | 60 | 1 400 | 1 372 | 7 098 | 212 | 67 | 530 | 6 289 |

Notas: D.H. Disponibilidades Hídricas; I.C.P., Indústria Captações Próprias; Agric., Agricultura
 Fonte: PBH Tejo (1999)

Da análise deste quadro tiraram-se as seguintes conclusões:

- i) no que se refere ao balanço hídrico subterrâneo em ano médio:
- i.1) a única sub-bacia hidrográfica que apresenta défice hídrico subterrâneo em ano médio é a do Estuário (- 82 hm³). Saliente-se, porém, que a mesma se encontra no aquífero do sistema Tejo - Sado da margem esquerda, cujos limites se estendem muito para além dos limites da sub-bacia. Assim, o facto de a mesma apresentar um défice hídrico, não significa necessariamente que se verifique uma sobre exploração do aquífero;

- i.2) para as restantes sub-bacias, não se verificam em ano médio sobre explorações dos aquíferos;
- i.3) no total as extracções subterrâneas são de ordem de 1 591 hm³ e o excesso hídrico é da ordem de 1 372 hm³;
- ii) no que se refere ao balanço hídrico superficial em ano médio:
 - ii.1) apesar de não se considerarem as transferências entre bacias, nem o caudal de retorno das várias actividades consumptivas, não se verificou em ano médio nenhum défice hídrico nas sub-bacias consideradas;
 - ii.2) as extracções globais superficiais são, em ano médio, da ordem de 809 hm³ e as disponibilidades hídricas superficiais são da ordem de 7 098 hm³ sendo o excesso hídrico de 6 289 hm³.

No quadro seguinte apresentam-se os valores relativos ao balanço hídrico superficial e subterrâneo para ano seco.

Quadro 1.48 – Balanço das necessidades - disponibilidades subterrâneas e superficiais para ano seco por sub-bacia (hm³)

| Sub-bacia | Balanço dos recursos hídricos subterrâneos | | | | | Balanço dos recursos hídricos Superficiais | | | | |
|------------------------|--|-------|--------|--------|---------|--|-------|--------|--------|---------|
| | D.H. | Rede | I.C.P. | Agric. | Balanço | D.H. | Rede | I.C.P. | Agric. | Balanço |
| Alenquer | 32 | 20,30 | 1,38 | 10 | 0 | 18 | 0,00 | 0,59 | 3 | 14 |
| Almonda | 64 | 2,92 | 1,67 | 35 | 24 | 26 | 0,00 | 0,72 | 14 | 12 |
| Alviela | 80 | 1,47 | 2,57 | 24 | 52 | 57 | 15,77 | 1,10 | 6 | 34 |
| Aravil | 38 | 0,00 | 0,01 | 28 | 10 | 13 | 0,16 | 0,00 | 13 | 0 |
| Bacia endorreica | 4 | 0,00 | 0,00 | 0 | 4 | 2 | 0,00 | 0,00 | 0 | 2 |
| Erges | 43 | 0,04 | 0,00 | 34 | 9 | 44 | 0,14 | 0,00 | 22 | 21 |
| Estuário | 154 | 59,55 | 32,06 | 160 | -98 | 37 | 0,00 | 46,46 | 27 | -36 |
| Grande Lisboa | 23 | 0,00 | 1,95 | 3 | 18 | 45 | 0,00 | 0,57 | 1 | 43 |
| Grande Pipa | 14 | 0,00 | 0,21 | 5 | 9 | 8 | 0,00 | 0,09 | 0 | 7 |
| Muge | 109 | 1,04 | 0,14 | 65 | 42 | 86 | 0,00 | 0,06 | 25 | 61 |
| Nisa | 20 | 0,20 | 0,05 | 4 | 16 | 15 | 0,12 | 0,10 | 7 | 8 |
| Ocreza | 168 | 1,93 | 0,17 | 69 | 96 | 340 | 3,17 | 0,18 | 19 | 318 |
| Pônsul | 152 | 0,44 | 0,10 | 106 | 46 | 118 | 0,62 | 0,04 | 46 | 71 |
| Ribeiras a Sul do Tejo | 25 | 1,53 | 0,01 | 8 | 16 | 23 | 0,00 | 0,01 | 0 | 23 |
| Rio Maior | 166 | 5,16 | 3,49 | 81 | 77 | 125 | 0,00 | 1,44 | 27 | 97 |
| Sever | 24 | 1,58 | 0,00 | 4 | 18 | 26 | 0,00 | 0,00 | 7 | 18 |

| Sub-bacia | Balanço dos recursos hídricos subterrâneos | | | | | Balanço dos recursos hídricos Superficiais | | | | |
|-----------|--|-------|------|-------|-------|--|--------|-------|-----|-------|
| | | | | | | | | | | |
| Sorraia | 678 | 10,04 | 1,87 | 298 | 368 | 343 | 0,20 | 1,77 | 238 | 102 |
| Tejo TP | 432 | 12,38 | 8,22 | 235 | 176 | 290 | 46,27 | 10,52 | 72 | 161 |
| Trancão | 33 | 1,55 | 2,19 | 29 | 0 | 25 | 0,00 | 1,02 | 10 | 14 |
| Zêzere | 705 | 11,16 | 4,03 | 365 | 324 | 1 626 | 145,43 | 2,21 | 52 | 1 427 |
| Total | 2 964 | 131 | 60 | 1 563 | 1 209 | 3 269 | 212 | 67 | 591 | 2 399 |

Notas: D.H. Disponibilidades Hídricas; I.C.P., Indústria Captações Próprias; Agric., Agricultura
Fonte: PBH Tejo (1999)

Da análise deste quadro tiraram-se as seguintes conclusões:

- i) no que se refere ao balanço hídrico subterrâneo em ano seco:
 - i.1) a única sub-bacia que apresenta défice hídrico subterrâneo, é a do Estuário (-98 hm³). Este resultado não é indicativo de sobre exploração, conforme foi referido na análise anterior;
 - i.2) nas sub-bacias do Alenquer e do Trancão, verifica-se um equilíbrio entre as extracções e os volumes extraíveis, e nas restantes, verificou-se um excesso hídrico subterrâneo;
- ii) no que se refere ao balanço hídrico superficial em ano seco.
 - ii.1) a única bacia que apresenta défice hídrico superficial, é a do Estuário (-36 hm³).
 - ii.2) a sub-bacia do Aravil apresenta um equilíbrio entre as extracções superficiais e as respectivas disponibilidades próprias, podendo verificar-se um défice hídrico caso haja no futuro um aumento do consumo.
 - ii.3) a totalidade das extracções superficiais em ano seco, é da ordem de 871 hm³ e as disponibilidades hídricas da ordem de 3 269 hm³, obtendo-se um excesso hídrico de 2 399 hm³.

No quadro seguinte apresentam-se os valores relativos ao balanço hídrico superficial e subterrâneo em ano húmido.

Quadro 1.49 – Balanço das necessidades - disponibilidades subterrâneas e superficiais para ano húmido por sub-bacia (hm³)

| Sub-bacia | Balanço dos recursos hídricos subterrâneos | | | | | Balanço dos recursos hídricos superficiais | | | | |
|------------------------|--|-------|--------|--------|---------|--|--------|--------|--------|---------|
| | D.H. | Rede | I.C.P. | Agric. | Balanço | D.H. | Rede | I.C.P. | Agric. | Balanço |
| Alenquer | 32 | 20,30 | 1,38 | 8 | 2 | 95 | 0,00 | 0,59 | 3 | 92 |
| Almonda | 64 | 2,92 | 1,67 | 28 | 32 | 101 | 0,00 | 0,72 | 11 | 90 |
| Alviela | 80 | 1,47 | 2,57 | 19 | 57 | 158 | 15,77 | 1,10 | 5 | 136 |
| Aravil | 38 | 0,00 | 0,01 | 23 | 15 | 75 | 0,16 | 0,00 | 10 | 64 |
| Bacia endorreica | 4 | 0,00 | 0,00 | 0 | 4 | 6 | 0,00 | 0,00 | 0 | 6 |
| Erges | 43 | 0,04 | 0,00 | 27 | 16 | 258 | 0,14 | 0,00 | 18 | 240 |
| Estuário | 154 | 59,55 | 32,06 | 128 | -66 | 193 | 0,00 | 46,46 | 21 | 126 |
| Grande Lisboa | 23 | 0,00 | 1,95 | 2 | 19 | 174 | 0,00 | 0,57 | 1 | 173 |
| Grande Pipa | 14 | 0,00 | 0,21 | 4 | 10 | 42 | 0,00 | 0,09 | 0 | 42 |
| Muge | 109 | 1,04 | 0,14 | 52 | 56 | 238 | 0,00 | 0,06 | 20 | 218 |
| Nisa | 20 | 0,20 | 0,05 | 3 | 17 | 84 | 0,12 | 0,10 | 6 | 78 |
| Ocreza | 168 | 1,93 | 0,17 | 56 | 110 | 999 | 3,17 | 0,18 | 15 | 980 |
| Pônsul | 152 | 0,44 | 0,10 | 84 | 68 | 724 | 0,62 | 0,04 | 37 | 686 |
| Ribeiras a Sul do Tejo | 25 | 1,53 | 0,01 | 6 | 17 | 60 | 0,00 | 0,01 | 0 | 60 |
| Rio Maior | 166 | 5,16 | 3,49 | 64 | 93 | 351 | 0,00 | 1,44 | 21 | 328 |
| Sever | 24 | 1,58 | 0,00 | 3 | 19 | 133 | 0,00 | 0,00 | 6 | 127 |
| Sorraia | 678 | 10,04 | 1,87 | 237 | 429 | 1 955 | 0,20 | 1,77 | 190 | 1 763 |
| Tejo TP | 432 | 12,38 | 8,22 | 187 | 225 | 928 | 46,27 | 10,52 | 58 | 814 |
| Trancão | 33 | 1,55 | 2,19 | 23 | 6 | 99 | 0,00 | 1,02 | 8 | 90 |
| Zêzere | 705 | 11,16 | 4,03 | 283 | 407 | 4 711 | 145,43 | 2,21 | 40 | 4 583 |
| Total | 2 964 | 131 | 60 | 1237 | 1535 | 11 444 | 212 | 67 | 470 | 10 695 |

Notas: D.H. Disponibilidades Hídricas; I.C.P., Indústria Captações Próprias; Agric., Agricultura
 Fonte: PBH Tejo (1999)

O que de mais relevante ressalta da análise do quadro, é que mesmo em ano húmido, persiste o défice hídrico subterrâneo na sub-bacia do Estuário sendo, nas demais, o balanço hídrico sempre positivo.

No quadro seguinte apresentam-se os resultados relativos ao balanço hídrico subterrâneo para o semestre seco, em ano médio, seco e húmido. Da sua análise retiraram-se as seguintes conclusões:

- a consideração da variabilidade sazonal através da realização do balanço hídrico para o semestre seco, implica a existência de défices hídricos num número significativo de bacias mesmo em ano húmido (Alenquer, Aravil, Erges, Estuário, Ponsul, Trancão);
- em ano médio e ano seco, para além das sub-bacias referidas, verifica-se défice hídrico nas sub-bacias do Almonda, Muge, e Tejo Troço Principal;
- para ano seco, verifica-se ainda défice hídrico nas sub-bacias do Rio Maior e Zêzere;
- na globalidade, verifica-se défice hídrico subterrâneo para o semestre seco em ano médio (-0,5 hm³) e ano seco (-161 hm³). Em ano húmido, verifica-se um excesso hídrico de 160 hm³.

Quadro 1.50 – Balanço hídrico dos recursos subterrâneos para o semestre seco em ano médio, seco e húmido por sub-bacia (hm³)

| Sub-bacia | D.H. (hm ³) | Extracções semestre seco (hm ³) | | | | | Balanço (hm ³) | | |
|------------------------|----------------------------|---|-----------|--------------------|-------------|-------------|----------------------------|-------------|------------|
| | | Rede | I.C.P. | Agricultura em ano | | | Semestre seco em ano | | |
| | | | | Médio | Seco | Húmido | Médio | Seco | Húmido |
| Alenquer | 16 | 10 | 1 | 9 | 10 | 8 | -3,8 | -4,7 | -2,8 |
| Almonda | 32 | 1 | 1 | 31 | 35 | 27 | -1,3 | -4,9 | 2,4 |
| Alviela | 40 | 1 | 1 | 21 | 24 | 19 | 16,8 | 14,3 | 19,3 |
| Aravil | 19 | 0 | 0 | 25 | 28 | 23 | -6,4 | -9,1 | -3,8 |
| Bacia endorreica | 2 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 1,9 | 1,9 | 1,9 |
| Erges | 21,5 | 0 | 0 | 30 | 33 | 27 | -8,5 | -11,9 | -5,1 |
| Estuário | 77 | 30 | 16 | 143 | 158 | 127 | -111,4 | -127,3 | -95,5 |
| Grande Lisboa | 11,5 | 0 | 1 | 3 | 3 | 2 | 7,9 | 7,7 | 8,2 |
| Grande Pipa | 7 | 0 | 0 | 5 | 5 | 4 | 2,3 | 1,8 | 2,8 |
| Muge | 54,5 | 1 | 0 | 58 | 65 | 51 | -4,1 | -10,8 | 2,6 |
| Nisa | 10 | 0 | 0 | 3 | 4 | 3 | 6,7 | 6,4 | 7,0 |
| Ocreza | 84 | 1 | 0 | 62 | 69 | 55 | 21,0 | 14,2 | 27,7 |
| Pônsul | 76 | 0 | 0 | 94 | 105 | 83 | -18,1 | -29,0 | -7,3 |
| Ribeiras a Sul do Tejo | 12,5 | 1 | 0 | 7 | 8 | 6 | 4,7 | 3,9 | 5,5 |
| Rio Maior | 83 | 3 | 2 | 71 | 80 | 63 | 7,2 | -1,1 | 15,4 |
| Sever | 12 | 1 | 0 | 4 | 4 | 3 | 7,6 | 7,3 | 8,0 |
| Sorraia | 339 | 5 | 1 | 265 | 295 | 235 | 68,2 | 38,2 | 98,2 |
| Tejo TP | 216 | 6 | 4 | 209 | 233 | 185 | -3,1 | -27,1 | 20,9 |
| Trancão | 16,5 | 1 | 1 | 26 | 29 | 23 | -11,4 | -14,2 | -8,6 |
| Zêzere | 352,5 | 6 | 2 | 321 | 362 | 280 | 23,8 | -16,9 | 64,6 |
| Total | 1482 | 66 | 30 | 1386 | 1547 | 1225 | -0,5 | -161 | 160 |

Notas: D.H. Disponibilidades Hídricas; I.C.P., Indústria Captações Próprias
 Fonte: PBH Tejo (1999)

Finalmente, apresentam-se os resultados relativos ao balanço hídrico superficial para o semestre seco em ano médio, seco e húmido e as conclusões retiradas da sua análise:

- em ano médio, e para o semestre seco, verificam-se défices nas sub-bacias do Aravil, para além da sub-bacia do Estuário;
- em ano seco, para além das sub-bacias já acima mencionadas, verifica-se défice hídrico nas sub-bacias do Almonda, Alviela, Erges, Muge, Nisa, Pônsul, Sever, Sorraia, Tejo Troço Principal e Trancão;
- em termos globais, para o semestre seco, não se verifica défice hídrico no semestre seco a nível de bacia hidrográfica, sendo o excesso hídrico da ordem de 1 035 hm³ para ano médio, 58 hm³ para ano seco e 2 135 hm³ para ano húmido.

Quadro 1.51 – Balanço hídrico dos recursos superficiais para o semestre seco em ano médio, seco e húmido por sub-bacia (hm³)

| Sub-bacia | Disponibilidades hídricas superficiais (hm ³) | | | Extracções semestre seco (hm ³) | | | | | Balanço (hm ³) | | |
|------------------------|---|------|--------|---|--------|--------------------|------|--------|----------------------------|------|--------|
| | | | | Rede | I.C.P. | Agricultura em ano | | | Semestre seco em ano | | |
| | Médio | Seco | Húmido | | | Médio | Seco | Húmido | Médio | Seco | Húmido |
| Alenquer | 12 | 4 | 23 | 0,00 | 0,30 | 3 | 3 | 3 | 9 | 1 | 20 |
| Almonda | 16 | 6 | 24 | 0,00 | 0,36 | 12 | 13 | 11 | 4 | -7 | 13 |
| Alviela | 25 | 14 | 38 | 7,88 | 0,55 | 6 | 6 | 5 | 11 | -1 | 24 |
| Aravil | 10 | 3 | 18 | 0,08 | 0,00 | 12 | 13 | 10 | -1 | -10 | 7 |
| Bacia endorreica | 1 | 0 | 1 | 0,00 | 0,00 | 0 | 0 | 0 | 1 | 0 | 1 |
| Erges | 31 | 10 | 62 | 0,07 | 0,00 | 20 | 22 | 18 | 10 | -12 | 44 |
| Estuário | 29 | 9 | 46 | 0,00 | 23,23 | 24 | 26 | 21 | -18 | -41 | 2 |
| Grande Lisboa | 27 | 11 | 42 | 0,00 | 0,28 | 1 | 1 | 1 | 26 | 10 | 41 |
| Grande Pipa | 5 | 2 | 10 | 0,00 | 0,05 | 0 | 0 | 0 | 5 | 2 | 10 |
| Muge | 36 | 21 | 57 | 0,00 | 0,03 | 22 | 25 | 20 | 14 | -4 | 37 |
| Nisa | 13 | 4 | 20 | 0,06 | 0,05 | 6 | 7 | 6 | 6 | -3 | 14 |
| Ocreza | 153 | 81 | 239 | 1,58 | 0,09 | 17 | 19 | 15 | 134 | 61 | 222 |
| Pônsul | 82 | 28 | 173 | 0,31 | 0,02 | 41 | 46 | 36 | 41 | -18 | 136 |
| Ribeiras a Sul do Tejo | 10 | 6 | 14 | 0,00 | 0,00 | 0 | 0 | 0 | 9 | 5 | 14 |

| Sub-bacia | Disponibilidades hídricas superficiais (hm ³) | | | Extracções semestre seco (hm ³) | | | | | Balanço (hm ³) | | |
|-----------|---|------|--------|---|--------|--------------------|------|--------|----------------------------|------|--------|
| | Ano | | | Rede | I.C.P. | Agricultura em ano | | | Semestre seco em ano | | |
| | Médio | Seco | Húmido | | | Médio | Seco | Húmido | Médio | Seco | Húmido |
| Rio Maior | 55 | 30 | 84 | 0,00 | 0,72 | 24 | 26 | 21 | 31 | 3 | 62 |
| Sever | 20 | 6 | 32 | 0,00 | 0,00 | 7 | 7 | 6 | 13 | -1 | 26 |
| Sorraia | 288 | 82 | 468 | 0,10 | 0,89 | 212 | 236 | 188 | 75 | -155 | 279 |
| Tejo TP | 141 | 69 | 222 | 23,14 | 5,26 | 64 | 72 | 57 | 48 | -31 | 137 |
| Trancão | 15 | 6 | 24 | 0,00 | 0,51 | 9 | 10 | 8 | 6 | -4 | 15 |
| Zêzere | 731 | 389 | 1142 | 72,71 | 1,10 | 46 | 51 | 40 | 612 | 264 | 1028 |
| Total | 1699 | 782 | 2739 | 106 | 33 | 525 | 585 | 465 | 1035 | 58 | 2135 |

Notas: D.H. Disponibilidades Hídricas; I.C.P., Indústria Captações Próprias
Fonte: PBH Tejo (1999)

A análise do balanço em ano médio permite concluir, na generalidade, que os recursos hídricos (superficiais e subterrâneos) gerados na parte portuguesa da bacia hidrográfica do rio Tejo são globalmente suficientes para satisfazer as necessidades actuais. Com efeito, as necessidades globais das actividades consumptivas (agricultura, abastecimento a aglomerados populacionais e à indústria) são em ano médio da ordem de 2 400 hm³, sendo o escoamento médio anual gerado na parte portuguesa da ordem de 7 098 hm³, cerca de três vezes superior às necessidades referidas, além das disponibilidades subterrâneas, que são da ordem de 2 964 hm³. De acordo com o estipulado na convenção Luso-Espanhola a gestão das águas na bacia hidrográfica obriga a que, em condições não excepcionais, também definidas na convenção, o regime de caudais satisfaça o valor mínimo de 2 700 hm³/ano na barragem de Cedilho, valor este também superior às necessidades anuais em ano médio.

No entanto, devido à grande variabilidade interanual, anual e sazonal, à relativamente pequena capacidade de armazenamento de água em albufeiras e sendo algumas das captações realizadas com características de fio de água, verificam-se algumas situações de carência, que podem vir a ser minimizadas através do reforço de infra-estruturas de captação e armazenamento.

Dos balanços anuais realizados em sub-bacias, a do Estuário Sul é a única que apresenta défices hídricos subterrâneos para ano médio seco. De facto, é nesta sub-bacia que se verificam, em ano médio, 13% do total de extracções e 30% do consumo

urbano e industrial na bacia hidrográfica do rio Tejo. Esta sub-bacia recorre, sobretudo, a captações subterrâneas no sistema aquífero do Tejo - Sado margem esquerda, o qual se estende muito para além dos limites da sub-bacia considerada, pelo que os valores do défice hídrico podem não representar a sobre exploração do aquífero.

A análise do balanço hídrico em semestre seco permite afirmar, do ponto de vista espacial e de forma genérica, que em ano seco, se verificam défices hídricos subterrâneos na generalidade das sub-bacias localizadas na margem direita do rio Tejo, e défices hídricos superficiais nas sub-bacias localizadas na margem esquerda do rio.

1.2.2.2 Plano 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 Quadro 1.52.

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

| PGRH Tejo e PBH Oeste | Recarga | Necessidade | Taxa de exploração |
|---|---|-------------------------------|--------------------|
| | Volume anual médio (hm ³ /ano) | Volume (hm ³ /ano) | % |
| Massa de Águas subterrâneas | | | |
| 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

De acordo com o PBH Tejo (1999), o volume total de água associado às utilizações domésticas¹ dos sistemas de abastecimento concelhios, satisfeito pelas redes públicas, era de cerca de 180,5 milhões de m³ por ano.

No âmbito do PBH Tejo foram inventariados 824 sistemas de abastecimento com rede de distribuição domiciliária, dos quais 172 servem menos de 50 habitantes e 652 servem mais de 50 habitantes.

Dos 824 sistemas referidos, apenas 49 sistemas municipais servem mais de 10 000 habitantes, que, em conjunto, satisfazem quase 80% da população servida em toda a bacia; os restantes 775 sistemas municipais com rede de distribuição domiciliária abastecem 20% da população servida em toda a bacia (a restante percentagem, 0,2% da população servida dispõe apenas de água distribuída por fontanários).

Dentre os mesmos 824 sistemas indicados, 548 sistemas servem, por meio de rede de distribuição domiciliária, menos de 500 habitantes, satisfazendo, em conjunto, 2,3% da população servida da bacia. Dos 548 sistemas, 172 servem, cada um, menos de 50 habitantes e os outros 376 servem entre 50 e 500 habitantes.

Assim, uma das características do sector de abastecimento de água era a existência de um número considerável de sistemas de pequena dimensão, geralmente geridos por municípios com dificuldades financeiras e escassos recursos humanos.

O nível de atendimento da população por redes públicas domiciliárias era bastante elevado em toda a bacia: 99,3% considerando a relação entre o número de habitantes

¹ Utilizações domésticas são aquelas que estão associadas às necessidades de água para beber e confeccionar alimentos, à higiene pessoal, aos autoclismos e às lavagens de roupa e de loiça (componentes da utilização doméstica no interior das habitações) e, ainda, à rega de jardins, quintais e hortas, 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).

abastecidos domiciliariamente e o número de habitantes residentes em aglomerados habitacionais (isto é, não considerando os habitantes “isolados” segundo o INE); e 97,2% considerando a relação entre o número de habitantes abastecidos domiciliariamente e a população total residente na bacia. Nas sub-regiões Grande Lisboa e Oeste o nível de atendimento é de 100%. Os mais baixos níveis de atendimento verificavam-se na sub-região Pinhal Litoral (concelho de Porto de Mós, parcialmente incluído na BHT), com 86,2%, e Pinhal Interior Sul, com 87,1%; nas outras sub-regiões o nível de atendimento era sempre superior a 95%.

A EPAL era responsável pelo abastecimento de cerca de 56% da população residente na bacia, fornecendo água a 20 municípios onde residiam 62,5% dos habitantes da bacia. Destes 20 municípios, 19 eram “abastecidos em alta”, sendo apenas da EPAL a responsabilidade pela distribuição de água ao concelho de Lisboa. O Sistema de Abastecimento da EPAL integrava, total ou parcialmente, os municípios de Lisboa, Alcanena, Alenquer, Amadora, Arruda dos Vinhos, Azambuja, Cartaxo, Entroncamento, Loures, Mafra, Oeiras, Santarém, Sintra, Sobral de Monte Agraço, Vila Franca de Xira, Constância, Ourém, Tomar, Torres Novas e Vila Nova da Barquinha, na área da Bacia Hidrográfica do Tejo, e Cascais e Torres Vedras, na área da Bacia Hidrográfica das Ribeiras do Oeste.

No que se refere a captações, para abastecimento dos 652 sistemas inventariados com distribuição domiciliária de água servindo cada um mais de 50 habitantes, existiam 1 486 captações de água, das quais 63 são superficiais ou subsuperficiais e 1 423 são subterrâneas. Por escalão de habitantes servidos, apuraram-se os seguintes valores:

- 20 captações servem mais de 10 000 habitantes;
- 142 captações servem entre 2 000 e 10 000 habitantes;
- 1 324 captações servem entre 50 e 2 000 habitantes.

De entre as 20 captações para mais de 10 000 habitantes, destacavam-se as cinco captações do sistema de abastecimento da EPAL por serem as que serviam maior número de habitantes: 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 servem quase 1,65 milhões de habitantes. As outras 15 captações servindo mais de 10 000 habitantes estão, naturalmente, associadas aos sistemas concelhios de maiores dimensões, nomeadamente os existentes nos

concelhos de Castelo Branco, Covilhã, Barreiro e Moita; em conjunto serviam cerca de 223 000 habitantes.

Do total das 1 486 captações indicadas, 63 captam águas superficiais ou subsuperficiais, servindo cerca de 1,493 milhões de habitantes; as outras 1 423 captam águas subterrâneas, servindo cerca de 1,497 milhões de habitantes (na bacia eram abastecidos aproximadamente 2,99 milhões de habitantes por sistemas com distribuição domiciliária de água servindo mais de 50 habitantes).

A grande maioria dos sistemas de abastecimento utilizava águas subterrâneas, captadas através de furos, poços, minas e nascentes, servindo como indicado, cerca de 1,497 milhões de habitantes. Apenas 34 sistemas de abastecimento (não considerando os sistemas municipais alimentados com água fornecida pela EPAL) de entre os 656 indicados, usavam águas superficiais ou subsuperficiais complementadas com outras subterrâneas. De maneira geral, verificava-se enorme preocupação de aproveitamento das origens de água disponíveis, talvez reduzindo os investimentos mas com a contrapartida do aumento da complexidade da exploração dos sistemas.

A água extraída da maior parte das 1 486 captações que abastecem os sistemas de distribuição domiciliária servindo mais de 50 habitantes era sujeita a tratamento. Detectaram-se 226 captações subterrâneas (107 furos, 75 minas, 28 poços subterrâneos e 16 drenos) cuja água não sofria qualquer tratamento, ou seja, 15% do total. Algumas destas captações, nomeadamente furos e poços, funcionam apenas durante parte do ano, constituindo reforço ou reserva de outras, habitualmente de minas.

É nos seguintes concelhos com elevado número de captações que alimentavam redes públicas, Fundão (com 58), Abrantes (com 64), Gavião (com 42), Pampilhosa da Serra (com 50), Mação (com 63), Sertã (com 67) e elevado número de sistemas de abastecimento domiciliário que se observava o maior número de captações cuja água não era tratada: 140, num total de 226 captações.

Estimava-se em 58 000 o número de habitantes associados às captações cuja água não era sujeita a tratamento, o que corresponde a cerca de 2% dos 2,99 milhões de habitantes abastecidos por redes públicas de sistemas servindo mais de 50 habitantes. Nos concelhos de Abrantes, Rio Maior e Fundão existia maior número de habitantes associados a captações cuja água não era sujeita a qualquer tratamento. Na maior parte dos casos, a água de origem subterrânea era desinfetada com hipoclorito de sódio ou cloro gasoso em postos de cloragem.

As condutas mais importantes, no que respeita à população que servem, pertencem ao Sistema de Abastecimento da EPAL. Neste sistema, as condutas de adução têm um comprimento conjunto de aproximadamente 316 km, tendo os adutores principais (Adutor do Castelo do Bode Aqueduto do Tejo e Aqueduto do Alviela) cerca de 247 km e os outros adutores - canalizações 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.

Referia-se ainda, quanto às infra-estruturas de adução da EPAL, que estavam em curso as necessárias obras de reforço e de ampliação, nomeadamente a construção do Adutor de Circunvalação com 47 km que, para além de vir a aumentar a fiabilidade e segurança do sistema de abastecimento, permitirá aumentar a capacidade de transporte de água a jusante de Vila Franca de Xira (principal ponto fraco do sistema) e a entrega directa dos volumes de água a vários concelhos limítrofes de Lisboa, sem que esses caudais transitem na rede de distribuição de Lisboa. Este adutor tem como objectivo melhorar consideravelmente o 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 o sistema de abastecimento de água à região da Grande Lisboa. Tem origem na Estação Elevatória de Vila Franca de Xira, com a construção de uma nova infra-estrutura elevatória, e termina numa ligação à conduta da Costa do Sol, depois da construção do designado Reservatório Final, junto à povoação de Vila Fria, em Porto Salvo, no Concelho de Oeiras.

Na totalidade da Bacia foram inventariados 1 684 reservatórios com aproximadamente 1 250 000 m³ de capacidade total, sendo que a capacidade de 1 595 reservatórios correspondia a 1 244 589 m³.

A maior parte localiza-se na região da Grande Lisboa, 807 380 m³, correspondente a 65% do total, onde reside cerca de 52% da população da Bacia. Os reservatórios de distribuição de Lisboa, pertencentes à EPAL, têm uma capacidade total de cerca de 556 000 m³, cerca de 45% da capacidade total existente na bacia.

As lacunas de cadastro das redes não permitiu que fosse feito à data um levantamento das características físicas e de funcionamento das redes de distribuição, tendo-se apenas apurado o número de habitantes servido. Constatou-se que o número de redes de distribuição servindo mais de 50 habitantes é de cerca de 1 150 (servem 2 990 546 habitantes), das quais cerca de 750 (65%) servem aglomerados com menos de 500 habitantes. Por outro lado, as 50 redes que servem mais de 10 000 habitantes

representavam cerca de 4% do total, localizam-se nos concelhos da Grande Lisboa e da Península de Setúbal e ainda nos concelhos de Castelo Branco, Tomar, Torres Novas, Ourém, Covilhã, Entroncamento, Portalegre e Alenquer.

A evolução histórica das atribuições e competências relativas à gestão dos sistemas de saneamento básico mostra existir uma clara relação com a própria evolução do quadro institucional relativo às atribuições e competências da Administração Local. A partir de 1993 é introduzida uma profunda alteração neste quadro institucional, uma vez que se considera que aquelas atribuições e competências passam inequivocamente para as Autarquias Locais no que aos sistemas em baixa diz respeito, não sucedendo obrigatoriamente o mesmo em relação aos sistemas em alta, designadamente no que se refere aos sistemas multimunicipais. Para estes, é ao Estado que compete assegurar o financiamento dos investimentos necessários, situação que trará relevantes consequências na concepção e aplicação dos sistemas financeiros inerentes à gestão dos respectivos sistemas.

Para o quadro institucional descrito, as tipologias de sistemas mais representativas que se encontraram na bacia são as seguintes:

- **Serviços Municipais:** corresponde à forma de as Autarquias gerirem directamente os sistemas existentes, através da qual prevalece a intervenção política na gestão em detrimento da intervenção empresarial. Trata-se da forma maioritariamente adoptada na bacia, sendo a sua frequência mais notória nos concelhos do interior e, dentro destes, nos menos urbanizados;
- **Serviços Municipalizados:** nestes casos a tutela sobre os sistemas mantém-se a mesma, mas existe maior autonomia financeira e melhor rigor contabilístico. Trata-se de uma forma de gestão dos sistemas onde prevalece a intervenção empresarial. Os Serviços Municipalizados existiam apenas em 16 dos concelhos analisados;
- **Concessões:** nestes casos, onde a propriedade dos sistemas permanece na esfera do direito público e a exploração é delegada numa empresa privada, a Câmara Municipal continua a ser a responsável perante o cidadão pelo fornecimento dos serviços e seus níveis de qualidade, quantidade e regularidade, remunerando a concessionária através de um contrato específico outorgado para o efeito. Esta situação apenas se encontrava num município (Vila Nova de Ourém) e mesmo assim só abrangendo as águas de abastecimento;

- **Sistemas Multimunicipais:** estes sistemas, como atrás se referiu, utilizados apenas no abastecimento em alta, começaram a ser utilizados desde há longa data na bacia através da intervenção da "EPAL - Empresa Portuguesa das Águas Livres, S.A.". Esta intervenção, porém, deverá ser considerada mais como uma concessão pública, uma vez que no concelho de Lisboa, por exemplo, é a própria EPAL que assegura o sistema em baixa.

As redes públicas estudadas, quer no que se refere às águas de abastecimento, quer no que se refere às águas residuais, dão origem à existência de várias utilizações, umas relacionadas directamente com os fins para que foram criadas (abastecimento público de água às populações, por exemplo) e outras que se aproveitam da sua existência (utilização das redes de águas de abastecimento e das águas residuais por parte do sector industrial, por exemplo). Esta mistura de utilizações tão diferentes dificulta a gestão das redes e provoca acréscimos de custos adicionais, normalmente imputados a posteriori a todos os utilizadores de forma idêntica, o que se traduz desde logo numa primeira situação de falta de equidade (por exemplo, necessidade de introduzir nos sistemas de águas residuais níveis de tratamento de maior refinamento devido à mistura verificada entre os esgotos domésticos e os esgotos industriais aí existentes).

A análise dos níveis de capitações dos consumos domésticos traduz a existência de assimetrias dos estádios de desenvolvimento socioeconómico que lhes estão subjacentes, quer entre os diversos concelhos, quer entre as sub-regiões da BHT consideradas.

Em 1997, a média das capitações domésticas (obtida a partir das utilizações domésticas facturadas e não contabilizando as perdas) apurada era de aproximadamente 112 l/hab.dia. Este valor esconde grandes variações, atingindo-se o menor valor (56 l/hab.dia) em freguesias do concelho da Guarda e os maiores valores - 168 l/hab.dia e 166 l/hab.dia - em Borba e Avis. Em 1996 obtiveram-se capitações domésticas de 168 l/hab.dia. para Oeiras e Azambuja.

A capitação média geral, obtida a partir de todas as utilizações facturadas e não contabilizando as perdas, era de cerca de 185 l/hab.dia.

As perdas, onde se incluem as fugas de água e os consumos não medidos, tinham um peso significativo: 34% da água captada, valor médio obtido na bacia tendo em conta os casos conhecidos. A inclusão das perdas traduz-se num aumento da capitação média geral indicada (185 l/hab.dia) para 250 l/hab.dia.

Para um consumo doméstico real total, cujas estimativas apontam para valores que se aproximam dos 150 milhões de m³/ano, os valores médios de capitação aproximam-se dos padrões correspondentes às regiões mais desenvolvidas (135,3 l/hab/dia), embora este valor esconda disparidades territoriais significativas: só as sub-regiões da Grande Lisboa e da Lezíria do Tejo é que possuem capitações superiores às da média da BHT, muito embora para a globalidade do território da bacia a amplitude entre os valores mínimo e máximo se situe 40% acima daquela média.

Quando se passa para uma análise que toma por base as capitações resultantes da relação entre os consumos efectivos facturados, os consumos não facturados e as perdas e a população servida, chega-se a conclusões em tudo semelhantes. Saliente-se o agravamento de custos que a situação das "perdas" provoca na gestão dos diferentes sistemas: as necessidades de água ultrapassam agora os 220 milhões de m³/ano, mas a amplitude entre os valores mínimo e máximo situam-se 32% acima da capitação média, mostrando claramente a maior ineficiência dos sistemas de pequena dimensão, dado o peso representado pelas deseconomias externas que lhes estão associadas.

O abastecimento de água à indústria transformadora é feito através das redes públicas e de origens próprias. No entanto, não existem dados seguros acerca das condições reais em que se processa o abastecimento; o controlo exercido pelas entidades que controlam o sector é limitado, havendo, por isso, pouca informação disponível.

Estimou-se o consumo industrial em redes públicas em 32 milhões de m³/ano, a que se associam perdas da ordem dos 11 milhões de m³/ano. As redes públicas satisfazem apenas cerca de 22% das necessidades totais da Indústria.

As perdas nas redes e os consumos não facturados atingiam valores muito significativos na generalidade dos concelhos da BHT, pondo em causa a possibilidade de se introduzirem melhorias substanciais na racionalização da gestão dos diversos sistemas.

Verificava-se não existirem variações assinaláveis de sub-região para sub-região, exceptuando as situações na Beira Interior Norte, na Grande Lisboa, no Médio Tejo, no Oeste e na Península de Setúbal, nas quais as perdas tem uma representatividade no consumo real superior à diagnosticada para o território da bacia. Esta situação deve-se aos elevados níveis de perdas e consumos não facturados registados nos concelhos mais urbanizados e ao peso relativo que estes concelhos detêm nas suas respectivas sub-regiões, com destaque especial para o caso de Lisboa.

Este montante de deseconomias externas da utilização da água tem um reflexo muito negativo nos custos dos diversos sistemas, originando um valor para o m³ de água realmente consumida bastante mais elevado do que seria desejável e até possível.

Dos principais problemas diagnosticados ao nível do abastecimento público, destacavam-se:

- i) Existência de um número considerável de sistemas de pequena dimensão

Na BHT, os sistemas existentes caracterizavam-se genericamente pela sua relativa pequenez em termos de dimensão a que corresponde uma dispersão assinalável. Da análise económica realizada retira-se que dos sistemas existentes em 1998 em toda a área da BHT considerada, 60% serviam aglomerados populacionais possuindo até de 500 habitantes; apenas cerca de 29% dos sistemas serviam aglomerados populacionais com mais de 1 000 habitantes, dos quais 18% respeitavam a aglomerados populacionais com mais de 2 000 habitantes. Daqui resulta que 82% do número dos sistemas servem 8% da população da BHT e que 18% dos sistemas servem 92% da população residente na BHT.

Entrando em linha de conta com o conceito de "população servida equivalente" (o qual resulta de se aplicar ao consumo total de todas as utilizações com excepção dos utilizadores domésticos a capitação destes), as conclusões não se alteram substancialmente.

Esta situação era a principal responsável pela existência de fracas economias de escala em qualquer um dos sectores, quer em termos de investimento, quer da correspondente exploração, dando origem a agravamentos dos respectivos custos.

- ii) Irregularidade no abastecimento

A grande maioria dos sistemas utiliza águas subterrâneas captadas através de furos, poços, minas e nascentes. Dado que na estiagem os caudais disponíveis nestas origens sofrem uma redução sensível, ocorrem então, com maior ou menor frequência, as situações de interrupção ou restrição nos fornecimentos de água.

- iii) Elevadas perdas de água nos sistemas

Na maioria dos sistemas de abastecimento ocorrem elevadas perdas. Esta parcela assume uma proporção significativa (cerca de 34%, em média), tratando-se assim de um problema com elevada expressão económica.

1.3.1.1.2 Situação no actual Plano

A caracterização aqui apresentada 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, relativo aos Sistemas Públicos Urbanos, publicado pelo INSAAR em 2009, adiante designado INSAAR 2009 (salienta-se que este relatório foi elaborado com base em dados referentes ao ano 2008).

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.

Relativamente aos modelos de gestão, o Decreto-Lei n.º 379/93, de 5 de Novembro, que define 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 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 (através de 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:

- 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.

Os serviços de águas e resíduos têm sido classificados segundo as designações de “alta”² e “baixa”³, consoante as actividades realizadas pelas várias entidades gestoras dos sistemas. A análise dos serviços foi realizada tendo em conta esta classificação.

² 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.

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

De acordo com a ERSAR, a actividade “em alta” é explorada exclusivamente por entidades multimunicipais de titularidade maioritariamente pública. Na actividade “em 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 região hidrográfica, no que se refere ao número de entidades e concelhos abrangidos, é apresentado no quadro seguinte.

Quadro 1.53 – 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 | 22 | 29 | 60 | 64 |
| | Serviços Municipalizados | 6 | 9 | 14 | 18 |
| Gestão delegada | Empresa Municipal e Intermunicipal | 3 | 8 | 3 | 8 |
| | Junta de Freguesia / Associações / Serviços intermunicipais | 4 | 2 | 5 | 3 |
| Concessão | Concessão Municipal | 8 | 17 | 9 | 9 |
| | Concessão Multimunicipal | 7 | 67 | 1 | 1 |
| TOTAL | | 50 | 94 | 92 | 94 |

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

As actividades relativas ao abastecimento público em alta na área da região hidrográfica do Tejo são da responsabilidade de 50 entidades gestoras. O serviço nos concelhos da região hidrográfica é garantido maioritariamente através de gestão concessionada, sendo que as entidades gestoras concessionárias multimunicipais representam 14% do total de entidades gestoras responsáveis. Este conjunto de entidades serve, total ou parcialmente, 71% dos concelhos abrangidos pela região hidrográfica do Tejo. Note-se que para os casos dos concelhos em que existe mais do que uma entidade gestora a operar se optou pela representação do modelo de gestão com maior expressão no concelho.

O sistema em alta da EPAL, Empresa Portuguesa das Águas Livres, SA, contribui em grande parcela para estes quantitativos, dado que 28 concelhos servidos pelo sistema se encontrarem total ou parcialmente abrangidos pela área da região hidrográfica do Tejo. Seguidamente, os sistemas com maior representatividade em termos de número

de concelhos total ou parcialmente abrangidos são os sistemas da Águas do Norte Alentejano, S.A. e da Águas do Centro, S.A., os quais totalizam 14 e 13 concelhos, respectivamente.

O serviço em alta prestado por gestão directa, serviços municipais e serviços municipalizados, abrange total ou parcialmente 41% dos concelhos da área da região hidrográfica do Tejo. Para os casos dos serviços municipais, as 22 Câmaras Municipais abrangem um total de 29 concelhos. Esta situação ocorre devido aos casos de transferências de água para abastecimento em áreas limítrofes dos concelhos.

Existem várias situações em que no mesmo concelho existem várias entidades gestoras a operar, uma vez que os sistemas de abastecimento público em alta abrangem áreas distintas do concelho. Esta situação é perceptível pelos valores apresentados no quadro anterior, em que a soma dos concelhos abrangidos pelos diferentes modelos de gestão é superior ao total dos concelhos da área da região hidrográfica.

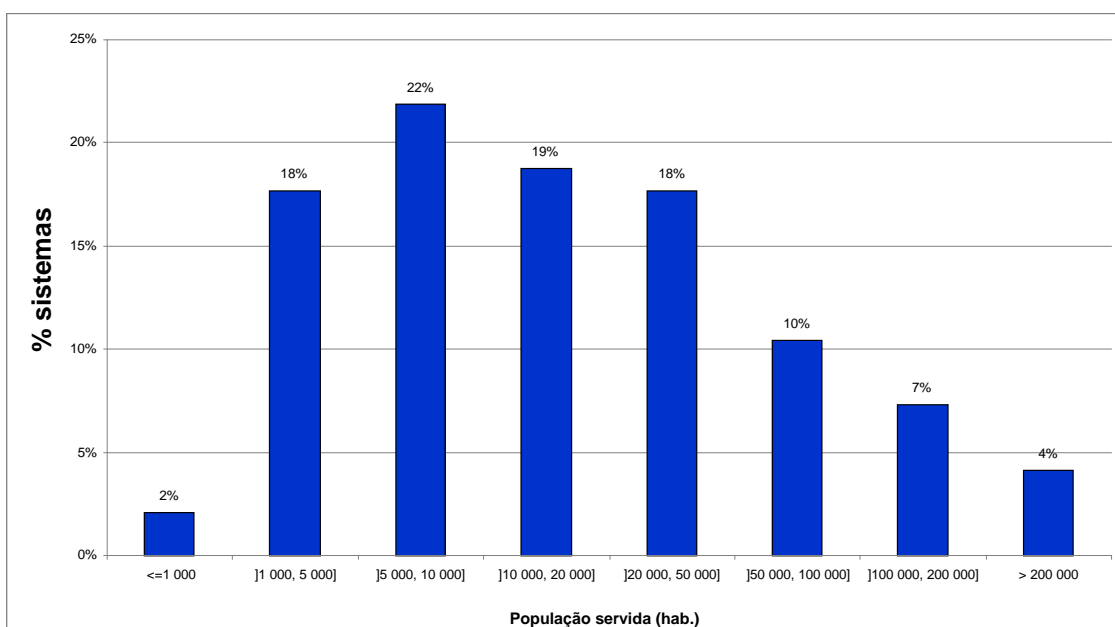
O panorama dos serviços de abastecimento público de água em baixa na área da região hidrográfica do Tejo apresenta uma organização bastante distinta do panorama dos serviços em alta.

A gestão concessionada dos sistemas, através das concessionárias multimunicipais e municipais, assegura, total ou parcialmente, os serviços em apenas 11% dos concelhos da área da região hidrográfica.

A gestão directa nestes serviços tem uma representatividade bastante superior face ao verificado nos serviços em alta, existindo, em 87% dos concelhos da área da região hidrográfica, serviços de abastecimento de água em baixa da responsabilidade de serviços municipais e serviços municipalizados.

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. Esta situação é perceptível pelos valores atrás apresentados, em que a soma dos concelhos abrangidos pelos diferentes modelos de gestão é superior ao total dos concelhos da área da região hidrográfica.

No que se refere à sua dimensão, e tendo em conta a população servida, a distribuição dos sistemas é a apresentada no gráfico seguinte. 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 entidades gestoras.



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

Figura 1.25 – 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. Mais de metade (61%) dos sistemas de abastecimento público de água existentes na área da região hidrográfica do Tejo abastecem até 20 000 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 região hidrográfica do Tejo, em que a gestão directa representa o principal modelo de gestão dos serviços de abastecimento de água.

Os sistemas de abastecimento de maiores dimensões, com populações servidas superiores a 200 000 habitantes, e que representam 3% do total dos sistemas, estão associados aos grandes centros urbanos de Lisboa, Loures e Sintra. Estes sistemas são responsáveis pelo abastecimento de água a mais de um quarto (27%) da

população servida dos concelhos abrangidos total ou parcialmente pela região hidrográfica do Tejo. Destaca-se o sistema gerido pela EPAL, pela sua importância no abastecimento de água à população residente na região hidrográfica do Tejo. O sistema assenta nos três subsistemas principais seguintes, cada qual associado a uma das três grandes origens de água de que a EPAL dispõe:

- 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;
- 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 de Castelo do Bode 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, praticamente todas de menor produtividade e, algumas, de menor qualidade, são, consoante a camada aquífera de captação:

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

As captações de Valada (I, II, III e IV) produzem água de má qualidade, sendo apenas exploradas em condições de emergência, em resposta a dificuldades temporárias de outras origens. Também os furos do Carregado, da Quinta do Campo e de Espadanal são utilizados apenas em situação de emergência.

O sistema de adução e transporte da EPAL é composto por 705 km de adutores, 31 estações elevatórias, 28 reservatórios e 132 pontos de entrega. A rede de distribuição da EPAL é constituída por 1 429 km de condutas, 10 estações elevatórias, 13 reservatórios, 83 250 ramais de ligação e 5 zonas altimétricas.

A adução é efectuada através de três linhas adutoras: Aqueduto do Alviela, construído entre 1871 e 1880, com 114 km de extensão total; Aqueduto do Tejo, construído entre 1935 e 1940, com cerca de 42 km de extensão total; Adutor do Castelo do Bode, operacional desde 1987, com cerca de 88 km entre a Estação Elevatória do Castelo do Bode e os reservatórios de Vila Franca de Xira.

Estes três grandes adutores terminam nos três reservatórios de chegada da rede de distribuição da Cidade de Lisboa: Barbadinhos, Olivais e Vila Franca de Xira. A partir deste último parte outra adução estratégica, 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 adutoras do fornecimento em “alta” aos concelhos limítrofes de Loures, Sintra, Oeiras, Amadora e Cascais.

O sistema da EPAL dispõe das seguintes instalações de tratamento:

- ETA do Vale da Pedra, onde é tratada a água captada no rio Tejo, na secção de Valada. Na tomada de água é efectuada a gradagem, macro-tamização e pré-oxidação e nas instalações de Vale da Pedra os diferentes tratamentos: coagulação, decantação e filtração, correcção do pH e desinfecção final;
- ETA da Asseiceira, onde é tratada a água captada na albufeira de Castelo do Bode. O processo de tratamento inclui: pré-cloragem, remineralização e correcção da agressividade da água, coagulação química com sulfato de alumínio; filtração rápida em filtros de dupla camada de antracite e areia; e desinfecção final por cloro gasoso.

De acordo com o Relatório e Contas 2009 da EPAL, o volume de água captado pelas suas infra-estruturas ascendeu, em 2009, a cerca de 243 milhões de m³, dos quais 165,7 milhões de m³ foram captados na albufeira do Castelo de Bode, 57,6 milhões de m³ na captação superficial de Valada Tejo, 19,6 milhões de m³ nas captações

subterrâneas de Alenquer, Lezírias e OTA e apenas 7 558 m³ na captação de Olhos d'Água, que passou a ter uma utilização residual no sistema de abastecimento. O volume de água facturado nesse ano foi de cerca de 217 085 000 m³.

O levantamento das infra-estruturas associadas aos sistemas de abastecimento público de água foi efectuado, essencialmente, com base na recolha de informação levada a cabo na Administração da Região Hidrográfica do Tejo 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) e 2009 (INSAAR 2009).

Na área da região hidrográfica do Tejo estão localizadas as infra-estruturas pertencentes a sistemas públicos de abastecimento de água constantes no quadro seguinte.

Quadro 1.54 – Infra-estruturas de abastecimento de água

| Tipo de infra-estrutura | | N.º |
|--------------------------------|--------------|-------|
| Captações de água | Superficiais | 35 |
| | Subterrâneas | 1 413 |
| Estações de tratamento de água | ETA | 187 |
| | PC | 658 |
| Redes de distribuição de água | | 2 841 |

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

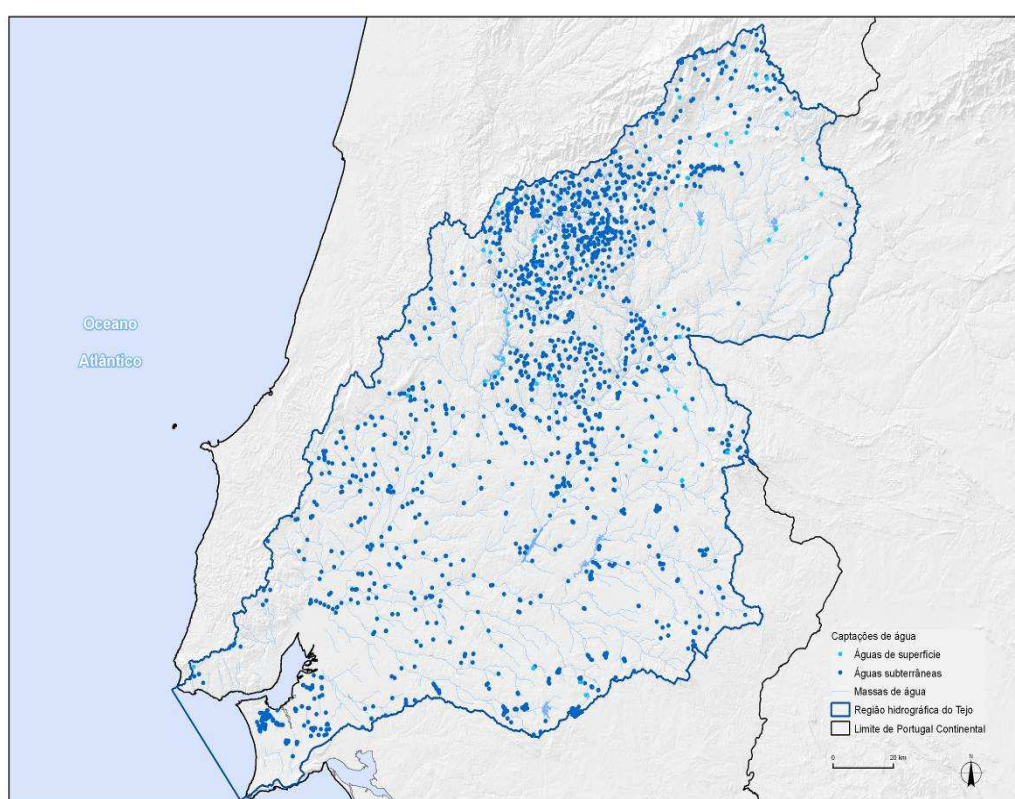
Salienta-se, contudo, que, no âmbito do INSAAR 2009, foram inventariadas um total de 1 285 captações de água situadas em concelhos total ou parcialmente abrangidos pela área da região hidrográfica do Tejo, das quais 35 são de origem superficial e apenas 1 250 de origem subterrânea.

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, sendo que no caso das captações subterrâneas, a análise apresentada baseia-se exclusivamente nos dados disponibilizados pelo INSAAR 2007.

Do universo inventariado de 35 captações superficiais inventariadas no âmbito do abastecimento público de água, apenas será considerado na análise um universo mais reduzido de 33, dado que não foi possível para duas das captações superficiais

conhecer a sua localização exacta, não sendo por isso possível associá-las às respectivas massas de água.

Das 1 413 captações de água subterrâneas localizadas em concelhos total ou parcialmente abrangidos pela área da região hidrográfica do Tejo, apenas um universo de 1 345 foram consideradas na análise, dado que apenas estas possuíam valores de coordenadas de localização que permitiram associá-las às respectivas massas de água subterrâneas. Os valores citados com base no INSAAR 2009 dizem respeito a um universo inferior de captações subterrâneas, de 1 250, pois foi esse o número de captações considerado no inventário.



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

Figura 1.26 – Captações de água, por tipo de origem

A população residente na região hidrográfica do Tejo servida por sistemas de abastecimento de água, foi estimada, no âmbito do INSAAR 2009, em 3 171 mil habitantes. Contudo, no âmbito do presente estudo, foi estimada a população servida por captações de água localizadas em massas de água da região hidrográfica do Tejo, tendo-se obtido o valor de 3 886 139 habitantes. Do total de habitantes servidos, que

abrange população residente fora da região hidrográfica do Tejo, 3 586 479 são residentes na área de estudo.

De acordo com o INSAAR 2009, 66% do volume de água captado na região hidrográfica do Tejo tem origem em águas superficiais, correspondendo a um volume anual de 240 766 m³, e apenas 34% tem origem em águas subterrâneas, ou seja, 122 438 m³. É de salientar que o volume de água captado na região hidrográfica do Tejo representa cerca de 47% do total de água captada, no ano 2009, em Portugal Continental.

O mesmo documento indica que 57% da água distribuída à população residente na região hidrográfica em estudo provém de origens de água superficiais, sendo os restantes 43% provenientes de captações de água subterrâneas.

De acordo com o INSAAR 2009, a capitação doméstica de água calculada com base na população residente na região hidrográfica em apreço é de 177 l/hab/dia, sendo de 174 l/hab/dia considerando a população flutuante. Os dados do INSAAR 2007 conduziam a valores médios de capitação útil e de capitação total de 166 l/hab/dia e de 211 l/hab/dia, respectivamente.

No quadro seguinte apresentam-se as capitações consideradas para o cálculo das necessidades de água de abastecimento público na região hidrográfica. 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 1.55 – Capitações consideradas para o cálculo das necessidades de água de abastecimento público para a região hidrográfica

| Capitações (l/hab/dia) | 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 e 30% a perdas na distribuição, e 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 1.56 – Necessidades actuais de água de abastecimento público na região hidrográfica do Tejo, por sub-bacia

| Sub-bacia hidrográfica | Necessidades hídricas actuais (hm³/ano) |
|-------------------------------------|---|
| Estuário | 142,711 |
| Grande Lisboa | 118,662 |
| Ribeira de Magos | 1,851 |
| Ribeira de Muge | 1,353 |
| Ribeira de Nisa | 0,495 |
| Ribeira do Aravil | 0,126 |
| Ribeiras Costeiras do Sul | 4,605 |
| Rio Alenquer | 3,298 |
| Rio Almonda | 4,099 |
| Rio Alviela | 4,769 |
| Rio Erges | 0,187 |
| Rio Grande da Pipa | 2,121 |
| Rio Maior | 10,783 |
| Rio Ocreza | 4,392 |
| Rio Pônsul | 2,489 |
| Rio Sever | 0,731 |
| Rio Sorraia | 14,920 |
| Rio Trancão | 37,387 |
| Rio Zêzere | 26,850 |
| Tejo Inferior | 5,735 |
| Tejo Superior | 6,265 |
| Vala de Alpiarça e Ribeira de Ulme | 3,394 |
| Total na Região Hidrográfica | 397,227 |

As necessidades totais ascendem a mais de 397 hm³, o que corresponde a um aumento considerável face às necessidades estimadas no âmbito do PBH Tejo (da ordem de 40%), o que se deve, por um lado, ao aumento das capitações, mas também ao facto de, no presente estudo, se terem considerado não só as necessidades da população residente (tal como efectuado no PBH Tejo), mas também as necessidades da população flutuante. Refira-se que o valor assim estimado para as necessidades

totais da região hidrográfica não se distancia muito do valor que, de acordo com os dados INSAAR 2007, foi efectivamente consumido (captado). As sub-bacias Estuário e Grande Lisboa destacam-se das restantes, representando, no seu conjunto, 66% das necessidades totais da região hidrográfica. Seguem-se as sub-bacias Rio Trancão (9%), Rio Zêzere (7%), Rio Sorraia (4%) e Rio Maior (3%). As restantes sub-bacias hidrográficas apresentam necessidades actuais de água da ordem de 1%, ou inferiores, do total das necessidades da região hidrográfica.

Por outro lado, foram identificadas situações em que os volumes captados na área da região hidrográfica são consumidos por populações residentes em bacias hidrográficas limítrofes. Para o caso das captações superficiais, foi identificado apenas o concelho de Torres Vedras, pertencente à bacia hidrográfica das ribeiras do Oeste. Assim, a população abastecida fora dos limites da região hidrográfica, 70 961 habitantes, representa apenas 3% do total de população servida por captações superficiais.

Para o caso das captações subterrâneas, esta ocorrência apenas se verificou no concelho de Alenquer, o qual pertence igualmente à bacia hidrográfica das ribeiras do Oeste. Neste caso, a população abastecida fora dos limites da região hidrográfica, 4 391 habitantes, tem uma muito baixa representatividade, sendo apenas 0,3% do total de população servida por captações subterrâneas.

A sub-bacia hidrográfica do Rio Zêzere é a sub-bacia onde existe o maior número de massas de água onde são captados volumes de água superficial para abastecimento de água às populações. A massa de água em que existe uma maior concentração de captações superficiais é a Albufeira de Castelo de Bode (PT05TEJ0914), onde estão localizadas seis captações de água superficiais para abastecimento público, sendo igualmente esta massa de água que serve o maior número de população (1 654 501 habitantes). Para estes quantitativos contribui o facto de ser nesta massa de água que se localiza a captação de água do sistema de abastecimento da EPAL. Duas das captações superficiais são responsáveis pelo abastecimento a 55% da totalidade da população servida. Se se considerar apenas o universo de população abastecida por águas de superfície, esta percentagem sobe para 89%.

No caso das massas de água subterrâneas, a maior concentração de captações de água para abastecimento público verifica-se no Maciço Antigo Indiferenciado da Bacia do Tejo (PTA0x1RH5), onde ocorrem 906 captações subterrâneas como se pode concluir da análise do quadro seguinte. Contudo, a massa de água onde é captado o maior volume de água e a qual é responsável pelo abastecimento do maior

quantitativo populacional (770 420 habitantes) é a Bacia do Tejo/Sado – Margem Esquerda. Nesta massa de água são captados volumes que asseguram o abastecimento a 29 concelhos, nos quais se inserem concelhos da Grande Lisboa.

Quadro 1.57 – Número de captações presentes em cada massa de água subterrânea

| Massa de água subterrânea | | N.º captações |
|---------------------------|--|---------------|
| Código único | Designação | |
| PTA0x1RH5 | Maciço Antigo Indiferenciado da Bacia Do Tejo | 906 |
| PTA3 | Monforte – Alter do Chão | 14 |
| PTA4 | Estremoz – Cano | 12 |
| PTO01RH5 | Orla Ocidental Indiferenciado da Bacia do Tejo | 8 |
| PTO11 | Sicó – Alvaiázere | 4 |
| PTO15 | Ourém | 17 |
| PTO20 | Maciço Calcário Estremenho | 5 |
| PTO26 | Ota – Alenquer | 2 |
| PTO28 | Pisões – Atrozela | 2 |
| PTT01RH5 | Bacia do Tejo-Sado Indiferenciado da Bacia do Tejo | 33 |
| PTT1 | Bacia do Tejo-Sado / Margem Direita | 77 |
| PTT3 | Bacia do Tejo-Sado / Margem Esquerda | 265 |

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

Cinquenta das 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 apenas por 19% da população servida por captações de água situadas na área da região hidrográfica.

De acordo com o INSAAR 2009, 64% da população é servida com água tratada em Estações de Tratamento de Água (ETA) e 36% com água desinfetada em postos de cloragem (PC). Salienta-se que estes valores foram calculados com base num universo de 729 instalações de tratamento, das quais 120 são ETA e 609 são PC. No âmbito do presente Plano, foram contabilizadas 845 instalações de tratamento de água localizadas nos concelhos total ou parcialmente abrangidos pela área da região hidrográfica do Tejo, das quais 76% são postos de cloragem.

Para a análise destas infra-estruturas foram utilizados os dados do INSAAR 2007. Do universo presente neste inventário, apenas foram consideradas 601 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 região hidrográfica do Tejo.

O total de população servida por instalações de tratamento de água situadas na região hidrográfica do Tejo é de 3 225 880 habitantes. Do total de habitantes servidos, que abrange população residente fora da região hidrográfica do Tejo, 2 927 703 são residentes na área de estudo.

Foram identificadas situações em que as instalações de tratamento de água que servem concelhos total ou parcialmente abrangidos pela região hidrográfica se encontram situadas em bacias limítrofes à região hidrográfica. Foi contabilizado um total de 29% do total de população servida nos concelhos total ou parcialmente abrangidos pela área da região hidrográfica e que se encontra a ser abastecida por água tratada em instalações fora dos limites da região hidrográfica do Tejo.

A responsabilidade de servir cerca de dois terços da totalidade da população servida por instalações de tratamento localizadas na área da região hidrográfica está centralizada em apenas três instalações de tratamento, todas elas ETA, integradas no sistema de abastecimento público da EPAL: Asseiceira, Vale da Pedra e Olhos de Água.

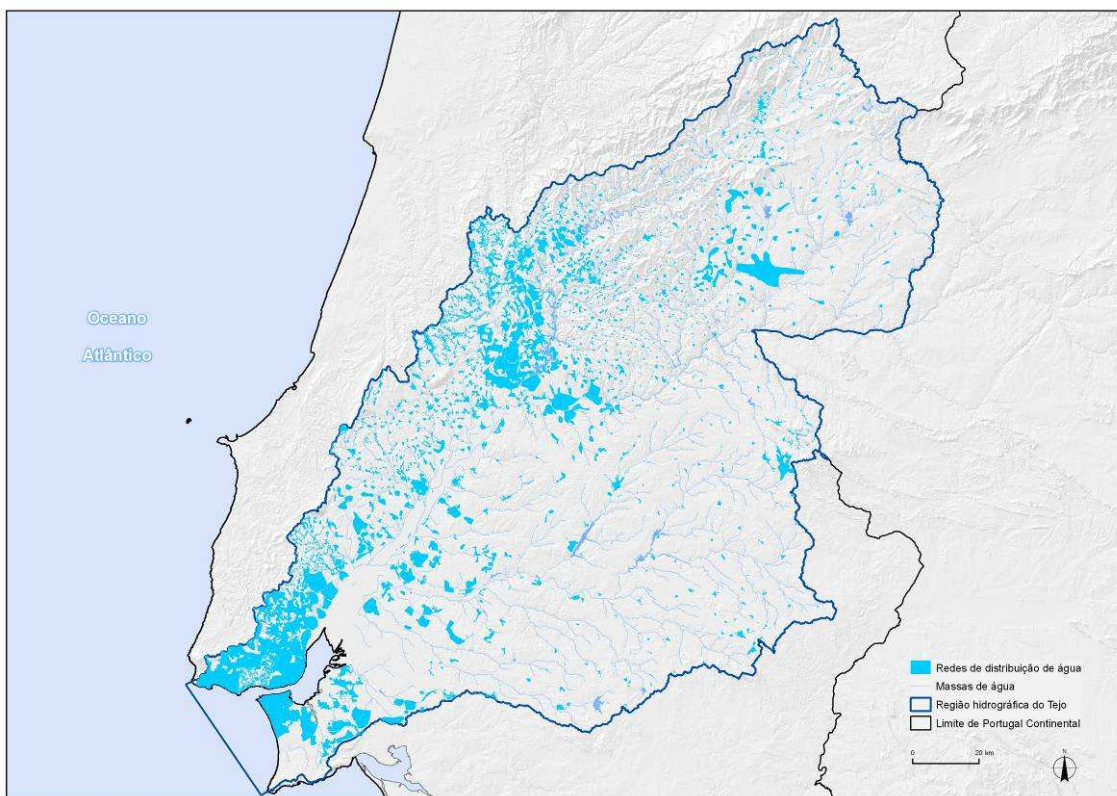
A sub-bacia hidrográfica Tejo Superior é a sub-bacia em que se encontra a maior densidade de ETA, com 47 instalações de tratamento localizadas dentro dos limites da mesma. Em relação aos PC, a sub-bacia Rio Zêzere é a que apresenta maior densidade destas instalações de tratamento com um total de 172 instalações.

A massa de água superficial onde se encontra localizado o maior número de ETA é a Albufeira de Castelo de Bode (PT05TEJ0914), coincidindo igualmente com a massa de água onde se encontra o maior número de captações superficiais.

Em relação aos PC, estes concentram-se em maior número na massa de água Ribeira da Sertã (PT05TEJ0871), onde se localizam 54 destas instalações.

De acordo com os dados disponibilizados no INSAAR 2007, os concelhos abrangidos pela área da região hidrográfica são cobertos por um total de 2 841 redes de distribuição de água (ver figura seguinte), garantindo na sua maioria (94%) um serviço domiciliário à população servida, a qual se cifra num total de 3 233 825 habitantes. Os

restantes 6% das redes repartem-se entre serviço de fontanários e misto e servem um total de 829 659 habitantes. Do total de habitantes servidos, que abrange população residente fora da região hidrográfica do Tejo, 3 326 240 são residentes na área de estudo.



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

Figura 1.27 – Redes de distribuição de água

Apenas cerca 2% do total de redes inventariadas serve populações superiores a 10 000 habitantes, sendo que a grande maioria das redes (91%) é de pequenas dimensões, servindo populações inferiores a 1 000 habitantes. Este facto é explicado pelas características da região hidrográfica, a qual apresenta vastas áreas sem agregados populacionais de grandes dimensões, estando estes concentrados essencialmente na área da Grande Lisboa.

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 região hidrográfica é de 235 745 hm³.

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

1.3.2.1 Situação no anterior Plano

No Plano anterior, em relação às necessidades humanas, verificava-se que os níveis de atendimento eram ainda muito baixos nas sub-regiões localizadas na Região Centro e em certas zonas do Alentejo, tendo vindo a aumentar sensivelmente em relação à generalidade do território da bacia, designadamente desde a implementação do QCA I, iniciada em 1991. Não foi encontrada, no entanto, uma correlação forte entre esta situação e o crescimento populacional no seio da bacia, o que mostra uma fase em que as prioridades do investimento foram para o aumento dos níveis de atendimento e não para a melhoria do funcionamento dos sistemas ou da qualidade da água; em termos globais, encontra-se aliás uma certa estabilização da evolução da população residente.

O índice de atendimento da população por sistemas domiciliários que, como se referiu, vem a aumentar ao longo dos anos, atingia o valor médio de 99,3% na bacia hidrográfica.

Os mais baixos níveis de atendimento por redes públicas domiciliárias verificavam-se na sub-região Pinhal Litoral (86%) e Pinhal Interior Sul (87%); nas outras sub-regiões, o nível de atendimento era sempre superior a 95%. Os máximos níveis de atendimento (100%) eram atingidos nas sub-regiões Grande Lisboa e Oeste, sendo que as sub-regiões Beira Interior Sul, Lezíria do Tejo, Península de Setúbal e Pinhal Interior Norte apresentavam índices superiores a 99%, muito satisfatórios. Os índices de atendimento nas sub-regiões Alentejo Central, Alto Alentejo, Beira Interior Norte, Cova da Beira e Médio Tejo oscilavam entre os 95% e 99%, acima da média comunitária (cerca de 95%).

1.3.2.2 Situação no actual Plano

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 redes de distribuição relativamente aos anos de 2007 e de 2009.

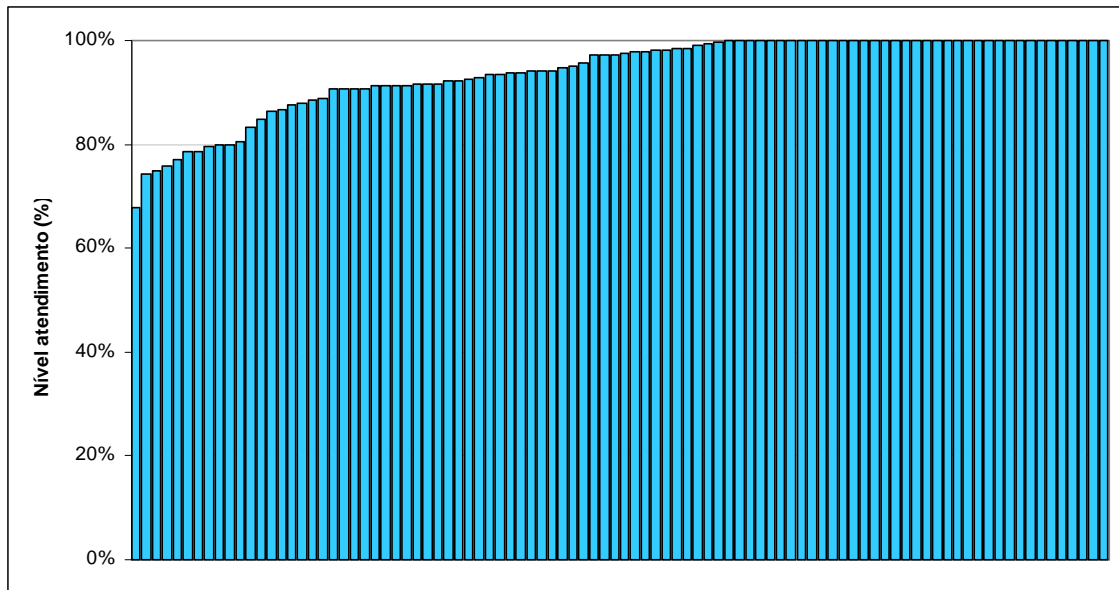
Dado que o ano de referência de cada uma das fontes é diferentes, o cálculo dos níveis de atendimento recorreu igualmente a duas projecções distintas do Instituto Nacional de Estatística relativamente à população residente nos concelhos abrangidos pela área da região hidrográfica do Tejo: 2007 e 2009.

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 região hidrográfica do Tejo, o nível de atendimento dos serviços de abastecimento público de água para a área da região hidrográfica atinge os 94%.

De acordo com estes dados, da totalidade dos concelhos abrangidos pela região hidrográfica, cerca de 40% apresenta o nível máximo de atendimento com a totalidade da população servida por sistemas de abastecimento público de água como se pode ver no gráfico seguinte (NB: Dados DHV. Nome de concelhos no eixo das abcissas).



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

Figura 1.28 – Nível de atendimento de abastecimento público de água

A população residente na região hidrográfica do Tejo servida por sistemas de abastecimento de água foi estimada no âmbito do INSAAR 2009 em 3 171 mil habitantes, o que corresponde a um índice de abastecimento de 97%.

Como referido anteriormente, o sistema de abastecimento da EPAL fornece e distribui o concelho de Lisboa. A cobertura a este concelho representa cerca de 12% do total de população servida na região hidrográfica do Tejo.

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 região hidrográfica do Tejo, este objectivo não se encontra totalmente atingido dado que o nível de atendimento global se encontra nos 94%. Para este facto contribuem os baixos níveis de atendimento de concelhos como Alvaiázere, Fundão, Sesimbra, Porto de Mós, Arruda dos Vinhos, Góis, Rio Maior, Alcochete, Cartaxo e Benavente, os quais apresentam valores inferiores a 80%.

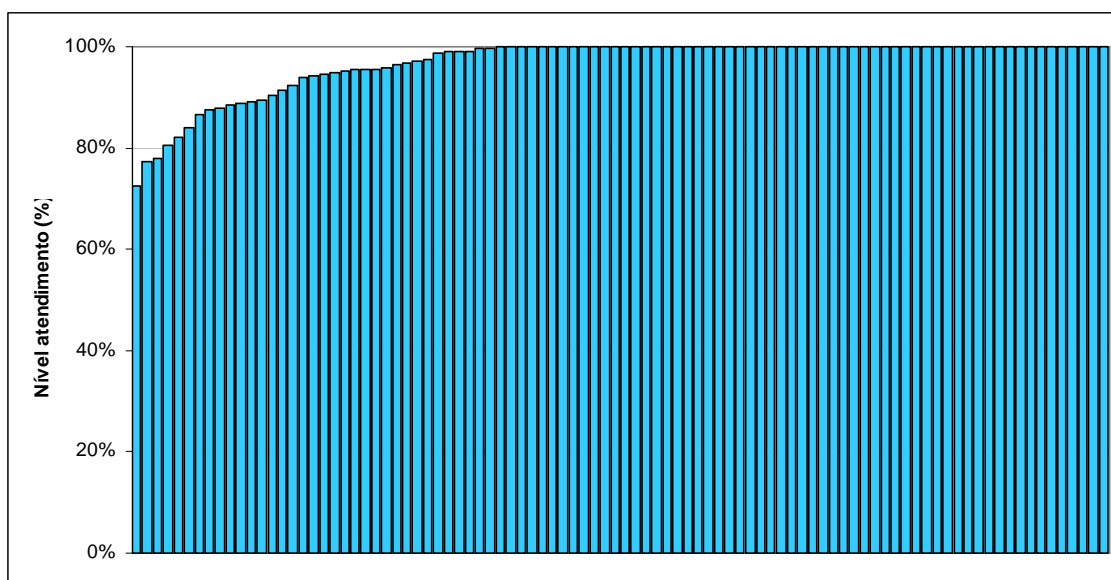
O objectivo definido por este plano estratégico é no entanto atingido em mais de metade (55%) da totalidade dos concelhos abrangidos para a população residente na região hidrográfica do Tejo.

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 região hidrográfica do Tejo.

De acordo com estes dados, o nível de atendimento dos serviços de abastecimento público de água para a área da região hidrográfica atinge os 95%, ficando este valor ligeiramente acima do calculado com os dados do INSAAR 2007.

Da totalidade dos concelhos abrangidos pela região hidrográfica, cerca de 63% apresenta o nível máximo de atendimento com a totalidade da população servida por sistemas de abastecimento público de água (ver Gráfico. Dados DHV. Nome de concelhos no eixo das abcissas), o que representa um valor bastante acima do obtido com os dados do INSAAR 2007 (40%).



Fonte: Entidade Reguladora dos Serviços de Águas e de Residuais (dados relativos a 2009)

Figura 1.29 – 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 região hidrográfica do Tejo, atinge na sua globalidade este objectivo.

Da totalidade dos concelhos abrangidos, 80% atingem os objectivos definidos neste plano estratégico. O grupo de concelhos para os quais se verifica um nível de atendimento inferior a 80% é mais reduzido, quando comparado com os resultados

obtidos pelo INSAAR. Neste grupo estão incluídos os concelhos de Odivelas, Benavente e Palmela.

No quadro 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 1.58 – Nível de atendimento de abastecimento público de água por sub-bacias

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

Quatro das sub-bacias da região hidrográfica do Tejo apresentam níveis de atendimento abaixo do objectivo definido no PEAASAR II. A sub-bacia com valor mais baixo de nível de atendimento é a do rio Alenquer.

1.4 CARACTERIZAÇÃO E ANÁLISE DE VULNERABILIDADES (1.9)

1.4.1 Riscos de poluição acidental (1.9.9)

O risco de poluição acidental provém essencialmente 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.

O risco de contaminação é obtido cruzando a informação da localização das infra-estruturas que oferecem um determinado potencial de poluição com a vulnerabilidade à poluição do aquífero nas zonas onde se situam essas infra-estruturas.

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 quinze massas de águas subterrâneas, representadas na Figura 1.4, 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 1.2. 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 2 pormenoriza-se a geologia por massa de águas subterrâneas. No Anexo 3 pormenoriza-se a estruturas tectónicas, caracterização da fracturação e definição das principais direcções de falha.

Quadro 2.1 – Estratigrafia e litologia das massas de águas subterrâneas

| Massa de águas subterrâneas | | Estratigrafia | Litologia |
|---|--|---|--|
| A2 – Escusa | | Devónico médio | Calcários dolomíticos e dolomitos, com uma espessura conhecida de pelo menos 139 m. |
| A3 - Monforte – Alter do Chão | | Câmbrico e Ordovícico | Calcários e Dolomitos cristalinos: dolomitos, mármore calcíticos, calcários dolomíticos, comeanas, com uma espessura conhecida de 113 m; Complexo Básico de Alter do Chão-Cabeço de Vide: gabros, gabros olivínicos e anortosíticos, peridotitos, dunitos, piroxenitos, em que a camada produtiva tem uma espessura de poucas dezenas de metros. |
| A4 - Estremoz – Cano | | Câmbrico | rochas dolomíticas cristalinas de grão fino, calcários dolomíticos ou calcários. |
| | | Ordovícico | calcários cristalinos, de grão médio e calcoxistos, metavulcanitos ácidos e básicos, tufitos. |
| | | Plistocénio | tufo calcários com algumas intercalações argilosas, calcários dolomíticos cristalinos, dolomitos, com espessura de 25 a 30 m. |
| A0x1RH5 - Maciço Antigo Indiferenciado da Bacia do Tejo | Cabrela e Montemor-o-Novo | Proterozóico superior ao Carbónico inferior | flishes, metapsamitos, metavulcanitos, quartzitos, xistos, rochas calcossilicatadas, micaxistos, anfibolitos, paragneisses, metabasitos, filádios, calcários, vulcanitos, ardósias, conglomerados, xistos calcários, grauvaques. |
| | Penha Garcia | Ordovícico | grés, quartzitos em bancadas no geral espessas, xistos argilosos, conglomerados quartzíticos. |
| | Serra de S. Mamede-Marvão-Portalegre | Ordovícico e Silúrico | conglomerados, grés, arcoses, quartzitos, xistos e xistos amplitosos. |
| | Beira Baixa | Paleogénico a Quaternário | cascalheiras e areias, depósitos detríticos, arcoses, arenitos, calcários e conglomerados. |
| | Serra de Ossa | Câmbrico e Ordovícico | quartzofilitos, quartzomicaxistos, metagrauvaques, paragneisses, quartzitos, quartzitos micáceos, filitos, micaxistos, e anfibolitos. |
| | Alter do Chão-Cabeço de Vide | pós-Câmbrico a pós-Ordovícico | peridotitos, dunitos, piroxenitos e serpentinitos, gabros. |
| | Montemor-o-Novo e Almansor | Proterozóico inferior | migmatitos, gnaisses e gnaisses migmatíticos, granitos pegmatíticos e pegmatitos, granitos biotíticos, granodioritos, dioritos, anfibolitos, trondhjemitos. |
| | | Devónico superior a início do Carbónico | rochas ígneas de natureza tonalítica, de grão médio, textura hipidiomórfica granular, orientada. |
| | Região de Nisa-Castelo de Vide | (Orogenia Hercínica e Ante-Hercínica) | granitos calco-alcalinos, granitos alcalinos, granodioritos, quartzodioritos, microgranitos, ortogneisses, granitos alcalinos gnaissóides, dioritos e granodioritos, microdioritos, sienitos de grão médio a fino, monzonitos, lamprófiros. |
| | Região da S. da Estrela-S. de Sto. António | (Orogenia Hercínica) | granitos calco-alcalinos, porfíroides, de grão grosseiro a muito grosseiro, frequentemente muito alterados. granitos alcalinos, não porfíroides mas que localmente podem apresentar tendência porfíroide, muito alterados na maior parte dos casos. |
| Outras áreas | Ante-Mesozóico e Cenozóico | Formações ígneas e metamórficas; formações sedimentares de cobertura. | |
| T1 - Bacia do Tejo-Sado / Margem Direita | | Miocénico | Calcários de Almoster: calcários mais ou menos compactos, calcários margosos e margas, com espessura muito variável. Arenitos de Ota: arenitos de origem continental, argilas e, por vezes, pequenas lenticulas de calhaus, com espessura entre 200 e 500 m. |
| T3 - Bacia do Tejo-Sado / Margem Esquerda | | Quaternário | rochas detríticas. |
| | | Pliocénico | areias, com intercalações lenticulares de argilas, com espessura muito variável. |
| T7 - Aluviões do Tejo | | Miocénico | Arenitos de Ota: arenitos com algumas intercalações de argilas; Série calco-gresosa marinha: arenitos calcários, margas, com espessura superior a 450 m |
| | | Holocénico | Aluviões: areias, argilas e na base seixos e calhaus, com uma espessura total de 70 m. |
| | | Plistocénico | Terraços fluviais: depósitos basais com seixos e calhaus, seguidos de um complexo formado por areias e argilas. |
| T01RH5 - Bacia do Tejo-Sado Indiferenciado da Bacia do Tejo | | Paleogénico a Quaternário | séries predominantemente detríticas, consolidadas ou não consolidadas e níveis carbonatados. |
| O15 – Ourém | | Cenomaniano | Complexo Carbonatado: margas, calcários argilosos, calcáriosossilíferos e calcários com rudistas. |
| | | Cretácico inferior | Arenitos do Carrascal: arenitos mais ou menos grosseiros e conglomerados, de matriz argilosa, com espessura a variar entre 75 e 200 m. |
| O26 - Ota – Alenquer | | Jurássico superior | Calcários oolíticos, calcários dolomíticos, calcários gresosos que num furo realizado na zona de Ota, apresentavam 203 m de espessura |
| O28 - Pisões – Atrozela | | Cretácico inferior | Calcários e margas com A. lusitanica, M. purbeckensis e Trocholina incluindo os níveis de Calcários amarelo-nanquim: calcários compactos, calcários margosos e margas com nódulos calcários |
| | | Jurássico superior | Margo-calcários Xistosos: alternância de calcários compactos, brechas calcárias, calcários margosos, com espessura superior a 60 m; Calcários Nodulares de Farta Pão: alternância de calcários compactos, um pouco margosos e margas, com uma espessura de 400 m |

| Massa de águas subterrâneas | Estratigrafia | Litologia | | |
|---|--|---|---|--|
| O01RH5 - Orla Ocidental Indiferenciado da Bacia do Tejo | Região de Arruda dos Vinhos | Malm <u>Camadas de Freixial</u> : conjunto essencialmente detrítico, onde as camadas francamente calcárias são raras. Complexo pteroceraniano incluindo as Camadas com Lima pseudo-alternicosta: alternância de níveis greso-margosos e calcários. <u>Camadas corálicas de Amaral</u> : calcários recifais, calcários compactos, calcários oolíticos, margo-calcários e grés. <u>Camadas de Abadia</u> : complexo predominantemente margo-argilo-calcário, constituído por grés, argilas, calcários e margas. | | |
| | Lisboa | Cenomaniano e Turoniano | calcários, calcários margosos, margas, calcários dolomíticos, calcários apinhoados, calcários cristalinos, calcários recifais. | |
| | | Miocénico | argilas, calcários, margas, arenitos, areias, arenitos calcários, calcários margosos. | |
| | Montejunto | Dogger | calcários margosos, calcários dolomíticos, calcários, calcários dolomitizados, dolomitos. | |
| | | Malm | <u>Calcários de Ota e Monte Redondo</u> : são calcários recifais e calcários compactos. <u>Calcários Corálicos de Amaral</u> : calcários, por vezes com intercalações de grés calcário e argilas. <u>Camadas de Abadia</u> : margas e argilas com intercalações de grés calcários, argilas margosas, arenitos, conglomerados e calcários recifais. <u>Camadas de Montejunto</u> : calcários sublitográficos, calcários oolíticos, margas e calcários margosos. <u>Camadas de Cabaços</u> : calcários, calcários margosos, calcários detríticos, margas conglomeráticas, margas. | |
| | | | Cretácico inferior | calcários finos, intercalados com margas, arenitos finos cauliniticos, grés. |
| | | | Arrábida | Lias |
| | Dogger | conjunto de calcários compactos, dolomíticos, oolíticos, margosos e margas; por vezes ocorre conglomerados e grés. | | |
| | Malm | calcários compactos, nalguns casos com zonas dolomitizadas e passagens margosas a areníticas, calcários margosos, margo-calcários, margas, arenitos margosos, arenitos calcários e argilas, tomando um carácter essencialmente arenítico nos termos finais. | | |
| | Cretácico | conglomerados na base, margas por vezes arenosas, calcários compactos, calcários margosos, arenitos por vezes margosos e algumas argilas. | | |
| Paleogénico | margas, arenitos e conglomerados, terminando por uma unidade de calcários. | | | |
| Outras áreas | Pós Paleozóico | Rochas sedimentares, ígneas e metamórficas de contacto. | | |
| O9 - Penela – Tomar | Liásico | Dolomitos, calcários compactos, calcários dolomíticos compactos, por vezes com intercalações margosas. Relativamente à espessura conhece-se um valor máximo de 243 m. | | |
| O11 - Sicó – Alvaiázere | Batoniano e Bajociano | Calcários margosos muito compactos, margas e calcários compactos, calcários cristalinos, calcários dolomíticos, cuja espessura total é da ordem dos 450 m. | | |
| O20 - Maciço Calcário Estremenho | Dogger | calcários margosos, calcários argilosos, calcários cristalinos, calcários dolomíticos, calcários detríticos, etc. | | |
| | Malm | argilas, margas, calcários, calcários cristalinos. A espessura das formações é muito variável, podendo atingir algumas centenas de metros | | |

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

2.1.2.2.2 Caracterização hidrogeológica

Apresenta-se no Quadro 2.2 uma síntese da caracterização da transmissividade das massas de águas subterrâneas, com os dados de Almeida *et al.* (2000) e de MA (1999). Os valores apresentados foram, na sua maioria, estimados a partir dos caudais específicos. Só em alguns casos foi possível obter valores de transmissividade determinados em ensaios de bombagem.

Com base em Paralta (1999, em Almeida *et al.*, 2000) os coeficientes de armazenamento (S) de dois furos da massa de águas subterrâneas “Ourém” são de 4×10^{-5} e de 8×10^{-5} . Para a massa de água “Aluviões do Tejo”, Almeida *et al.* (2000) assinalam valores de S a variar entre $2,13 \times 10^{-5}$ e 0,10, com média = $8,4 \times 10^{-3}$, e para as formações miocénicas francamente marinhas da massa de água “Bacia do Tejo-

Sado / Margem Esquerda”, assinalam valores de $S = 0,001$ (em dois ensaios de bombagem).

Quadro 2.2 – Caracterização da transmissividade das massas de águas subterrâneas

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

^(b) estimada com base em ensaio de bombagem

^(a) estimada com base no caudal específico

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

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

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

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

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

2.1.2.2.3 Modelo conceptual de funcionamento hidráulico

2.1.2.2.3.1 Introdução

Em traços gerais 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 desenvolvido na caracterização espaço-temporal da recarga. Dependendo das condições geomorfológicas, pode também ocorrer infiltração da água de escorrência superficial gerada fora da área de afloramento da massa de águas subterrâneas. As massas de águas subterrâneas podem também receber água por escoamento subterrâneo lateral proveniente de massas de águas subterrâneas adjacentes. Outras origens de entrada de água, também localizadas, são a recarga proveniente dos excedentes de rega, e as perdas de águas nas redes de distribuição e de saneamento. Só em situações pontuais é que se prevê que possa haver entrada de água a partir da infiltração de cursos de águas superficiais. 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.

Dentro das massas de águas o escoamento faz-se maioritariamente segundo os tipos principais de porosidade identificados no Quadro 2.3, em regime de escoamento livre ou confinado a semi-confinado.

As principais saídas das massas de águas subterrâneas serão em direcção aos cursos de águas superficiais que as drenam e, no caso das massas de águas subterrâneas costeiras em direcção ao mar ou estuários. As saídas das massas de águas subterrâneas podem ocorrer por evapotranspiração nos locais onde os níveis freáticos se encontram muito próximos da superfície. Podem também ocorrer por escoamento subterrâneo lateral, que a existir deverão ser localizados.

Nas zonas de contacto com a água do mar ou com os estuários do Tejo e do Sado, pode haver situações de intrusão marinha, que não se prevêem importantes.

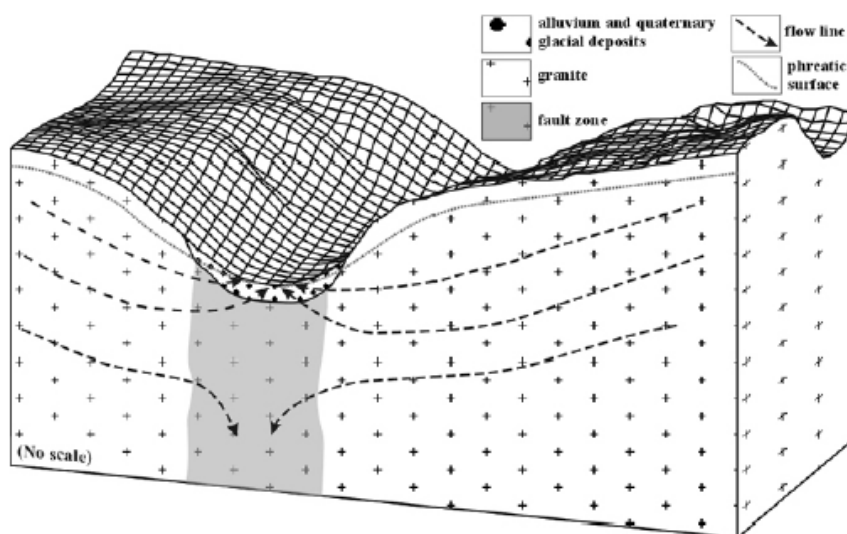
Pormenoriza-se seguidamente o modelo conceptual, por massa de águas subterrâneas.

2.1.2.2.3.2 A0x1RH5 - Maciço Antigo indiferenciado da Bacia do Tejo

A área do território agrupada na massa de água subterrânea com esta denominação é muito extensa, ocupando 14268 km², ou seja, mais de 55 por cento do total dos 25664 km² ocupados pela bacia do rio Tejo em Portugal. Existem contextos hidrogeológicos muito diversificados nesta área pelo que, inevitavelmente, se revelará necessária a individualização de outras massas de água subterrânea nesta parte do território em futuros ciclos de planeamento da Bacia do Tejo. Nesta área predominam rochas cristalinas cuja permeabilidade é predominantemente secundária e associada à fracturação. Nos diferentes sectores definidos em Oliveira *et al.* (2000) no Maciço Antigo, é possível esboçar os seguintes modelos conceptuais:

- **Penha Garcia** – Área de potencial aquífero livre, de porosidade por fractura, desenvolvido em quartzitos, e cujas direcções de fluxo serão controladas pela rede de fracturas. A recarga deverá dar-se ao longo da generalidade da área de afloramento dos quartzitos.
- **Beira Baixa** – Área de potencial aquífero livre, de porosidade intergranular, desenvolvido em depósitos de alteração e cobertura cuja piezometria seguirá aproximadamente a superfície topográfica, condicionando o fluxo no sentido das zonas mais deprimidas. A recarga admite-se que se dê ao longo da generalidade da área de afloramento dos depósitos sedimentares.

- **Serra da Estrela – Serra de Sto. António** – Esta é uma área de potencial aquífero livre onde Espinha Marques *et al.* (2006) definiram: (1) um sector superficial constituído pela camada de alteração, hidraulicamente conectado com a zona vadosa, de porosidade intergranular; (2) um sector subsuperficial pouco profundo, onde a porosidade é de natureza mista (intergranular e fracturada), ligado hidraulicamente ao sector superficial; (3) um sector mais profundo onde a porosidade é essencialmente por fractura.
- A recarga faz-se ao longo da área de afloramento, em especial nas zonas planálticas. A Figura 2.1 apresenta um esboço do escoamento subterrâneo para a região do Zêzere de acordo com Espinha Marques *et al.* (2006). A circulação profunda, responsável pela ocorrência de exsurgências termais, como as Caldas de Manteigas, tem os fluxos controlados pela fracturação e pela geometria dos contactos entre granitos de diferentes propriedades hidráulicas.



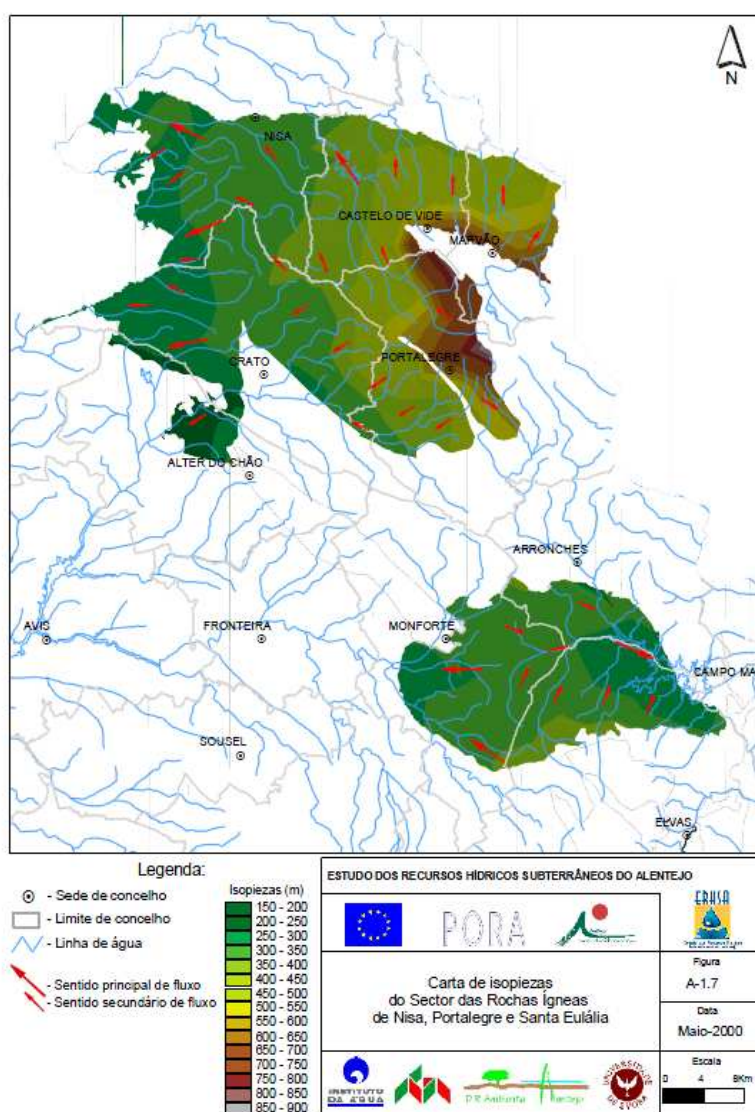
Fonte: Espinha Marques *et al.* (2006)

Figura 2.1 – Direcções gerais de fluxo na zona do Vale do Zêzere

- **S. Mamede – Marvão – Portalegre** – Zona de potencial aquífero fracturado, livre a confinado, desenvolvido em quartzitos no sinclinal de Escusa, estando isolado do sistema aquífero de Escusa, que lhe está sobrejacente, por espessa série impermeável de xistos, o que lhe confere condições para artesianismo. A

zona de recarga corresponde à área de afloramento das formações quartzíticas.

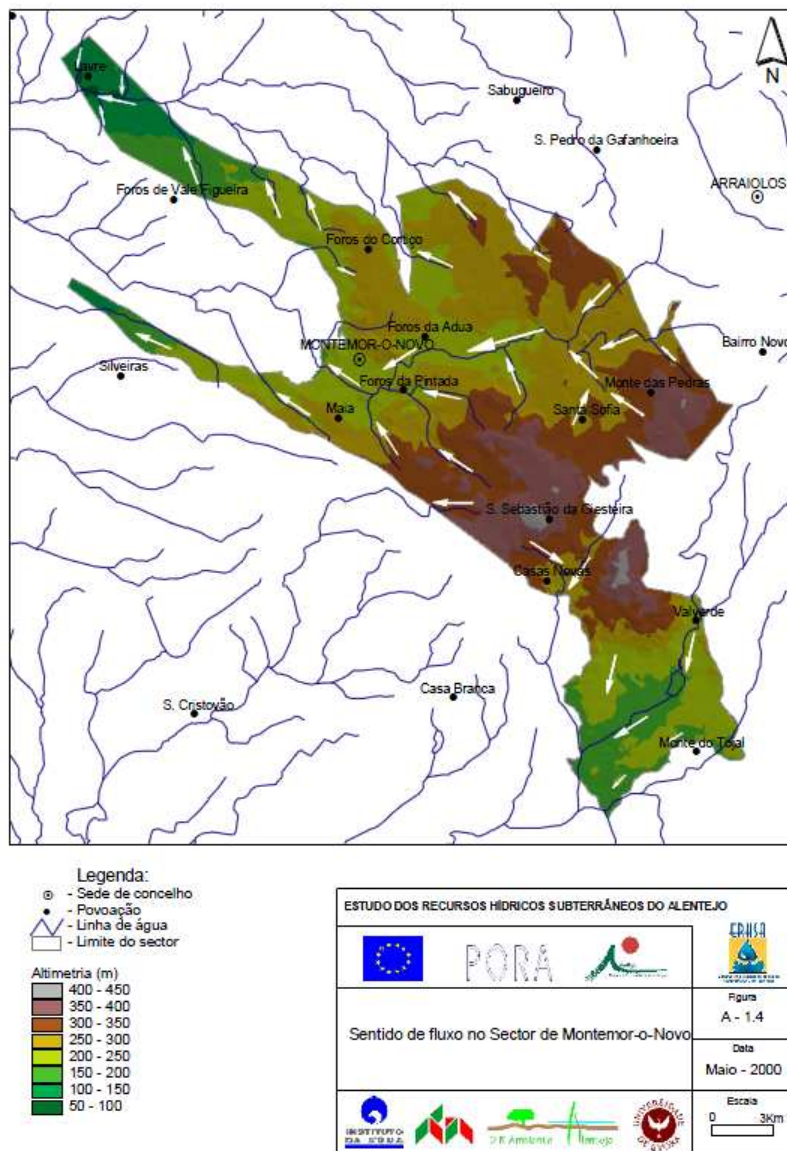
- **Nisa – Castelo de Vide** – Zona de potencial aquífero livre, onde se pode definir: (1) sector superficial constituído pela camada de alteração, de porosidade intergranular; (2) sector subsuperficial pouco profundo, onde a porosidade é de natureza mista (intergranular e fracturada), ligado hidraulicamente ao sector superficial, passando as zonas mais profundas a serem dominadas essencialmente por um comportamento de meio fracturado. A Figura 2.2 representa as direcções de escoamento desta zona.



Fonte: ERHSA (2000)

Figura 2.2 – Piezometria e direcções de fluxo no sector de Nisa-Castelo de Vide

- **Serra de Ossa** – Zona de potencial aquífero livre, fracturado, desenvolvido em rochas filíticas associadas às cristas quartzíticas de Serra de Ossa. Muito sensível a períodos de seca, será uma zona admissivelmente muito superficial, com poucas reservas, desenvolvida nas zonas onde as fracturas se encontram mais abertas. De notar porém que alguns autores (Lima et al, 1998) referem a ocorrência de casos de artesianismo, que supõem estarem associados a níveis produtivos profundos e confinados. É pouco produtiva mas de produtividade razoavelmente homogénea (a maioria das captações é produtiva).
- **Montemor-o-Novo e Almansor** – Zona de potencial aquífero livre, onde se pode definir: (1) sector superficial constituído pela camada de alteração, de porosidade intergranular; (2) sector subsuperficial pouco profundo, onde a porosidade é de natureza mista (intergranular e fracturada), ligado hidraulicamente ao sector superficial, passando as zonas mais profundas a serem dominadas essencialmente por um comportamento de meio fracturado.
- O seu potencial produtivo é muito heterogéneo sendo as zonas mais produtivas em regra tonalíticas (embora haja captações muito produtivas nos gnaisses migmatíticos), o que sugere um zonamento de produtividades definido pelas litologias.
- A piezometria sugere uma superfície freática superficial a muito superficial, com a zona de maior elevação ao longo duma faixa NE-SW entre Casas Novas, Valverde e Monte das Pedras, e as zonas de piezometrias mais baixas a NW e a SE da zona aquífera. As direcções de fluxo são as indicadas na Figura 2.3.
- A recarga ocorre em toda a zona de afloramento das formações aquíferas.



Fonte: ERHSA (2000)

Figura 2.3 – Piezometria e direcções de fluxo no sector de Cabrela e Montemor-o-Novo

As restantes zonas constituem regiões hidrogeologicamente muito variáveis mas admissivelmente de baixa produtividade na maior parte da sua extensão. Os aquíferos, quando existem, são de carácter local e desenvolvem-se geralmente nas camadas de alteração (quando a espessura é suficiente e a permeabilidade moderada), e/ou nas as zonas fracturadas (desde que as fracturas não estejam impermeabilizadas por materiais miloníticos ou de alteração).

Nestas zonas definem-se dois tipos de aquíferos, os quais podem estar em ligação hidráulica, caso as zonas de alteração cubram áreas intensamente fracturadas:

- **Porosos** – Associados às zonas de alteração; são geralmente os níveis aquíferos mais superficiais e apresentam comportamento poroso (a poroso/fracturado nas zonas mais profundas e de transição para o meio fracturado subjacente, quando existe).
- **Fracturados** – Associados às regiões de fracturação, sendo a importância hidrogeológica das fracturas dependente da sua extensão, abertura e estado de colmatação; ocorrem com frequência subjacentes às camadas de alteração de comportamento poroso, embora possam ocorrer directamente à superfície (ex.: zonas de cristas quartzíticas).

2.1.2.2.3.3 A2 – Escusa

A definição do modelo conceptual, incluindo as condições de fronteira, parâmetros hidráulicos e variáveis de estado necessárias para simular matematicamente o funcionamento hidrogeológico do aquífero de Escusa (Castelo de Vide), foi apresentado e discutido de forma detalhada em Monteiro (2001,b,c), sendo estes dados posteriormente retomados em Cunha *et al.* (2004) para simulação de cenários de alterações climáticas em Portugal Continental, e ainda por Monteiro (2010). As relações hidráulicas deste aquífero com o meio circundante caracterizam-se pela transferência de água para o rio Sever e, secundariamente, para as rochas graníticas que contactam com o sector NW do sistema aquífero. O corte transversal apresentado na Figura 2.4 ilustra os três sectores que podem distinguir-se, de acordo com os sentidos regionais predominantes de escoamento em direcção a estas áreas de descarga

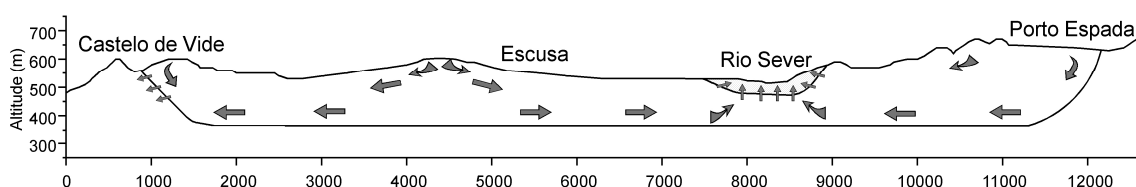
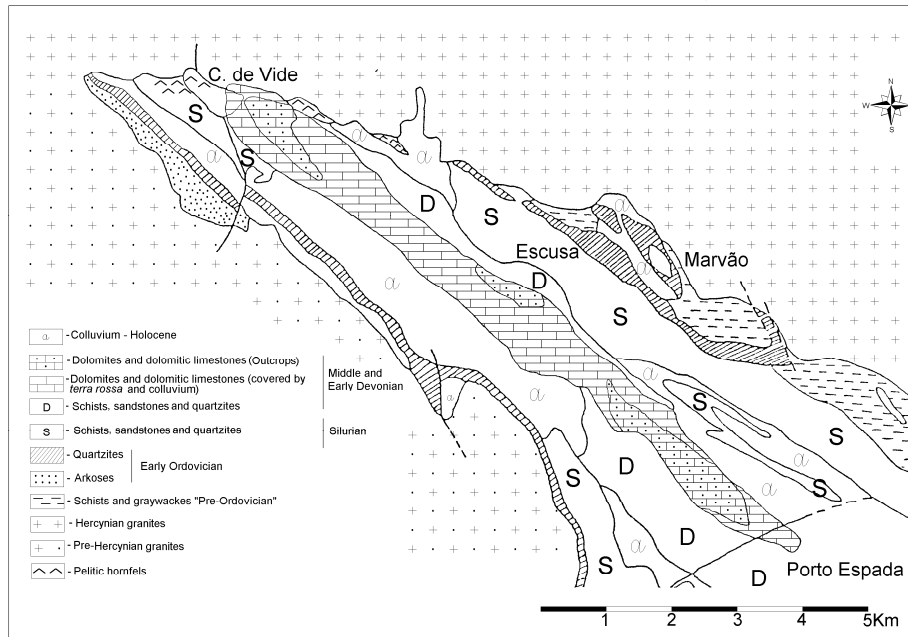


Figura 2.4 – Corte transversal ilustrativo dos sentidos predominantes de escoamento e áreas de descarga do aquífero cársico de Castelo de Vide. As distâncias dos eixos são dadas em metros. As flechas maiores representam o escoamento subterrâneo. As mais pequenas atravessando os limites do aquífero representam a posição das área de descarga

O funcionamento hidráulico do aquífero cársico de Castelo de Vide é caracterizado por um regime de transferências altamente transitório, no qual se verificam frequentes inversões de gradiente entre um sistema de condutas e fracturas transmissivos e uma massa rochosa capacitiva. Este sistema capacitivo tem um importante efeito regularizador no armazenamento de água durante as épocas de estiagem. Deste modo, mesmo nos anos em que o balanço de entradas e saídas é negativo, verifica-se que a diminuição da reserva é imediatamente repostada no início do ano hidrológico seguinte, diminuindo no entanto nestas circunstâncias o superavit hídrico escoado para as saídas naturais do sistema.

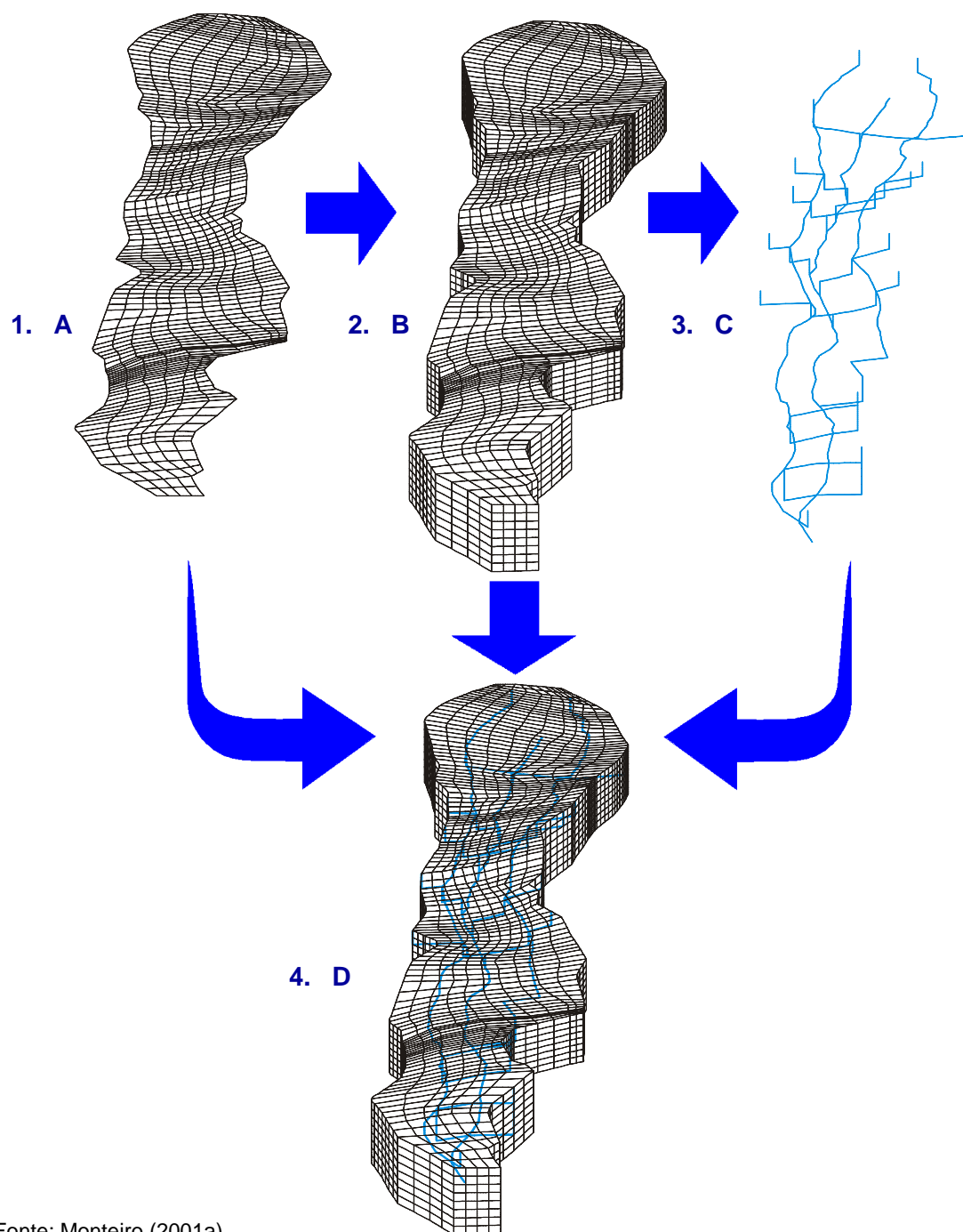
Existe um modelo matemático implementado para este sistema aquífero que permite a análise de balanços médios, quando se efectuam simulações em regime permanente que representam, por exemplo, um estado médio do sistema correspondente a um ano hidrológico. Podem igualmente obter-se simulações mais realistas, quando se simulam as respostas a cada episódio de recarga e os subsequentes períodos de esvaziamento do aquífero em regime transitório.

A representação do domínio de escoamento constituído pelo aquífero carbonatado de Castelo de Vide é ilustrada de forma mais completa nas Figura 2.5 e Figura 2.6, onde se representam, respectivamente, um mapa geológico do sistema aquífero e área envolvente e uma rede de fluxo em elementos finitos, construída para efectuar a simulação matemática do funcionamento hidráulico do aquífero. Esta rede de elementos finitos representa a geometria tridimensional das rochas carbonatadas devónicas que sustentam esta massa de água subterrânea, de acordo com o estado actual do conhecimento da geologia desta área, à data da realização destes trabalhos.



Fonte: Monteiro (2001a)

Figura 2.5 – Mapa geológico do sistema aquífero de Escusa e área envolvente



Fonte: Monteiro (2001a)

Figura 2.6 – Rede de elementos finitos: (1) elementos 2-D onde é simulada a infiltração difusa, constituída por elementos quadráticos com 8 nós; (2) elementos 3-D que representam a massa rochosa capacitiva com baixa condutividade hidráulica, construída com elementos hexaédricos quadráticos com 20 nós (3) elementos quadráticos 1-D com 3 nós usados para simular condutas cársticas. Os elementos 1-D são usados para simular os canais de dissolução em conexão hidráulica com a superfície topográfica onde existem sumidouros em que se infiltram cursos de água temporários junto aos limites do aquífero. Finalmente, em (4), representam-se todos os elementos finitos que constituem a rede global de simulação de fluxo. A rede é constituída por 42 841 nós e a máxima dimensão do modelo é de 8,951m. A rede encontra-se sobreelevada factor de escala correspondente a 3

Do modelo conceptual proposto para este sistema aquífero resultam diversas implicações práticas, relevantes para efeito de gestão da água. Nomeadamente:

- Existe uma componente importante de recarga alóctone (resultante da infiltração lateral de diversos cursos de água que escoam, sobre litologias pouco permeáveis, em direcção ao sistema aquífero).
- As contribuições laterais referidas no ponto anterior são responsáveis pelo estado de subsaturação em calcite e dolomite destas águas, as quais são menos duras do que o habitual em aquíferos cársicos nas condições climáticas prevalentes na generalidade do território português (Monteiro *et al.*, 1997).
- A descarga regional deste sistema aquífero verifica-se, de forma concentrada, em direcção ao rio Sever, contribuindo para que este curso de água, que a jusante do sistema aquífero define a fronteira entre Portugal e Espanha, tenha carácter permanente. O rio Sever é pois a principal área de descarga desta massa de água subterrânea.
- Adicionalmente ao referido no ponto anterior, no sector mais a Norte deste sistema aquífero (na periferia do núcleo urbano de Castelo de Vide), verifica-se a existência de uma área de descarga difusa secundária, que descarrega em direcção a diversas linhas de água que circundam esta povoação, alimentando igualmente o meio fracturado constituído pelas formações graníticas, as quais contactam com as rochas carbonatadas devónicas que suportam o sistema aquífero.

Os aspectos referidos relacionam-se de forma directa com as relações que se estabelecem entre a rede hidrográfica e este sistema aquífero e que se ilustram na Figura 2.7.

Finalmente, de forma a complementar os aspectos práticos relevantes para efeitos de gestão da água respeitantes ao modelo conceptual de funcionamento deste sistema aquífero, apresentam-se ainda, na Figura 2.8, os hidrogramas das transferências mensais médias ocorridas nas suas saídas naturais, para uma série climática de 40 anos, fornecendo esta figura informação sobre o regime natural de transferências nestas áreas que, como referido noutra secção do presente plano, são ecossistemas dependentes das águas subterrâneas que circulam neste sistema aquífero.

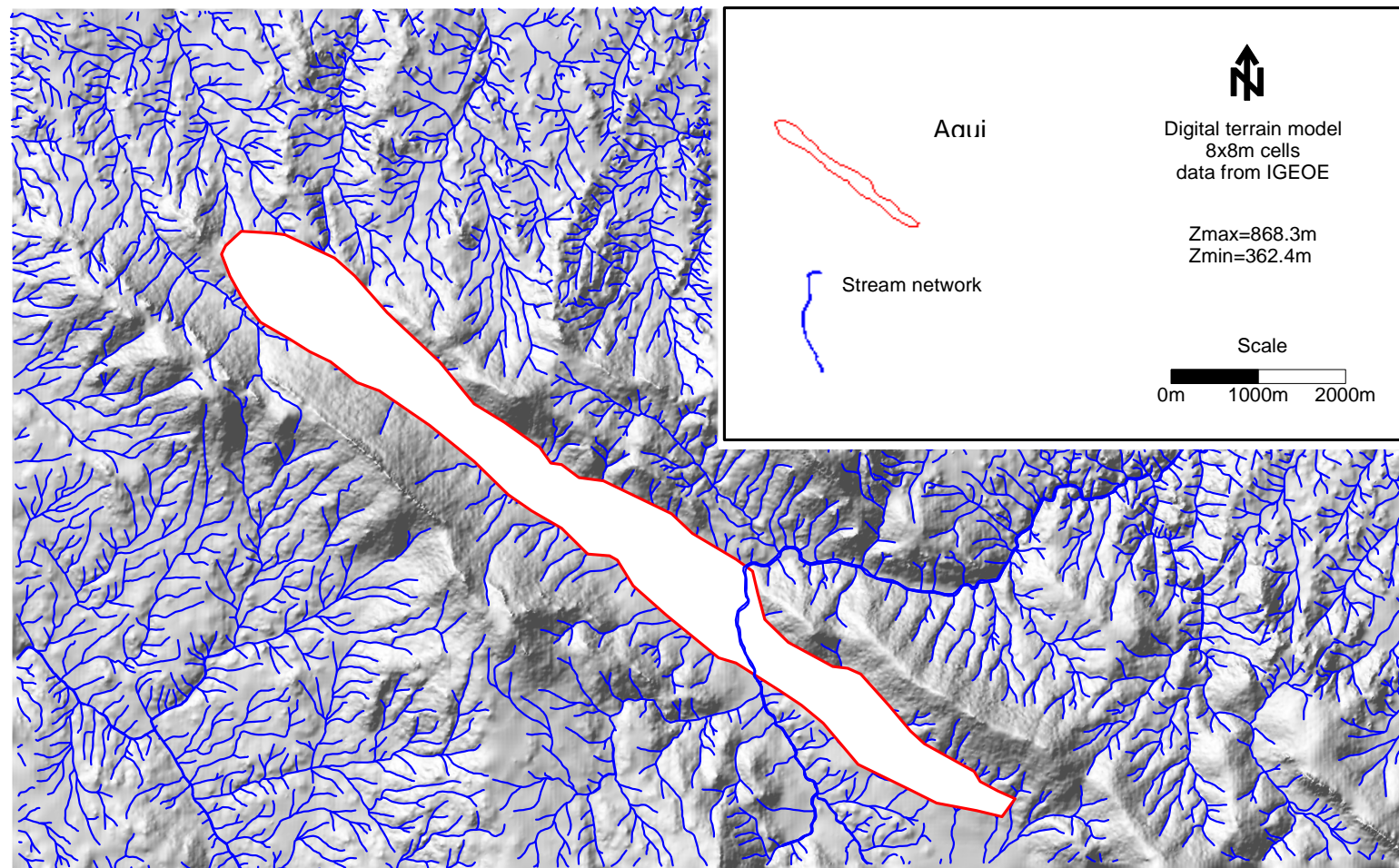


Figura 2.7 – Modelo digital de terreno mostrando a morfologia da área circundante do sistema aquífero de Escusa. A rede hidrográfica na área das rochas carbonatadas é praticamente inexistente, com exceção do Rio Sever que constitui a área de descarga principal do sistema. Fonte: Monteiro (2001a)

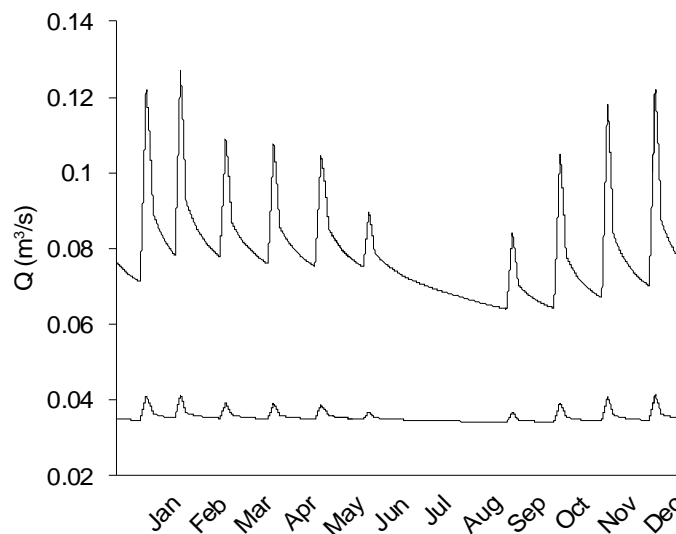


Figura 2.8 – Transferências mensais médias do aquífero para o rio Sever (hidrograma superior) e para as rochas graníticas que contactam com o aquífero na área de Castelo de Vide (hidrograma inferior). Simulação baseada nos volumes de recarga mensais médios dos últimos 40 anos. Fonte: Cunha *et al.* (1994)

2.1.2.2.3.4 A3 – Monforte-Alter do Chão

Este sistema aquífero constitui-se por duas unidades em conexão hidráulica entre si (Fernandes e Francés, 2009): (1) **sector central** – correspondente ao Maciço Básico e Ultrabásico de Alter do Chão-Cabeço de Vide, (2) **sector periférico** – corresponde às unidades carbonatadas câmbricas.

Localmente podem existir sectores que não parecem possuir ligação com o sistema regional (ex.: sector da Herdade da Palma; cf. Carvalho e Costa, 1998).

É um sistema aquífero livre, embora possa localmente apresentar características de confinamento (em especial na proximidade do contacto com os xistos; cf. Carvalho e Costa, 1998), tendo funcionamento algo distinto entre os 2 sectores, fracturado no Sector central, e cársico-fissurado no Sector periférico.

Os escoamentos superficiais e subterrâneo são condicionados pelo sistema de fracturas gerado durante os episódios frágeis tardi-variscos de orientação NNE-SSW e ENE-WSW (Fernandes e Francés, 2002).

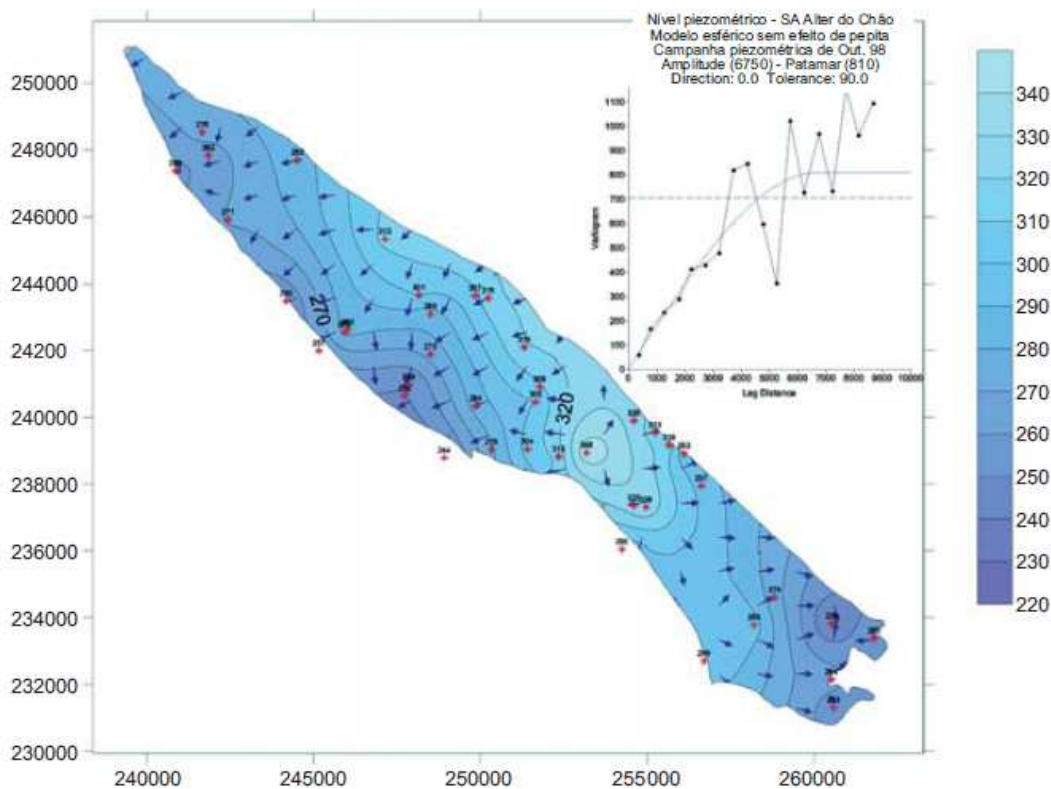
A recarga faz-se directamente através da precipitação, não parecendo existir qualquer cedência de água a partir das formações encaixantes. É de admitir que existam várias zonas preferenciais de recarga podendo uma das mais significativas ocorrer na região a N de Vaiamonte.

As descargas fazem-se por nascentes temporárias e perenes, ocupando essencialmente as zonas de contacto entre: (1) as litologias básicas e os calcários e (2) os calcários e os xistos. As nascentes perenes situam-se no geral no bordo SW do sistema aquífero, no contacto entre a formação carbonatada e os xistos (Almeida *et al.*, 2000; Fernandes e Francés, 2009).

Fernandes (2001) apresenta um estudo da evolução temporal da piezometria, entre Junho de 1998 e Novembro de 1999, verificando uma oscilação muito reduzida dos níveis ao longo do tempo. Almeida *et al.* (2000) referem aliás uma grande homogeneidade dos níveis, com oscilações da piezometria entre 1 a 3 m, à excepção de 3 pontos, onde se registaram as maiores oscilações (23, 28 e 33 m).

Fernandes (2001) refere que, nas zonas de pólos de extracção, o efeito da bombagem contínua induz uma regularidade nos níveis observados e anula qualquer efeito de recarga sobre a oscilação temporal dos níveis piezométricos.

O fluxo dá-se, à escala regional, para SW, excepto no extremo sul do sistema, em que se dirige para SE, e no extremo norte, em que a direcção toma um rumo S-SE (Almeida *et al.*, 2000; Fernandes 2001). A direcção regional de escoamento para SW está conforme ao padrão observado de distribuição espacial das nascentes e é também concordante com a generalidade dos sentidos de escorrência das linhas de água (Figura 2.9).



Fonte: Fernandes e Francés (2002; 2009)

Figura 2.9 – Superfície piezométrica e direções de fluxo no sistema aquífero

Apesar de haver no geral conexão hidráulica entre as formações carbonatadas e as unidades envolventes, localmente este caso pode não ocorrer, originando fluxos locais que podem ou não divergir do sentido de fluxo regional. Por exemplo, no flanco NE do sistema aquífero, na região da captação de Vale Doce, Fernandes (2001) e Fernandes e Francés (2009) consideram que não existe cedência de água dos calcários e conglomerados para ortognaisses graníticos e sienitos hipercalcinos e deste modo a eventual recarga nos cabeços da Herdadinha do Nabo e de Santo Cristo, gerará um fluxo no sentido SW.

Localmente, no sector carbonatado, poderão existir pequenos aquíferos suspensos, em ligação mais ou menos diminuta com o aquífero cársico principal, como é o caso de Herdade da Palma (sita nas proximidades do limite do aquífero, numa área em que não se verifica continuidade de afloramento com o sistema aquífero a nível regional), (Carvalho e Costa, 1998).

2.1.2.2.3.5 A4 – Estremoz-Cano

É um sistema aquífero desenvolvido em formações carbonatadas de idade paleozóica e de idade pliocénica, que pode ser dividido em dois sectores:

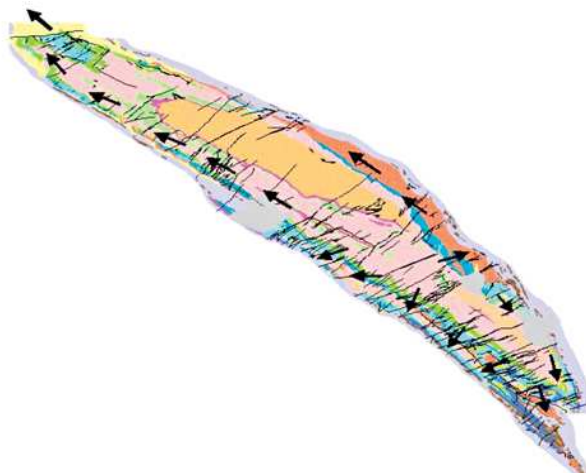
- **Sector dos calcários do Cano** – onde se podem definir 2 aquíferos:
- **Aquífero superior** – desenvolvido nos calcários do Cano, é basicamente um aquífero livre, de porosidade intergranular. Localmente pode estar coberto por depósitos argilosos com até 2 m de espessura, que poderão ser propícios à ocorrência de algum confinamento. Tem elevada heterogeneidade quanto à produtividade, transmissividade e condutividade hidráulica; esta heterogeneidade deriva das variações litológicas verticais e laterais dos calcários, originando a que nestas formações haja captações com caudais consideráveis mas também uma alta percentagem de furos improdutos. É na generalidade dos casos um aquífero de produtividade significativa, com as áreas mais produtivas na zona N, segundo uma orientação WNW-ESE. Tem um fluxo de SE para NW, com um gradiente que decresce para W-NW mas com desvios locais a esta direcção, como sejam as áreas de SE onde estes fluxos se podem dar de NE para SW ou mesmo para W. Deste modo as principais áreas de descarga são em Monte da Capela e Vale de Freixo. Em termos de funcionamento podem ainda referir-se os seguintes aspectos pontuais:
 - Vale de Junco – não tem relação hidráulica com Fancaria, apesar destas duas captações distarem apenas 158 m entre si.
 - Fancaria – o sector tem uma zona superficial mais fracturada e permeável e uma zona mais profunda menos fracturada.
- **Aquífero inferior** – desenvolvido nas formações calcárias subjacentes, que constituem o prolongamento do anticlinal de Estremoz para a região do Cano, é um aquífero cársico, de dupla porosidade e que, nesta região é basicamente confinado, fazendo a sua descarga para as formações sobrejacentes dos calcários do Cano.
- **Sector do anticlinal de Estremoz** – aquífero cársico, de dupla porosidade, livre, mas com sectores confinados a semi-confinados, que ocorrem devido a intercalações algo espessas de metavulcanitos e xistos (Midões, 2002) como é por exemplo o caso da zona de Fonte do Freixo.

- Pontualmente as unidades xistentas podem apresentar pequenos níveis aquíferos, em geral pouco transmissivos. É de admitir com efeito que este sector é constituído na verdade por um conjunto de diferentes níveis produtivos, devidos às numerosas intercalações de metavulcanitos e também à fragmentação em blocos hidráulicamente semi-independentes, delimitados por fracturas preenchidas por material vulcânico que funciona como barreira à circulação (ERHSA, 2000). Existe assim forte heterogeneidade dos parâmetros hidráulicos, que variam de região para região e também em função da distribuição da fracturação, carsificação e rede filoneana.
- A fracturação, e as condutas cársticas associadas, são os principais controladores da circulação, em associação com a presença de barreiras hidráulicas (ex.: filões NE-SW); esta relação é expressa pela relação entre a distribuição das falhas e das numerosas nascentes sitas no contacto entre as rochas carbonatadas e as xistentas.
- Este sector tem um fraco poder regulador, registando um rápido período de resposta entre eventos de precipitação e consequentes descargas das nascentes (Cupeto, 1991). A circulação só se ocorre até cerca de 125 m de profundidade, de acordo com Gonçalves e Coelho (1974), fazendo-se ao longo fracturas ou contactos entre diferentes litologias.
- A sobreposição da fracturação, rede filoneana e geometria das camadas origina assim uma forte compartimentação do sistema aquífero, especialmente marcada no extremo SE do anticlinal, e que se reflecte na variabilidade da piezometria e direcções de fluxo. A piezometria é controlada pela litologia e tectónica (além das oscilações climáticas sazonais), reflectindo também a heterogeneidade do sistema, tendendo a apresentar variações bruscas entre compartimentos semi-independentes mas a seguir evoluções temporais similares em piezómetros instalados nas mesmas litologias.
- Sazonalmente a oscilação dos níveis pode variar entre 4 a 5 m, reflectindo uma intensa resposta do sistema aquífero à variabilidade climática.
- O flanco S do anticlinal é geralmente mais produtivo que o flanco N e em ambos os flancos a produtividade tende a aumentar em direcção a Estremoz; as produtividades tendem também a aumentar nas zonas de contacto com as unidades impermeáveis. Tipicamente as captações mais produtivas situam-se junto ao contacto com o encaixante.

- A heterogeneidade hidráulica reflecte-se ainda na variabilidade das transmissividades, que podem apresentar variações de até 1 ordem de grandeza entre a região mais SE e a mais NW. Deste modo podem definir-se dois subsectores distintos em termos de piezometrias, compartimentação e direcções de fluxo, sendo a sua separação feita, segundo Midões e Costa (2009), aproximadamente a partir de Estremoz (Figura 2.10):
- **Sector NW do anticlinal** – estende-se de Estremoz até aos calcários do Cano, sendo a zona onde se tendem a registar as mais altas transmissividades. É um sector relativamente pouco compartimentado, com uma inexistência quase total de nascentes nos flancos do anticlinal, e uma distribuição razoavelmente uniforme das piezometrias que sugere a existência dum fluxo de SE para NW, seguindo a diminuição progressiva das cotas piezométricas; esta diminuição das cotas em direcção à área do Cano é especialmente notada no flanco SW do anticlinal, não sendo aí expressivo o controle litológico ou estrutural. A direcção deste fluxo torna assim a área do Cano como a principal área de descarga deste sector do anticlinal. Este fluxo de SE para NE parece estar, com frequência, associado a fracturas N50°W, 45°S (Cupeto, 1991). Em termos de funcionamento podem ainda referir-se os seguintes aspectos pontuais:
 - Techocas – heterogeneidade espacial da permeabilidade e coeficiente de armazenamento, que podem ser 3 a 10x superiores na direcção NE-SW versus as da direcção NW-SE.
 - Álamo – há aquífero nos calcários e aquíferos muito menos transmissivos nos níveis de metavulcanitos e xistos; o aquífero carbonatado cede alguma água às formações envolventes, através dos acidentes tectónicos.
- **Sector SW do anticlinal** – estende-se de Estremoz até ao Alandroal. É uma região com grande compartimentação em blocos hidraulicamente semi-independentes, o que se reflecte na variabilidade da piezometria (que apresenta grandes ressaltos entre compartimentos do maciço) e direcções de fluxo. Embora se possa considerar a presença de um fluxo regional orientado para SE, esta zona é sobretudo dominada por fluxos de distribuição centrífuga radial em direcção aos flancos do anticlinal. Na verdade pode mesmo dividir-se a região em dois subsectores: (1) S de Borba – o fluxo é predominantemente radial em direcção aos flancos do anticlinal; (2) terminação do anticlinal (subsector de Alandroal) – o fluxo dá-se de NW para SE. O fluxo tende a seguir

no geral a fracturação NE-SW (as fracturas NW-SE tendem a funcionar como barreiras), as fracturas sub-horizontais e os planos de contacto entre diferentes litologias. A sua produtividade aumenta de E para W, atingindo as produtividades mais elevadas na região de Estremoz; no flanco N, menos produtivo este aumento das produtividades em direcção a Estremoz também se verifica. Em termos de funcionamento podem ainda referir-se os seguintes aspectos pontuais

- Monte do Espanhol – sendo um nível aquífero suspenso, é afectado por várias barreiras impermeáveis.
- Fonte do Freixo – área de funcionamento livre e com valores significativos de recursos, dado não se ter registado efeito de esvaziamento do aquífero durante os ensaios de bombagem.
- Furo do desvio (F28/426) – zona confinada mas de elevada transmissividade, havendo indícios de que esta transmissividade se reduza rapidamente na área envolvente.

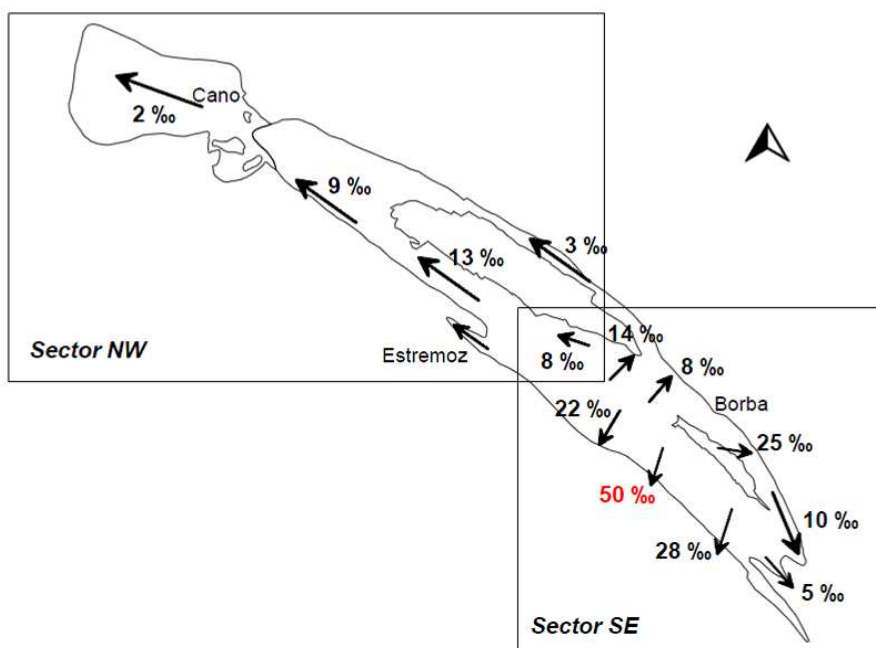


Fonte: Midões (2009)

Figura 2.10 – Direcções de fluxo e compartimentação do anticlinal de Estremoz

- Paul – zona de alta produtividade.

Os gradientes dos fluxos podem, de acordo com ERHSA (2000) atingir os 50‰, embora os valores de krigagem refiram valores mais comuns entre 1 e 6‰ (cf. Figura 2.11), decrescendo radialmente para os bordos do anticlinal (Fialho, 2009).



Fonte: ERHSA (2000)

Figura 2.11 – Direções de fluxo e gradientes hidráulicos na massa de águas subterrâneas

Relativamente à **recarga**, pode considerar-se zona de recarga toda a área de afloramento das formações carbonatadas (tanto paleozóicas como dos calcários do Canó).

As **nascentes**, que constituem as zonas de descarga natural do sistema, são na sua vasta maioria temporárias (algumas só entram em funcionamento em Invernos mais rigorosos), com algumas raras exceções, como é o caso de Vale de Freixo, sita no bordo NW do sistema aquífero. Têm no geral uma rápida resposta aos eventos de precipitação, embora os seus caudais sejam controlados não apenas pelos regimes de precipitação mas também pelas características das suas áreas de alimentação e pelos regimes de extracção nestas áreas. Vale de Freixo e Monte da Capela são as principais áreas de descarga do sector dos calcários do Canó. Para o sector do anticlinal de Estremoz a descarga faz-se por um numeroso conjunto de nascentes, de que algumas das mais importantes são as das Techocas e de Algar de Sto. António.

A **distribuição das zonas de descarga natural** para os dois sectores considerados é a seguinte:

- **Calcários do Canó** – ocorrem sobretudo ao longo da sua bordadura e em especial ao longo do seu bordo NW.

- **Anticlinal de Estremoz** – a distribuição das nascentes faz-se ao longo dos contactos entre as formações carbonatadas e as litologias impermeáveis e ao longo de fracturas condutivas (maioritariamente de orientação NE-SW) e/ou estruturas cársicas (ex.: na associação com algares).

No aspecto das **drenâncias** considera-se que ocorre drenância entre os calcários paleozóicos do anticlinal de Estremoz com os calcários do Cano, sendo estes últimos admissivelmente recarregados a partir das formações paleozóicas. Também existem registados casos locais de possíveis drenâncias entre níveis aquíferos de calcários paleozóicos e xistentos (ex.: Álamo). É de admitir igualmente que possa existir alguma drenância ou recarga diferida entre os depósitos de alteração tipo “*terra rossa*” e o carso coberto subjacente, quando estes depósitos são razoavelmente espessos mas relativamente pouco impermeáveis.

A **Influência da indústria extractiva na piezometria** reflecte-se no rebaixamento dos níveis piezométricos, por bombagem das frentes de exploração, modificando as direcções locais de fluxo e a distribuição das piezometrias. Além de alterar as direcções de fluxo, o rebaixamento das piezometrias gera perdas de produtividade das captações e nascentes nas suas vizinhanças e/ou o seu desaparecimento. Nas pedreiras abandonadas os níveis sofrem um processo de recuperação acabando por ficar na maior parte dos casos à superfície ou muito próximo (em média a cerca de 2 m da cota da superfície topográfica), formando “lagoas” e servindo assim de interface entre o meio superficial e o subterrâneo. Isto potencia a entrada de poluentes no meio subterrâneo e ao mesmo tempo um aumento da evaporação directa.

2.1.2.2.3.6 O011RH5 – Orla Ocidental Indiferenciado da Bacia do Tejo

Tal como a sua própria denominação indica, a massa de águas subterrâneas “Orla Ocidental Indiferenciado da Bacia do Tejo” 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. É, com efeito, uma região hidrogeologicamente variável, dividida em diferentes sectores admissivelmente com funcionamentos hidrogeológicos distintos.

Apresentam-se alguns elementos relativamente ao funcionamento hidrogeológico desta massa de águas subterrâneas, por formações geológicas ou sectores:

- Calcários e Arenitos do Cretácico da Região de Cascais – níveis piezométricos registados entre -11 e +103 m. Costa Almeida (comunicação pessoal, *in* Oliveira *et al.*, 2000) 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, *in* Oliveira *et al.*, 2000) 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.
- Formações Detríticas do Jurássico Superior – Costa Almeida (comunicação pessoal, *in* Oliveira *et al.*, 2000) 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 – As piezometrias coligadas em Oliveira *et al.* (2000) 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, *in* Oliveira *et al.*, 2000) 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.

O avanço do estado do conhecimento hidrogeológico desta região permitirá que se venham a distinguir futuramente sistemas 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.

2.1.2.2.3.7 O9 – Penela-Tomar

Este é um sistema aquífero cársico, de dupla porosidade, livre mas em que se admite que algumas áreas (nas zonas mais calco-margosas) tenham um funcionamento de aquífero fissurado. As zonas mais calco-margosas podem definir áreas semi-confinantes, onde ocorre drenância para os níveis calcários subjacentes.

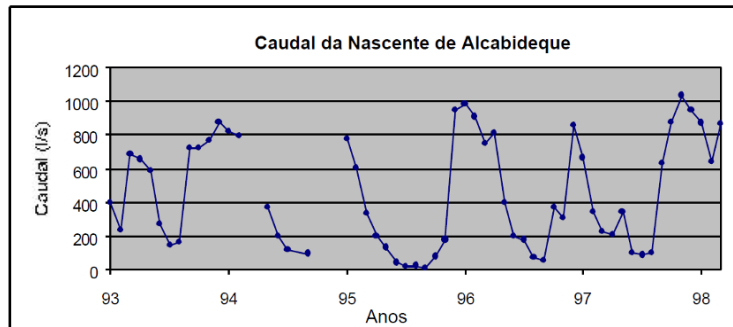
O sistema está dividido em 3 sectores – Sector Norte, Sector Central e Sector Sul – sendo que os sectores Norte e Central estão separados geograficamente do sector Sul. O conjunto de sectores definidos dentro desta massa de águas subterrâneas tenderá a ter funcionamentos independentes, condicionados pela rede de carsificação, a qual por sua vez é condicionada pela rede de fracturação.

A recarga faz-se por infiltração directa da precipitação nas áreas de afloramento dos calcários, podendo existir uma recarga diferida, por drenância, a partir das zonas de afloramentos calco-margosos, nas áreas sem rede hidrográfica superficial e com zonas de depressões cársicas associadas (imediações de Rabaçal).

O fluxo subterrâneo dá-se faz-se em direcção às áreas de exurgências, que estão relacionadas com a rede de condutas cársicas (e em consequência com a fracturação e unidades morfo-estruturais que condicionam estas condutas), podendo distinguir-se os seguintes sectores de funcionamento independente:

- Sector norte – a sua drenagem principal faz-se para nascente de Alcabideque.
- Sector central – a drenagem faz-se para a região de Avelar.
- Sector sul – a drenagem faz-se para sul.

A piezometria, em particular as suas variações sazonais, está condicionada pela presença de nascentes cársicas e as grandes oscilações sazonais dos caudais de algumas destas nascentes (ex.: Alcabideque, Figura 2.12) sugerem a ligação a redes de condutas cársicas com baixo poder de regulação, onde os níveis piezométricos têm fortes oscilações ao longo do tempo.



Fonte: Almeida *et al.* (2000)

Figura 2.12 – Evolução do caudal da nascente de Alcabideque

Em termos de ligações hidráulicas com outras massas de águas subterrâneas existe ligação hidráulica com a massa de águas subterrâneas Sicó-Alvaiázere através da nascente de Dueça, comprovada por traçagem resultante de uma difluência de orientação NE-SSW no sector de Chão de Ourique e um escoamento E-W para o Olho de Água de Ansião no sector do Campo. Assim, esta nascente drena estas duas massas de águas subterrâneas através dum importante sistema de drenagem subterrânea.

2.1.2.2.3.8 O11 – Sicó-Alvaiázere

Sistema aquífero cársico, com carsificação desenvolvida, muito heterogéneo, de dupla porosidade e essencialmente livre mas que poderá apresentar-se com áreas confinadas a semi-confinadas nas zonas que tenham cobertura pelos depósitos cretácicos.

Estes depósitos cretácicos poderão funcionar como aquíferos ou mesmo não possuírem permeabilidade vertical significativa, condição que originaria a ocorrência de dois sistemas aquíferos independentes (nestas áreas restritas): (1) um superior, Cretácico, onde os níveis piezométricos não apresentam variações sazonais muito significativas; (2) um inferior, nos calcários jurássicos, com variações sazonais de grande amplitude da piezometria. Nestas condições é de admitir que a drenância, a ocorrer de todo, será reduzida.

A recarga deverá ocorrer em toda a área de afloramento das formações calcárias jurássicas, admitindo-se que as áreas de carso desnudo (lapiás, dolinas, algares, etc.) possam funcionar como áreas preferenciais de recarga. Como qualquer aquífero cársico de carsificação bastante desenvolvida e hierarquizada, apresenta uma grande

heterogeneidade das produtividades, ocorrendo as áreas mais produtivas junto das principais zonas de drenagem.

A circulação subterrânea está organizada em função dum reduzido número de nascentes de caudais elevados, associadas à rede de carsificação subterrânea. Por seu lado estas estruturas cársicas são dependentes das estruturas tectónicas, em especial das redes de fracturação. A piezometria conhecida – que parece manter-se sem tendências evolutivas significativas no tempo, sugerindo uma estabilidade do sistema, embora como seja característico dos sistemas cársicos apresente flutuações muito rápidas e de grande amplitude – sugere a existência de subsistemas independentes, caracterizados por superfícies piezométricas próprias. Pode assim definir-se os seguintes sub-sistemas, com correspondências na morfologia (Almeida *et al.*, 2000):

- Sector Ocidental – correspondente à linha de relevos Sicó-Rabaçal. Pode dividir-se em duas sub-zonas: (1) vertente oeste – tem significativa área de recarga e é descarregada pelas nascentes de Anços, Ourão, Estrada, Caruncho, Arrifana, Nascente da Rainha, etc.; (2) vertente leste – com menor área de recarga, é descarregada pelas nascentes de Alcalamouque, Alvorge e Legação, as quais se localizam quase sempre perto do contacto com calcários margosos menos permeáveis. O facto da nascente da Legação, situada a maior altitude, ter funcionamento mais efémero sugere que se situa acima do actual nível piezométrico mediano, sendo alimentada apenas quando este se eleva, em períodos mais húmidos.
- Sector Oriental – correspondente à linha de relevos serra de Ansião-Alvaiázere. Neste sub-sistema há um decréscimo da piezometria de N para S, sugerindo que o escoamento ocorre em direcção às nascentes mais meridionais (Agroal e Mendacha). No bordo leste ocorre a nascente do Olho do Dueça, perto do contacto com as rochas menos permeáveis da base do Mesozóico; esta nascente está em ligação hidráulica com o Algar da Várzea e depressões situadas a S, através dum complexo de galerias subterrâneas.
- Sector Intermédio – separando os dois sectores acima e estando em larga parte preenchida por sedimentos cretácicos que cobrem os calcários, poderá corresponder à principal área de confinamento das formações carbonatadas e ao “aquífero Cretácico” anteriormente referido.

- Sector Norte – possui várias nascentes com caudais mais modestos sugerindo um funcionamento cársico menos importante, que talvez resulte dum menor desenvolvimento da carsificação.

Em termos de relações hidráulicas com outras massas de águas subterrâneas regista-se a sua conexão com a massa de águas subterrâneas Penela-Tomar, comprovada por ensaios de traçadores (Crispim, 1987), os quais revelaram uma difluência de orientação NE-SSW no sector de Chão de Ourique e um escoamento E-W para o Olho de Água de Ansião no sector do Campo. Poderão ainda estabelecer relações hidráulicas entre a massa de águas subterrâneas Ourém e Sicó-Alvaiázere por intermédio das ribeiras da Sabacheira e do Olival. Estas duas ribeiras são alimentadas pela massa de águas subterrâneas Ourém e entram no maciço de Sicó-Alvaiázere. A relação entre as duas massas de águas subterrâneas poderá ocorrer se estas duas ribeiras cederem água durante o seu percurso ao longo do maciço de Sicó-Alvaiázere. Deve contudo sublinhar-se que nesta fase dos conhecimentos não existem dados suficientes que consubstanciem ou anulem esta hipótese.

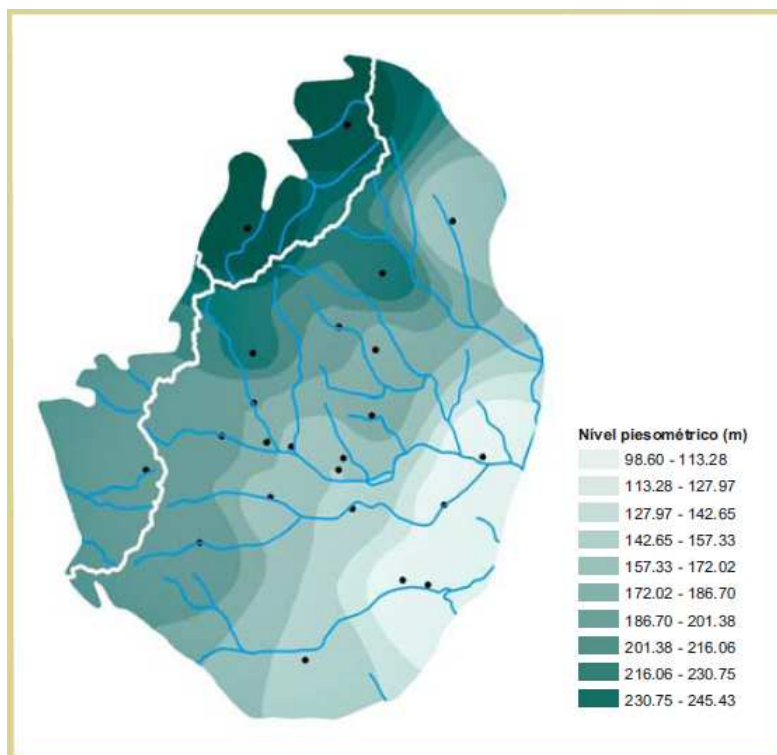
2.1.2.2.3.9 O15 – Ourém

É um sistema aquífero multicamada, de porosidade intergranular, predominantemente confinado, embora nalgumas áreas possa apresentar comportamento semi-confinado. O confinamento é responsável pelas características artesianas, por vezes repuxantes, de numerosas captações. Dado ser um sistema multicamada admite-se que possa ocorrer drenância entre os diferentes níveis aquíferos (ex.: das unidades turonianas para as cretácicas detríticas).

A recarga é directa por infiltração da chuva, devendo ocorrer preferencialmente na área NW do aquífero, mas poderá também ocorrer recarga diferida a partir das formações turonianas, as quais se concentram na zona S do sistema aquífero.

Nascimento (2010) referindo uma campanha de medições de níveis piezométricos elaborada em Setembro de 2007 apresenta as seguintes direcções de fluxo (Figura 2.13):

- Norte da ribeira de Olival – fluxo de NW-SE;
- Sul da ribeira de Olival – fluxo de W-E.



Fonte: Nascimento (2010)

Figura 2.13 – Superfície piezométrica na massa de águas subterrâneas

Verifica-se uma convergência do fluxo para a região de Caxarias, definindo uma área onde é comum encontrar furos com artesianismo repuxante, capazes de debitar cerca de 5 l/s durante todo o ano. Note-se aliás que as zonas mais produtivas se situam no Vale da Caridade e ribeira de Seiça (nas proximidades de Ourém) na região N da bacia de Ourém e na área de Caxarias.

Com base na distribuição das direcções de fluxo Almeida *et al.* (2000) consideram que é possível que ocorra conexão hidráulica entre esta massa de águas subterrâneas e a de Pousos-Caranguejeira.

A sobreexploração do aquífero, verificada nos últimos anos e espelhada pelo rebaixamento dos níveis piezométricos, pode dever-se à acção conjugada dum aumento da exploração e dum possível diminuição da recarga.

A redução dos valores de recarga – plausível em condições de variabilidade/alteração climática – parece ser indiciada pela diminuição acentuada dos valores de precipitação nos meses de Janeiro a Março e uma redução acentuada das normais climatológicas anuais (de cerca 10% da precipitação num período correspondente a quatro normais climatológicas, conforme Nascimento, 2010). Estas condições de sobreexploração

terão, admissivelmente, impactos ao nível da qualidade das águas e dos recursos disponíveis.

2.1.2.2.3.10 O20 – Maciço Calcário Estremenho

Sistema aquífero cársico, livre, com dupla porosidade, muito complexo e heterogéneo, com elevado grau de organização da drenagem subterrânea, constituído por vários subsistemas, cuja delimitação coincide aproximadamente com grandes unidades morfoestruturais que dividem o Maciço Calcário Estremenho, cada um deles relacionado com uma nascente cársica perene.

Este maciço, cuja área está delimitada pela curva de nível topográfico dos 200 m, está dividido nas seguintes unidades (associadas a uma ou mais nascentes cársicas permanentes e várias temporárias), correspondentes a grandes unidades morfoestruturais (Crispim, 2010; Oliveira *et al.*, 2000):

- Serra dos Candeeiros e Plataforma de Aljubarrota, a oeste;
- Planalto de Santo António, no centro-sul;
- Planalto de S. Mamede e a Serra de Aire, a leste.

Entre estas unidades desenvolvem-se corredores deprimidos, sitos entre falhas com direcção noroeste e nor-nordeste, que se cruzam na região de Porto de Mós. Ao longo do primeiro situam-se as depressões de Alvados e Minde; ao longo do segundo desenvolve-se a depressão da Mendiga, cujo bordo oeste é sublinhado pela passagem do acidente diapírico de Fonte da Bica-Porto de Mós.

Neste maciço desenvolve-se um aquífero cársico, livre, de geometria complexa, controlada pela rede de fracturação. Este é um aquífero cársico muito evoluído, com uma drenagem superficial muito escassa e uma drenagem subterrânea elevada; estes dois aspectos revelam elevado grau de organização da drenagem subterrânea (Crispim, 1995). A drenagem do maciço – controlada pela fracturação, litologia e morfologia – é efectuada apenas por 5 nascentes perenes e várias temporárias, em regra com caudais elevados mas com variações muito acentuadas ao longo do tempo. As nascentes que ocorrem no maciço podem ser agrupadas nos seguintes grupos principais (Costa Almeida, comunicação pessoal, *in* Oliveira *et al.*, 2000):

- **Nascentes permanentes, com carácter marcadamente cársico**, isto é, apresentando importantes variações de caudal, podendo este ser muito elevado, sitas na bordadura do sistema, e que no geral estão associadas a redes extensas de galerias. Neste grupo encontram-se as nascentes mais

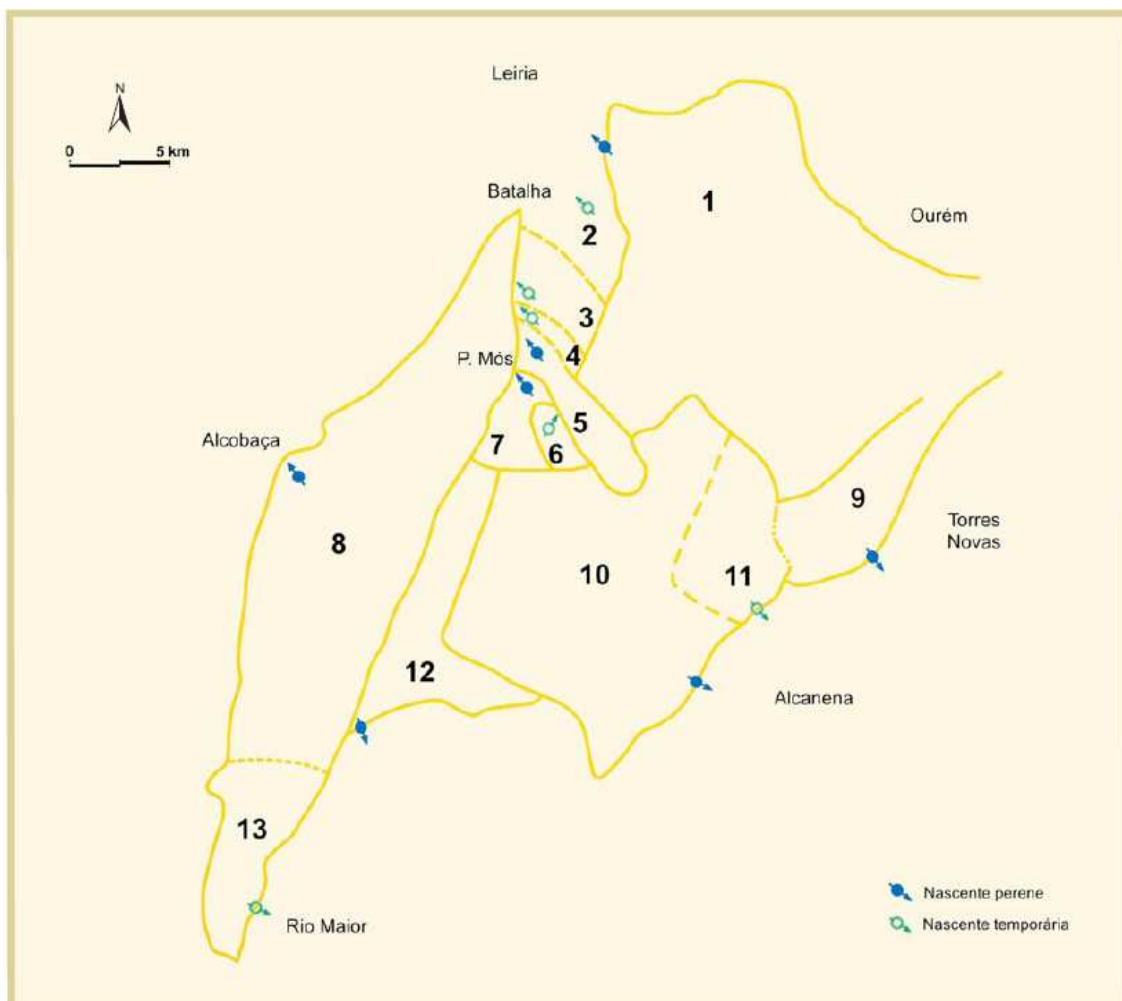
importantes do sistema (Alviela e Almonda) e também nascentes menores, como é o caso da nascente do rio Espinheiro. Estas nascentes associadas a sistemas de grutas descarregam águas que participaram no processo de dissolução das rochas e desenvolvimento das estruturas cársticas a montante. Um exemplo é a nascente do Alviela que descarrega anualmente, cerca de 24 000 toneladas de calcário, correspondentes à escavação de um volume de quase 10 000 m³ de rocha (Almeida, 1992, *in* Almeida, 2009).

- **Nascentes temporárias com carácter marcadamente cárstico**, situadas perto do contacto com rochas menos permeáveis, nos bordos do sistema.
- Nascentes cársticas situadas no interior do sistema.
- **Nascentes com caudal reduzido, temporárias ou permanentes, relacionadas com o epicarso**, ou com pequenos aquíferos suspensos em rochas calcárias com menor potencial de carsificação, por exemplo do Jurássico superior, ou com depósitos detríticos.

A significativa carsificação do maciço leva a que este apresente uma grande heterogeneidade hidráulica, pois os sistemas de fracturas, inicialmente mais aptos à circulação, serão os mais alargados por dissolução, evoluindo no sentido de constituírem eixos principais de drenagem e consequente hierarquização progressiva dos escoamentos. A drenagem é assim caracterizada pela existência de um número reduzido de eixos de drenagem subterrânea ligadas a nascentes, por vezes muito caudalosas, a que se subordinam um grande número de linhas de fluxo de reduzida importância (Costa Almeida, comunicação pessoal, *in* Oliveira *et al.*, 2000). Em consequência ocorre um contraste entre as permeabilidades dos vários sistemas de fracturas (estabelecendo-se uma hierarquização semelhante à de uma rede hidrográfica sub-aérea) e uma grande variação espacial das propriedades hidráulicas (Almeida, 2009). Pode assim admitir-se que este é um sistema aquífero de dupla porosidade definida por: (1) rede de fracturas – rede de colectores com permeabilidade elevada mas capacidade de armazenamento baixa a muito baixa, que desempenham o papel de transportar a água através do maciço até às zonas de descarga; (2) rede de blocos – blocos com permeabilidade baixa mas capacidade de armazenamento considerável (devido à existência de numerosas fissuras e poros de pequenas dimensões) que desempenham o papel de armazenamento da água. A presença destes dois domínios de comportamentos hidráulicos distintos é assinalada pelo regime de escoamento das nascentes cársticas, tendo cada um destes domínios

tempos de esgotamento diferentes (curto para o sistema da rede de fracturas, associado a caudais elevados e de curta duração; prolongado para o sistema de rede de blocos, marcado por caudais mais reduzidos mas com um decréscimo temporal mais lento). Este tipo de distribuição das transmissividades leva a que seja complexa a captação de água através de furos, dado que a água circula essencialmente através de galerias cársticas, por vezes de grande permeabilidade, inseridas em maciços rochosos de permeabilidade muito mais baixa; tal explica porque sondagens realizadas no seu interior têm caudais em geral fracos ou nulos. A distribuição da rede cárstica e das nascentes associadas faz com que os níveis freáticos neste maciço se situem a grande profundidade e portanto, de acordo com os mesmos autores, a forma mais segura de captar estes níveis é realizar as captações junto das áreas de descarga.

As nascentes por onde se fazem as descargas deste sistema estão com frequência associadas a cursos de água que têm, deste modo, origem neste maciço, recebendo as águas da sua drenagem subterrânea. A relação dos fluxos subterrâneos com as bacias hidrográficas dos cursos de água que têm origem no Maciço Calcário Estremenho – e que resultam da sua drenagem pelas nascentes que lhes estão associadas – é apresentada na Figura 2.14 (Crispim, 2009), sendo esta figura, de acordo com o autor, dadas a complexidade do sistema e a inexistência de estudos de traçagem na maior parte do sistema, uma esquematização grosseira. Definem-se assim três bacias hidrográficas, associadas às nascentes principais do maciço, e várias sub-bacias, na sua maioria relacionadas com nascentes temporárias (Crispim, 2009):



Bacias e sub-bacias no Sistema Aquífero do Maciço Calcário Estremenho. Para a Bacia Hidrográfica do Lis: **1** - Lis; **2** - Reixida; **3** - Fonte dos Marcos; **4** - Rio Seco; **5** - Alcaide; **6** - Fórnea; **7** - Lena. Para a Bacia Hidrográfica das Ribeiras do Oeste: **8** - Chiqueada. Para a Bacia Hidrográfica do Tejo: **9** - Almonda; **10** - Alviela; **11** - Vila Moreira; **12** - Alcobertas; **13** - Bocas do Rio Maior

Fonte: Crispim (2010)

Figura 2.14 – Relação entre as nascentes e as bacias do Maciço Calcário Estremenho

- à Bacia Hidrográfica do Lis estão associadas: (1) nascentes do Lis que drenam directamente o bloco de calcários e calcários margosos do Jurássico médio e superior do Planalto de S. Mamede; (2) nascentes de Reixida que drenam, directamente ou através das formações margo-calcárias do Jurássico superior, não só estas formações mas também algumas áreas do Planalto de S. Mamede; (3) nascentes de Fonte dos Marcos e rio Seco, que são também responsáveis pela drenagem de sectores menores dos afloramentos calcalmargosos do Jurássico superior a oeste da falha do Reguengo; (4) nascentes do vale do Alcaide (drenam já sectores do podlje de Alvados); (5) nascentes da

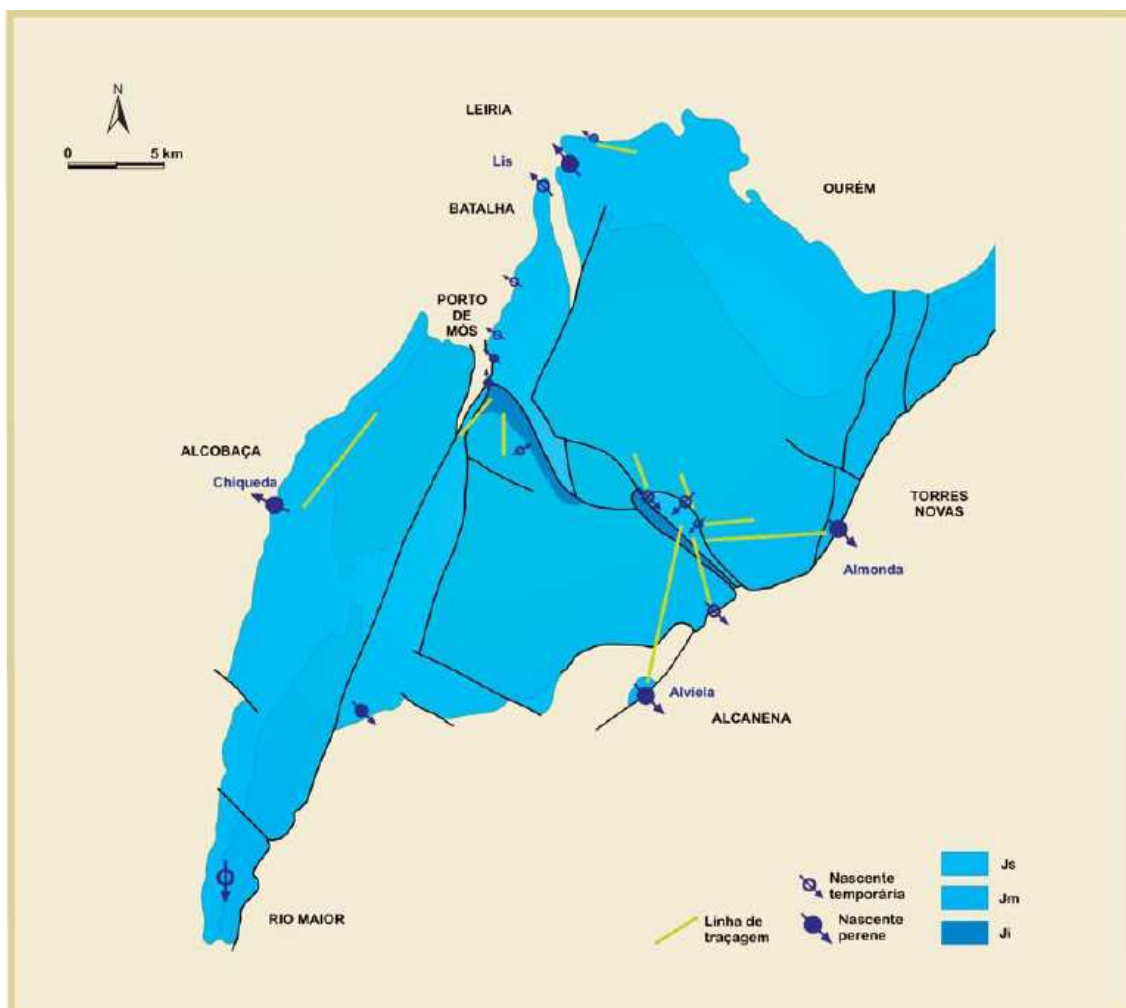
Fórnea, que drenam apenas pequena faixa de terrenos ao longo da Costa de Alvados; (6) nascentes do Lena (de que se destaca a do Olho de Água da ribeira de Cima), recebem águas de uma parte da terminação setentrional do Planalto de Santo António e da parte norte da depressão da Mendiga.

- para as Bacias do Oeste drenam as nascentes de Chiqueda, cuja influência se deve estender a grande parte da Serra dos Candeeiros, com excepção da parte sul.
- as restantes nascentes estão associadas à Bacia Hidrográfica do Tejo: (1) nascente do Almonda, cuja área de drenância, atribuída com base em pressupostos geológicos, não parece em conformidade com o seu caudal e produção anual; (2) nascente dos Olhos de Água do Alviela, que além de drenar grande parte do Planalto de Santo António, estende também a sua influência ao Planalto de S. Mamede, através do Polje de Minde, como comprovam traçagens efectuadas (Crispim, 1986; 1995); (3) nascente de Vila Moreira, que compartilha águas com as nascentes do Alviela e Almonda, como também foi comprovado por traçagens (Crispim, 1995); (4) nascente do Olho de Água de Alcobertas, que drena o bloco de calcários e calcários margosos do Jurássico superior da depressão da Mendiga, embora com caudal reduzido; (5) as várias nascentes das Bocas de rio Maior, às quais deve ser atribuída uma área compreendendo a terminação meridional da Serra dos Candeeiros e a sua continuação para sul sob os sedimentos detríticos mesocenozóicos.
- Considerando mais pormenorizadamente estes fluxos subterrâneos dentro do sistema aquífero, podem definir-se dois domínios:
 - **Vertical** – a faixa de circulação vertical, definida entre as formas de absorção superficial e o nível piezométrico, tem cerca de 400 m de espessura, dando-se a circulação ao longo das zonas carsificadas, da porosidade intrínseca das rochas e dos estilólitos abertos (Manuppella *et al.*, 1985).
 - **Horizontal** – controlado pelas estruturas cársicas, e portanto pela tectónica e outros acidentes estruturais, particularmente ao nível dos poljes. Tipicamente os fundos dos poljes são calcários margosos (Oxfordiano), delimitados a E por calcários batonianos e a W por falhas que põe em contacto margas ou calcários margosos do Liásico inferior, bloqueando a circulação instalada nos calcários (Manuppella *et al.*, 1985). Deste modo, quando no Inverno os níveis de água sobem, ao longo das zonas de falha que servem de barreira à

circulação, podem alcançar a superfície do terreno, dando-se então a inundação do polje, o que depende da altitude a que este se encontra. Em Mira-Minde, (cota de fundo do polje = 190 m) as inundações são periódicas e importantes; em Alvados (cota de fundo = 250 m) as inundações são ocasionais e na Mendiga (cota de fundo = 300 m) as inundações são actualmente inexistentes (Manuppella *et al.*, 1985). Os fluxos no poldje de Minde e na plataforma de Aljubarrota são os seguintes:

- No **Poldje de Minde**, sobranceiro a três nascentes importantes, os ensaios de traçadores mostraram que existe circulação dos sumidouros da depressão do Mindinho, Gruta dos Moinhos Velhos e Algar da Lomba para a nascente do Olho de Mira, a nascente da Pena, a Gruta da Contenda e a nascente do Regatinho (cf. Figura 2.15; Crispim, 2009). Existe também ligação hidráulica do Algar da Arroteia, em Chão das Pias, com uma das nascentes do Lena e ligação hidráulica entre Serro Ventoso (nas proximidades dum lagar de azeite) com outra das nascentes do Lena (Crispim, 2009). As perdas subfluviais da ribeira da Abadia, na zona de Fontes e de Cortes atingem as pequenas nascentes a jusante do mesmo vale e não alcançam as nascentes do Lis (cf. Figura 2.15). Os ensaios de traçadores demonstraram também que há ligação entre o sector sudoeste da região de Minde e a nascente dos Olhos de Água do Alviela, enquanto que o sector sudeste deste poldje conduz as suas águas para a nascente do Almonda, gerando uma divergência de fluxo que ainda não é compreendida (Crispim, 2009). Outro aspecto anómalo de circulação, segundo este autor, é o facto da falha da Costa de Minde, que põe em contacto formações carsificáveis do Jurássico médio e superior com rochas margosas do Jurássico inferior, supostamente impermeáveis, não constituir barreira à circulação subterrânea; esta situação é similar à verificada para os fluxos provenientes de Serro Ventoso, onde se observou que as águas subterrâneas atravessam as falhas da Costa da Mendiga e percorrem o Jurássico inferior até às nascentes do Lena. Outro aspecto invulgar, segundo ainda Crispim (2009) é o da a circulação cársica em condutas independentes, das águas infiltradas no Algar da Arroteia, e que se dirigem apenas para uma das várias nascentes do Lena sem distribuir águas pelas restantes nascentes situadas bastante próximo.
- Na **plataforma carsificada de Aljubarrota** os ensaios de traçadores mostraram que as águas que se infiltram no sumidouro do Algar do Covão –

sito a sul de Pedreiras, na ribeira que percorre temporariamente o Vale do Mogo – reaparecem a jusante nas nascentes de Chiqueda, voltando a juntar-se à ribeira após um percurso subterrâneo (cf. Figura 2.15; Crispim, 2009).



Fonte: Crispim (2009)

Figura 2.15 – Direções de fluxo subterrâneo obtidas por ensaios de traçadores

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

2.1.2.2.3.11 O26 – Ota-Alenquer

Este é um sistema aquífero cársico, admissivelmente de dupla porosidade e livre, que é descarregado por um conjunto de nascentes (de que as mais importantes se situam

na Ota e em Alenquer) as quais estarão associadas à rede cárstica e fazem a regulação hídrica do sistema, constituindo-se na sua descarga natural.

A recarga faz-se por infiltração directa na área de afloramento do sistema aquífero. Admite-se contudo que este aquífero receba igualmente recarga a partir da Serra de Montejunto, dado que os volumes de recarga por infiltração directa na área do sistema aquífero são bastante inferiores aos das extracções, que se mantêm em regime sustentado; o facto do regime de exploração parecer estar em regime sustentado é sugerido pela existência de nascentes que entram periodicamente em funcionamento, constituindo-se num mecanismo de regulação natural do sistema aquífero.

Deste modo, admite-se que existe conexão hidráulica entre esta área aflorante e os calcários do Jurássico médio e superior da Serra de Montejunto. A natureza fortemente carsificada desta Serra sugere que esta seja uma zona de recarga e circulação subterrânea intensa e a ausência de exurgências a ela associadas sugere que poderá haver transferência destes fluxos para outras áreas aquíferas.

As determinações de trítio nas águas da massa de águas subterrâneas Ota-Alenquer, sugerindo uma mistura entre águas recentes (de infiltração local) e águas de proveniência mais longínqua, apontam igualmente para uma ligação possível com a Serra de Montejunto (Almeida *et al.*, 2000). Deste modo poderia sugerir-se um fluxo dominante de NW para SE entre a Serra de Montejunto e o sector de Ota-Alenquer.

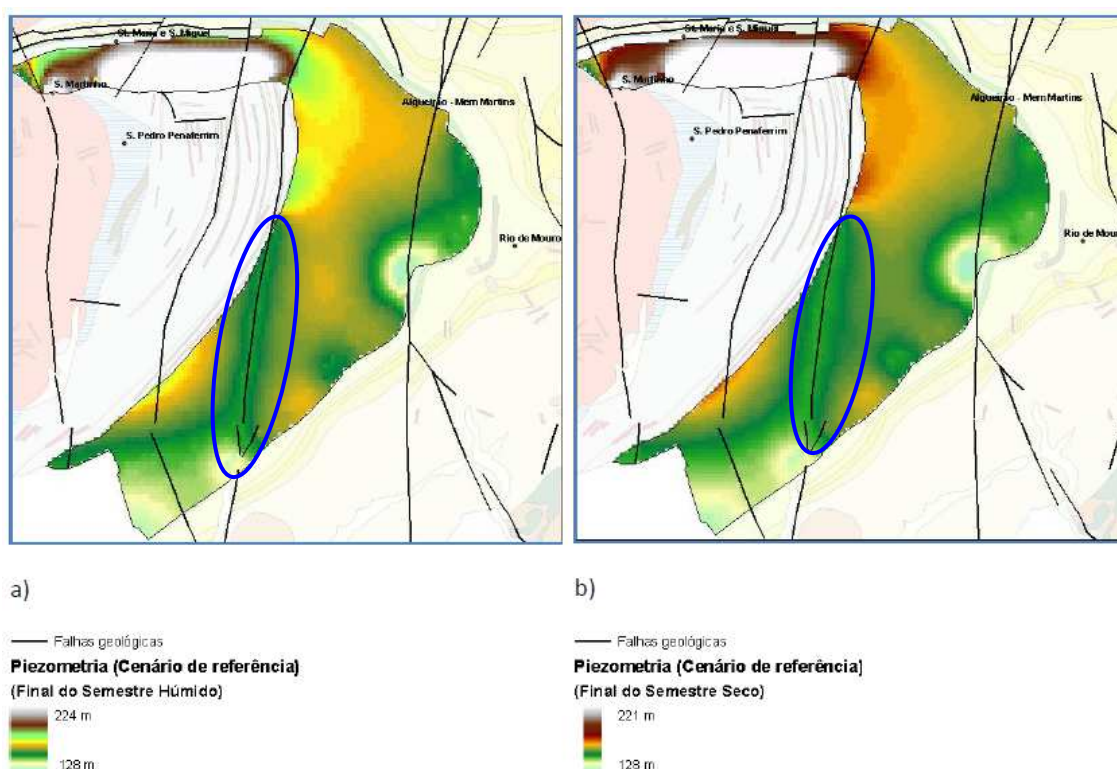
2.1.2.2.3.12 O28 – Pizões-Atrozela

Este é um sistema aquífero cárstico, admissivelmente de dupla porosidade e confinado, desenvolvido numa região estruturalmente complexa, estando as unidades aquíferas afectadas por fracturação intensa que muitas vezes está preenchida por filões.

A carsificação – passível de formar lapiás e outras estruturas de dissolução superficial e cavidades subterrâneas (ex.: grutas) – é controlada pela fracturação, admitindo-se que não esteja muito desenvolvida. Deste modo a fracturação e a carsificação controlam as direcções e áreas preferenciais de fluxo subterrâneo, podendo as cavidades cársticas subterrâneas funcionar também como reservatórios (Almeida *et al.* 2000). A fracturação e a rede filoneana tenderão a compartimentar o sistema aquífero em blocos com funcionamentos semi-independentes, tendo as fracturas dois comportamentos hidrogeológicos distintos:

- Se preenchidas por filões ou materiais pouco permeáveis – funcionam como barreiras à circulação (o mesmo é verificando para os filões) isolando ou semi-solando hidráulicamente os blocos que delimitam.
- Se preenchidas com materiais permeáveis ou sem preenchimento – funcionam como zonas preferenciais de fluxo.

Com base em Oliveira *et al.* (2010) as piezometrias de referência no aquífero de Pisões-Atrozela na área do concelho de Sintra sugerem um sentido geral de escoamento para Este e Sul e em direcção à falha assinalada na Figura 2.16, que parece ser zona de escoamento preferencial para S. O fluxo far-se-á igualmente em direcção à zona de exurgências de Atrozela.



Fonte: <http://siam.fc.ul.pt/siam-sintra/pdf/RecursosHidricos.pdf>

Figura 2.16 – Superfícies piezométricas para a época húmida e a época seca no sector oriental da massa de águas subterrâneas

Existe uma significativa variação sazonal da piezometria – como é típico de aquíferos cársicos – o que é assinalado tanto na Figura 2.16, como nas observações nas captações do concelho de Cascais.

Nas formações cretácicas, e ainda em termos de piezometria, Ramalho *et al.* (1993) referiram situações de artesianismo repuxante, o que sugere condições locais de confinamento.

A recarga faz-se por infiltração directa da precipitação.

As principais áreas de descarga correspondem às exurgências de Atrozela, sitas a NW desta povoação, na vertente N do sinclinal de Alcabideche, na margem N da ribeira da Penha Longa; outras áreas de descarga correspondem a nascentes dispersas, de menor importância (ex.: região de Sintra-Abrunheira). A regulação natural do sistema é realizada através destas exurgências, que se admite possam ter significativas variações de caudal, como é próprio de exurgências associadas a redes cársticas.

Reflectindo possivelmente a compartimentação em diferentes blocos, a produtividade ao longo do sistema aquífero é variável, sendo as formações cretácicas da região de Cascais aquíferos irregulares; a drenagem destas formações alimenta diversas nascentes e exurgências.

Ramalho *et al.* (1993) sugere a existência de aquíferos profundos e superficiais nas formações jurássicas – o que a ser verdade conferiria a este sistema um carácter multi-camada – ocorrendo os superficiais a partir dos 30 m de profundidade.

2.1.2.2.3.13 T01RH5 - Bacia do Tejo - Sado Indiferenciado da Bacia do Tejo

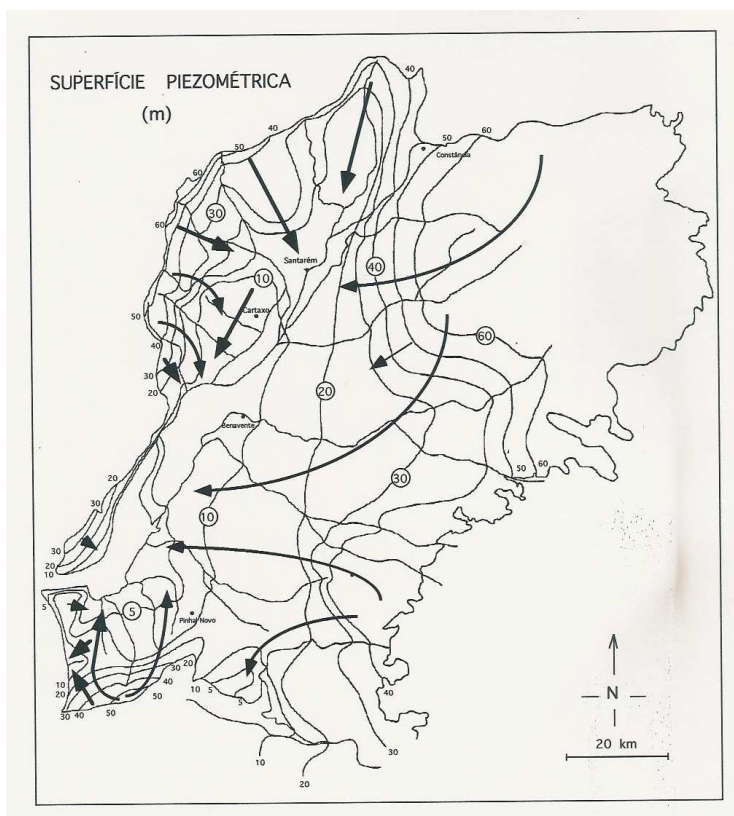
Constitui uma faixa extensa e estreita, por vezes descontínua, que em grande parte da sua extensão faz a transição entre as grandes massas de águas subterrâneas da Margem Esquerda e do Maciço Antigo Indiferenciado da Bacia do Tejo.

2.1.2.2.3.14 T1 - Bacia do Tejo-Sado /Margem Direita

É um sistema aquífero multicamada, de porosidade intergranular, onde se individualizam duas unidades aquíferas predominantemente confinadas ou semi-confinadas, passando a livres na parte superior, embora tal não possa ser generalizado a toda a área: (1) Calcários de Almoster – definem um aquífero carbonatado, localmente carsificado (carsificação pouco desenvolvida), que pode não ocorrer nalguns sectores do sistema aquífero; (2) Arenitos da Ota – unidade aquífera mais profunda, desenvolvida em rochas detríticas. Este aquífero tem fronteiras impermeáveis a W e N, com admissíveis locais de alimentação lateral, admitindo-se uma barreira hidráulica ao longo da fronteira oriental, que coincide com o traçado do Tejo.

Em termos de transmissividades o sistema é anisotrópico, variando de N para S e de E para W, com redução da permeabilidade para N de Santarém e próximo da bordadura ocidental do sistema aquífero. Existe confinamento, possuindo os níveis aquíferos confinados e semi-confinados relações complexas em termos de fluxos e piezometria, verificando-se que na zona central da bacia (área subjacente às aluviões) o potencial hidráulico era – em regime natural – superior ao do aquífero aluvionar (dando origem a situações de artesianismo por vezes repuxante) e aumentava com a profundidade.

Em termos de fluxo pode definir-se um fluxo em regime natural que procede das regiões mais elevadas do bordo da bacia para o Tejo, o que lhe confere uma direcção genérica de NW para SE. Simões (1998) apresenta para a generalidade da bacia terciária do Tejo e para os níveis mais superficiais (até 50 m de profundidade), um mapa de piezometria e respectivas direcções de fluxo associadas (Figura 2.17).



Fonte: Simões (1998)

Figura 2.17 – Piezometria da bacia terciária do Tejo

O fluxo das unidades terciárias descarrega igualmente para as aluviões, por drenância ascendente (Mendonça, 2009) o que parece ser reflectido no zonamento do quimismo das águas. A falha do Tejo, e a sucessão litológica a ela associada, definem uma

barreira à circulação, que individualiza a Margem Direita da Margem Esquerda e provoca a ascensão dos fluxos na zona central da bacia. Localmente as direcções de fluxo podem ser distintas das regionais acima citadas, como é por exemplo o caso entre Pernes e Vila Nova da Rainha, onde o fluxo apresenta uma direcção N-S (Simões, 1998) ou na Ota, onde o fluxo nas unidades confinadas é para S ou ESE (Lobo Ferreira *et al.*, 2008).

Na prática concebem-se 3 tipos de escoamentos (Mendonça, 2009; Oliveira, 2009): (1) **local** – escoamentos pouco extensos, com predomínio dos sentidos de fluxo descendentes e laterais. As áreas de descarga são as linhas de água adjacentes e as de recarga são os interflúvios; (2) **intermédio** – com uma maior extensão dos fluxos horizontais, dado cobrirem uma maior área do sistema aquífero, podem incluir uma ou mais bacias dos tributários principais, têm ainda uma componente vertical mais ou menos significativa. As áreas de descarga são linhas de água sitas a alguma distância das zonas de recarga (sitas em regiões de interflúvio); (3) **profundo** – são fluxos extensos, com circulação à escala da bacia, onde se podem individualizar muito bem três áreas ou zonas de escoamento: a recarga onde o fluxo é descendente, a intermédia ou de transferência e a de descarga com fluxos ascensionais, que corresponde às áreas adjacentes ao grande eixo drenante (rio Tejo) e ao nível de base da bacia hidrográfica (nível médio no Oceano Atlântico).

Este regime natural de fluxo é contudo afectado em numerosas áreas devido à exploração do sistema aquífero, pelo que o sentido do fluxo está invertido, nomeadamente na parte central, onde o potencial hidráulico no sistema aluvionar se tornou superior ao potencial hidráulico na parte superior do sistema aquífero terciário (Mendonça, 2009).

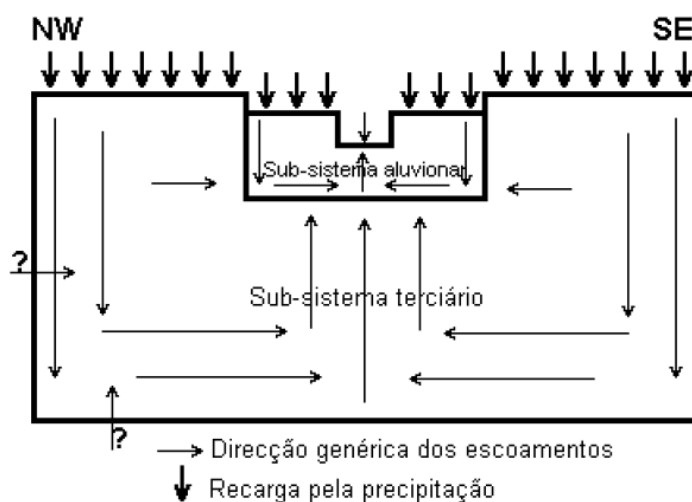
Em termos de recarga, este sistema aquífero é recarregado pela precipitação, pela infiltração a partir dos cursos de água que atravessam o sistema aquífero e por eventual recarga lateral proveniente das formações do Maciço Calcário Estremenho e dos calcários de Ota e Alenquer (PNUD, 1980; GESTÁGUA, 1996; Simões, 1998 *in* Mendonça, 2009). Almeida *et al.* (2000) considera no entanto que tal recarga será pouco importante devido à ocorrência de formações com permeabilidades baixas (ex.: Grés de Monsanto) na base da sequência sedimentar terciária.

As unidades aquíferas semi-confinadas e confinadas são naturalmente recarregadas por drenância a partir das unidades mais superficiais, quando os potenciais hidráulicos destas formações são superiores, ou a partir da infiltração de água da chuva em áreas

onde estas formações afloram. A distribuição e características das zonas de descarga são controladas pela tectónica, litologia e topografia.

Há ligação hidráulica entre este sistema aquífero e a zona do estuário do Tejo, expressa pela ocorrência de fenómenos de intrusão salina nas zonas de Alverca, Alhandra, Vila Franca de Xira e Azambuja.

Na Figura 2.18 é apresentada uma esquematização do modelo conceptual de circulação nesta massa de águas subterrâneas (metadeNW), que engloba o conjunto das massas de águas subterrâneas Aluviões do Tejo e Margem Esquerda.



Fonte: Mendonça (2010)

Figura 2.18 – Modelo conceptual de funcionamento da massa de águas subterrâneas

2.1.2.2.3.15 T3 - Bacia do Tejo-Sado /Margem Esquerda

Este sistema aquífero é constituído por uma sucessão de unidades detríticas, com frequentes variações laterais e verticais de fácies, o que dá origem a um sistema aquífero poroso, multicamada, complexo, constituído por uma alternância de unidades aquíferas separadas entre si por unidades de comportamento aquífero a aquífero, definindo deste modo uma sucessão de aquíferos confinados a semi-confinados, passando a níveis livres na zona mais superficial. Nalgumas regiões, devido à complexidade da sucessão litológica – e também estrutural – ocorre predominância das unidades aquíferas ou, em oposição das unidades aquíferas a aquíferas. Noutras é possível individualizar um sistema aquífero superficial livre com alguma importância em área (ex.: península de Setúbal, embora nesta zona seja pouco explorado devido à fraca qualidade das suas águas e produtividade inferior à dos aquíferos confinados subjacentes).

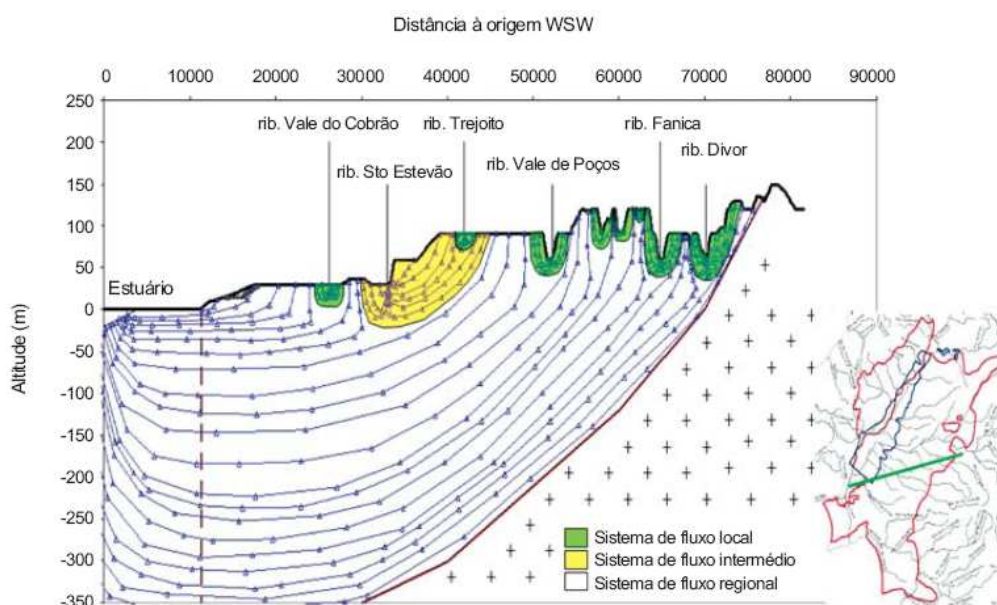
Na Península de Setúbal o aquífero livre principal é constituído por unidades arenosas intercaladas por camadas areno-argilosas e argilo-siltosas, muitas vezes lenticulares, mas que podem nalguns casos ter extensão suficiente para suportarem pequenos aquíferos suspensos; este aquífero desenvolve-se em litologias de idade plio-quadernária. Subjacentemente desenvolve-se a sucessão de aquíferos confinados a semi-confinados correspondentes às formações pliocénicas que não fazem parte do aquífero livre e miocénicas.

Em zonas de estuário onde possam ocorrer estas zonas de não confinamento ou semi-confinamento, e que estejam sujeitas a sobreexploração, criam-se condições para a ocorrência de intrusão salina e contaminação dos níveis aquíferos inferiores a partir de águas salinizadas em níveis superiores.

Os limites Norte e Orientais são definidos pela fronteira com a massa de águas subterrâneas Orla Indiferenciada do Tejo-Sado. A Noroeste o limite é definido pelo rio Tejo e falha do Tejo, pois admite-se que este rio, assim como a referida falha, constituam divisórias hidráulicas. A Oeste e Sul os limites fazem-se na zona litoral e de estuário. Almeida *et al.* (2000) consideram que os limites na zona litoral são mal conhecidos dado a sucessão litoestratigráfica e as características estruturais na zona litoral não serem conhecidas com o detalhe necessário para definir o funcionamento das unidades aquíferas nesta região, em especial no que concerne às descargas (volumes e localização) e/ou zonas de barreira hidráulica.

O fluxo tem uma componente vertical entre as várias unidades aquíferas, que é porém subordinada à circulação horizontal. Em termos de extensão e predomínio do fluxo horizontal sobre o vertical é possível definir-se 3 tipos de fluxo (Figura 2.18 e Figura 2.19, Mendonça, 2009; Oliveira, 2009): (1) **Local** – fluxos pouco extensos cujas áreas de descarga são as linhas de água adjacentes (as áreas de recarga são os interflúvios), onde os sentidos descendentes dominam sobre os laterais; (2) **Intermédio** – escoamentos que podem incluir uma ou mais bacias dos tributários principais, tendo um maior domínio dos fluxos horizontais e cuja descarga tipicamente não se faz no curso de água mais próximo da zona de recarga; (3) **Regional** – escoamentos extensos e profundos, com circulação à escala da bacia, onde se podem individualizar a zona de recarga onde o fluxo é descendente, a zona intermédia ou de transferência, com fluxo predominantemente horizontal, e a zona de descarga com fluxos ascensionais, que corresponde às áreas adjacentes ao grande eixo drenante (rio Tejo) e ao nível de base da bacia hidrográfica (nível médio no Oceano Atlântico).

As direcções de escoamento à escala regional são apresentadas em Simões (1998) com base nas medições dos níveis piezométricos medidos em furos com profundidades inferiores ou iguais a 50 metros (Figura 2.19). Esta piezometria, que se pode considerar como representativa das condições naturais para as unidades aquíferas mais superficiais, tem localmente modificações significativas, marcadas por rebaixamentos devidos a condições de sobreexploração.



Fonte: Oliveira (2009)

Figura 2.19 – Modelo esquemático do funcionamento hidráulico do sistema aquífero da Bacia do Tejo-Sado, Margem Esquerda

A recarga natural ocorre ao longo de toda a área do sistema aquífero. As unidades aquíferas semi-confinadas e confinadas são recarregadas por drenância a partir das unidades mais superficiais, quando os potenciais hidráulicos destas formações são superiores, ou a partir da infiltração de água da chuva em áreas onde estas formações afloram. Outras origens da recarga são a infiltração nas linhas de água, a drenância a partir das unidades aluvionares sobrejacentes e a infiltração por perdas ou excedentes de irrigação.

Em regime de condições naturais – antes do início da exploração na década de 1970 – a piezometria dos níveis mais profundos, na zona central da bacia, situava-se acima da dos níveis superficiais, tendendo a aumentar à medida que a profundidade dos aquíferos aumentava sendo inclusive superior ao potencial hidráulico das Aluviões do Tejo e à superfície topográfica (Mendonça *et al.*, 2004; Amaral *et al.*, 2009; Mendonça, 2009).

A exploração do sistema aquífero alterou o sentido do fluxo em muitas áreas da bacia, tendo por vezes ocorrido a sua completa inversão, como na parte central da bacia, onde o potencial hidráulico no sistema aluvionar é actualmente superior ao potencial hidráulico na parte superior do sistema aquífero da Margem Esquerda, ocorrendo fluxo não em sentido ascendente mas descendente (das aluviões para as unidades subjacentes). Por vezes a sobreexploração origina contudo fluxos ascendentes, como ocorre na região da Margueira (Almada).

Nas zonas de interface com a água salgada a alteração das piezometrias devido à sobreexploração pode induzir não apenas o avanço da cunha salina mas igualmente uma contaminação vertical dos diferentes níveis aquíferos. Dependendo das condições hidráulicas de cada região, esta contaminação vertical pode realizar-se por drenância da água salgada a partir das zonas de estuário e do aquífero superficial, ou por drenância vertical ascendente de águas de pior qualidade provenientes das unidades aquíferas inferiores.

2.1.2.2.3.16 T7 – Aluviões do Tejo

Este é um sistema aquífero de porosidade intergranular, livre e multicamada, passando lateralmente a confinado/semi-confinado, como sugere a variabilidade dos coeficientes de armazenamento e a ocorrência de algumas captações que à data da sua execução apresentavam artesianismo repuxante. Simões (1998), por exemplo, considera que, em função das características litológicas da sucessão de sedimentos, na zona de montante ocorre um único aquífero livre, que para a zona vestibular se vai subdividir e individualizar devido à natureza argilo/siltosa das diversas intercalações que nas distintas profundidades podem ocorrer, dando origem a uma sucessão de aquíferos semi-confinados e confinados.

De acordo com Lopo Mendonça (1990) o sistema aquífero pode ser dividido em 3 unidades da mais superficial para a mais profunda: (1) areias com alternâncias de lodos, (2) lodos e (3) areias e cascalheiras, cada um com a sua superfície piezométrica específica.

Segundo Simões (1998) e Almeida *et al.* (2000), o Tejo comporta-se como o grande eixo longitudinal de drenagem do sistema aquífero, a que se associam, para a drenância das camadas mais superficiais do sistema aquífero, a vala de Alpiarça e o rio Sorraia na margem esquerda, e a vala da Azambuja na margem direita. Esta tendência de fluxo é também seguida pelas unidades intermédias sitas entre as areias mais superficiais e as areias e cascalheiras de base (Lopo Mendonça, 1990). De

acordo ainda com Simões (1998), Almeida *et al.* (2000) nas camadas mais superficiais de interflúvio da margem esquerda do Tejo o escoamento é local, de percurso reduzido, dando-se para os vales que delimitam estas zonas de interflúvio. Existe uma forte ligação hidráulica entre o Tejo e o aquífero, a qual é manifestada pela influência do nível de água no rio sobre os níveis hidrostáticos do aquífero (Lopo Mendonça, 1990; Mendonça, 2009).

Almeida *et al.* (2000) particularizam que o escoamento das camadas superficiais do sistema aquífero se dá em gradiente relativamente elevado nas áreas cobertas pelos depósitos de terraços, mas na zona baixa aluvionar este gradiente é baixo, sito entre 10^{-5} e 10^{-4} nas proximidades da lezíria de Vila Franca de Xira; por seu lado nas cascalheiras de base o gradiente hidráulico é sempre muito baixo.

A recarga dá-se principalmente por infiltração directa a partir da precipitação, a que se associam a recarga proveniente das águas das formações miocénicas e pliocénicas subjacentes (correspondente à descarga das massas de águas subterrâneas da Margem Esquerda e da Margem Direita), recarga por infiltração a partir das linhas de água e por perdas ou excedentes de regadio.

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 pendor 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 Maciço Antigo indiferenciado da Bacia do Tejo

2.1.2.3.2.1 Evolução dos níveis piezométricos

Não existem séries de níveis piezométricos nesta massa de águas subterrâneas. Os únicos dois pontos fornecidos pela ARH pertencentes à rede actual de piezometria, com números de inventário 396/235 e 397/167 estão situados na massa de águas subterrâneas A4 – Estremoz – Cano, pelo que aí são analisados.

2.1.2.3.3 Escusa

2.1.2.3.3.1 Evolução dos níveis piezométricos

Os cinco pontos de monitorização da massa de águas subterrâneas A2 – Escusa são os identificados na

Figura 2.20.

A totalidade das séries de dados pode ser visualizada na Figura 2.21. Existem dados relativamente a quatro anos hidrológicos, todos eles incompletos, com uma lacuna grande entre Junho de 2007 e Dezembro de 2009, e existindo apenas três registos do ano hidrológico de 2010 (até Fevereiro). Devido a estas lacunas, apesar de se ter desenhado rectas de tendência na figura, as tendências não reflectem a tendência de evolução dos níveis uma vez que as rectas traçadas estão condicionadas pela inexistência de valores após Fevereiro de 2010. Valores mais recentes, com a

diminuição expectável dos níveis nos meses mais secos faria diminuir a tendência apontada.

Dada a inexistência de anos hidrológicos aproximadamente completos, não se faz a análise dos valores máximos, mínimos e médios de cada ano hidrológico.

Em conclusão, e apesar do andamento temporal das séries temporais ser relativamente semelhante (apesar de se detectarem comportamentos diferenciáveis a escalas temporais mais detalhadas, como mostrado em Monteiro, 2001), os diferentes sectores dos sistemas apresentam alguma independência, pelo que a existência de problemas, como a sobreexploração nalguns sectores, não se reflecte de forma facilmente mensurável noutros.

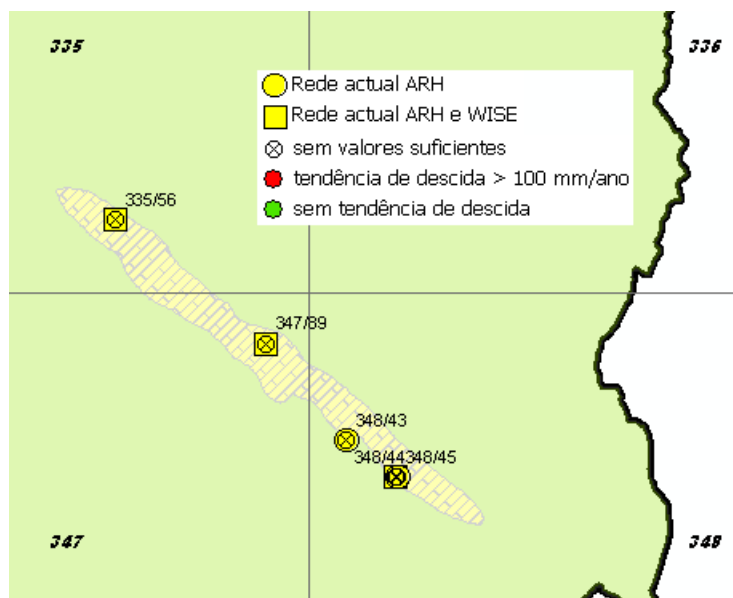


Figura 2.20 – Distribuição dos pontos da rede de monitorização na massa de águas subterrâneas de Escusa

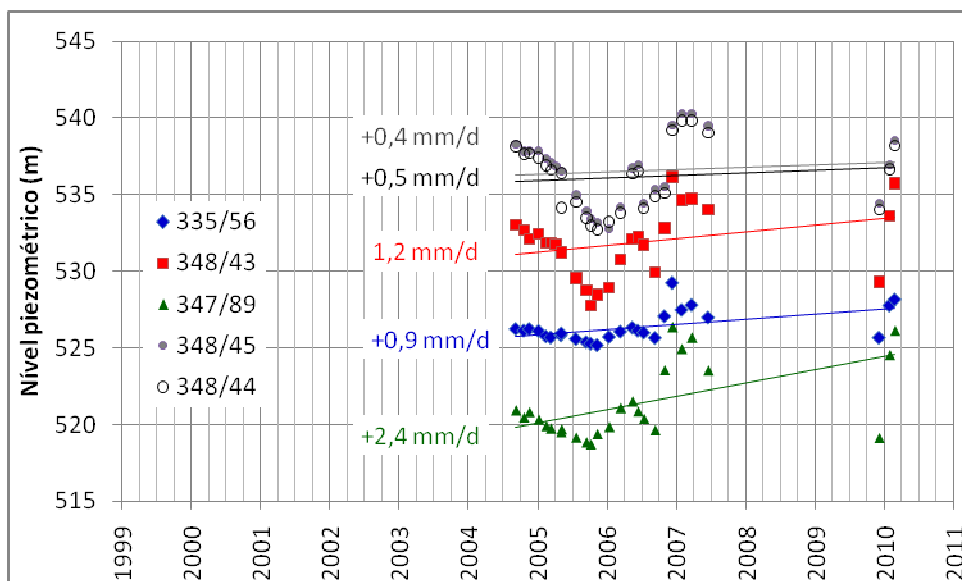


Figura 2.21 – Níveis piezométricos por piezômetro e tendências obtidas utilizando a totalidade das séries. Note-se que devido à distribuição temporal dos valores projectados as tendências não são representativas

2.1.2.3.4 Monforte – Alter do Chão

2.1.2.3.4.1 Evolução dos níveis piezométricos

Os três pontos de monitorização da massa de águas subterrâneas A3 – Monforte-Alter do Chão são os identificados na Figura 2.22.

A totalidade das séries de dados pode ser visualizada na Figura 2.23. Os piezómetros 370/5 e 384/103 apresentam registos horários desde Outubro de 2001 a Outubro de 2002. Após este período, o piezómetro 384/103 apresenta três registos em 2009/10 e o piezómetro 370/5 não apresenta mais registos. Por sua vez o piezómetro 375/45 só apresenta 4 registos, desde 2008. Esta escassez de dados não permite qualquer conclusão acerca de tendências dos níveis piezométricos.

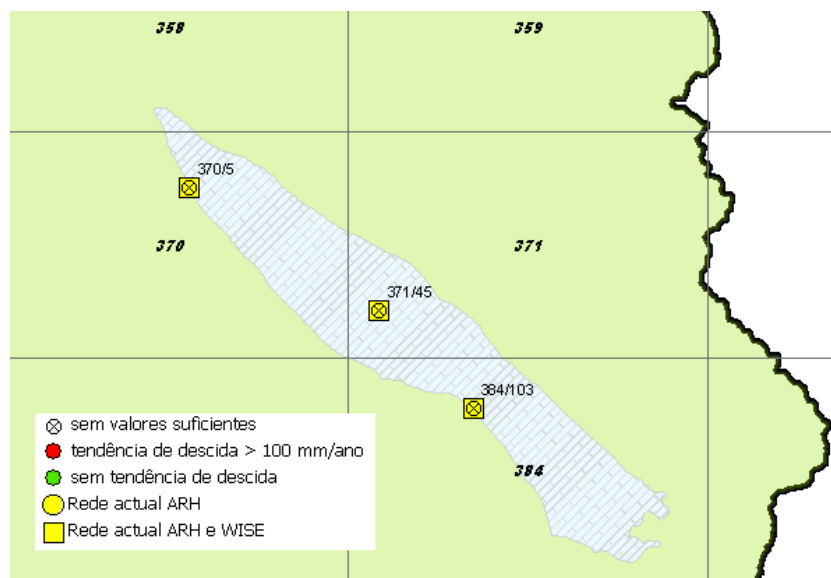


Figura 2.22 – Distribuição dos pontos da rede de monitorização na massa de águas subterrâneas de Monforte-Alter do Chão

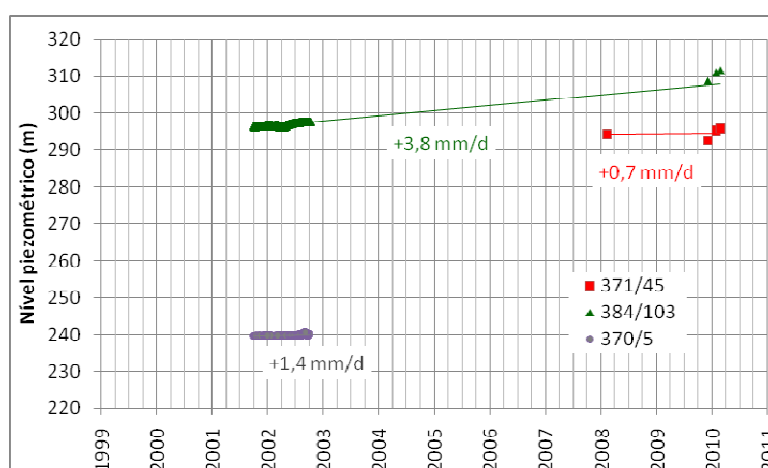


Figura 2.23 – Níveis piezométricos por piezómetro e tendências obtidas utilizando a totalidade das séries. Note-se que devido à distribuição temporal dos valores projectados as tendências apresentadas não são representativas

2.1.2.3.5 Estremoz-Cano

2.1.2.3.5.1 Evolução dos níveis piezométricos

Os pontos de monitorização da massa de águas subterrâneas A4 – Estremoz-Cano são os identificados na Figura 2.24.

A totalidade das séries de dados pode ser visualizada na Figura 2.25. As muitas lacunas de registos mensais inviabilizam a análise de máximos anuais das séries. Quando, com os dados existentes, se tem o máximo anual, muitas vezes falta um ou os dois meses adjacentes (mês anterior e mês seguinte) àquele que tem o valor

máximo. Por exemplo, muitas vezes há o registo do mês de Janeiro mas faltam os de Dezembro e de Fevereiro. Assim esta análise é inviável, desejando-se que no futuro a monitorização possa ser feita mensalmente. A Figura 2.26 representa os valores máximos anuais que se consideraram a partir da análise da informação existente. Somente o piezómetro 397/87 apresenta quatro registos, permitindo tentar uma recta de tendência; contudo dado que o último ano hidrológico com informação é o de 2006/2007, não se considera esta tendência.

Dados os factos apresentados faz-se uma análise com base na totalidade das séries de dados, sendo que esta análise pode estar enviesada devido à falta de muitos registos, e devido à lacuna de dados em todas as séries deste Outubro de 2007 até Dezembro de 2009 ou Janeiro de 2010, sendo que os dois ou três registos após Dezembro de 2009 se referem a águas altas e, por estarem distanciados por mais de dois anos relativamente aos restantes elementos da série, podem condicionar as tendências. Levando em conta estes factos, refira-se que das nove séries observadas com registos recentes, somente a série do piezómetro 426/347, com registos desde 1998, apresenta uma ligeira tendência de descida.

Os dados existentes não indiciam descida dos níveis piezométricos desta massa de águas subterrâneas.

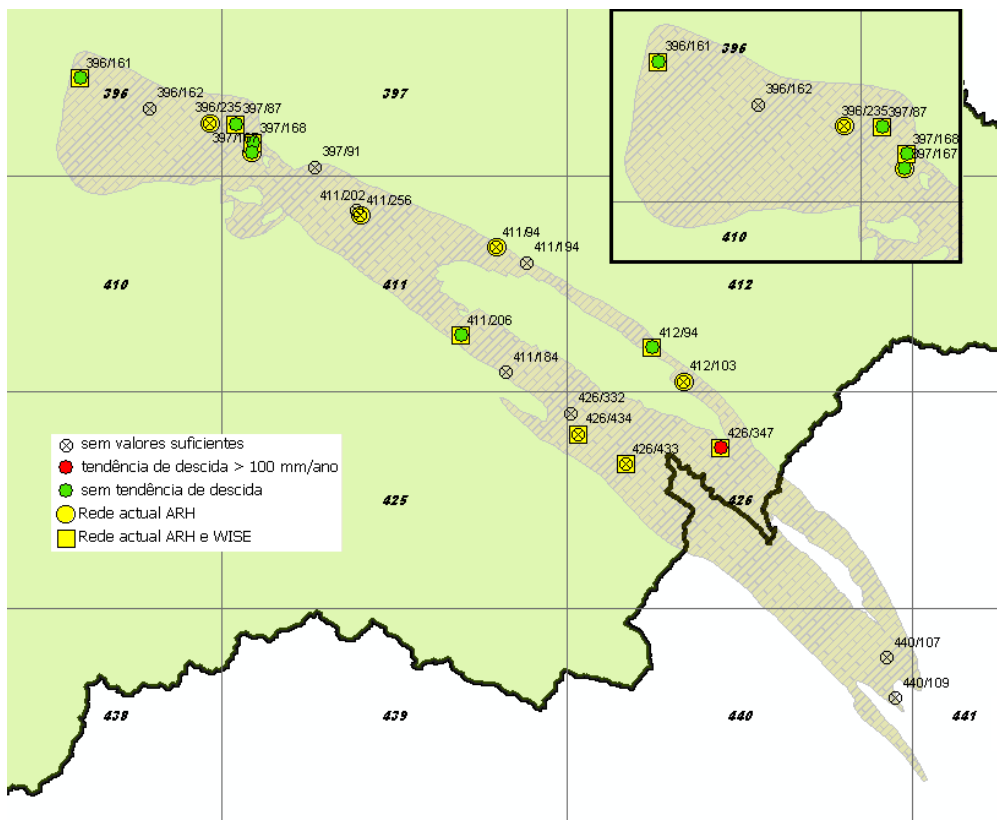


Figura 2.24 – Distribuição dos pontos da rede de monitorização na massa de águas subterrâneas de Estremoz-Cano

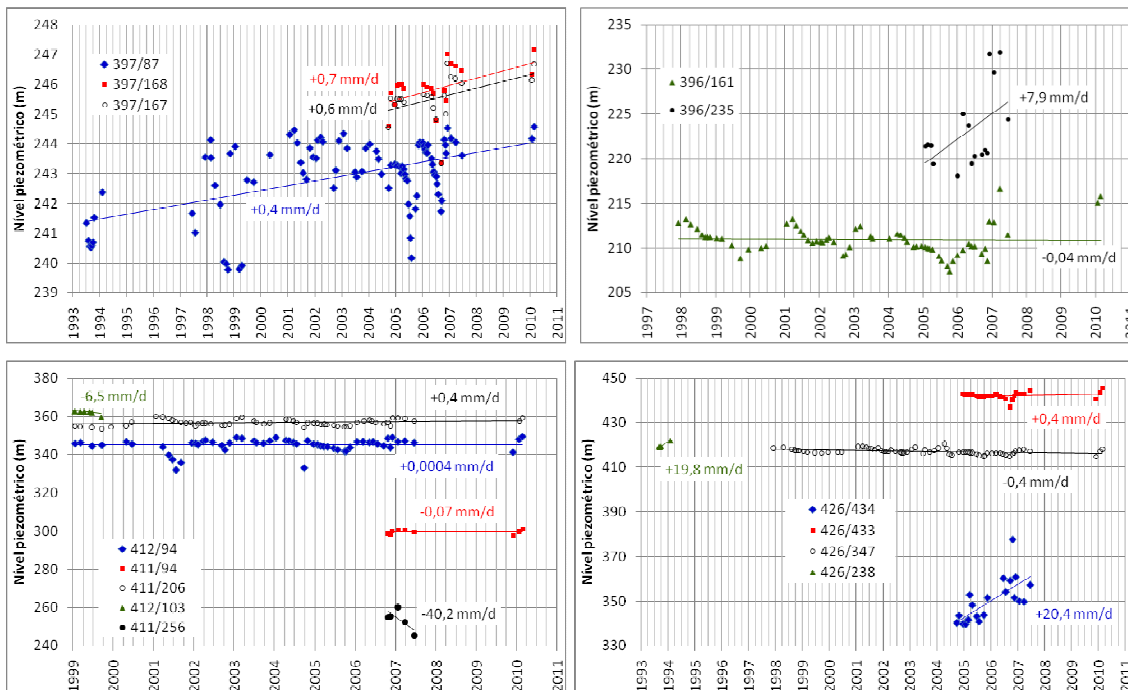


Figura 2.25 – Níveis piezométricos por piezômetro e tendências obtidas utilizando a totalidade das séries. Note-se que devido à distribuição temporal dos valores projectados as tendências apresentadas não são representativas

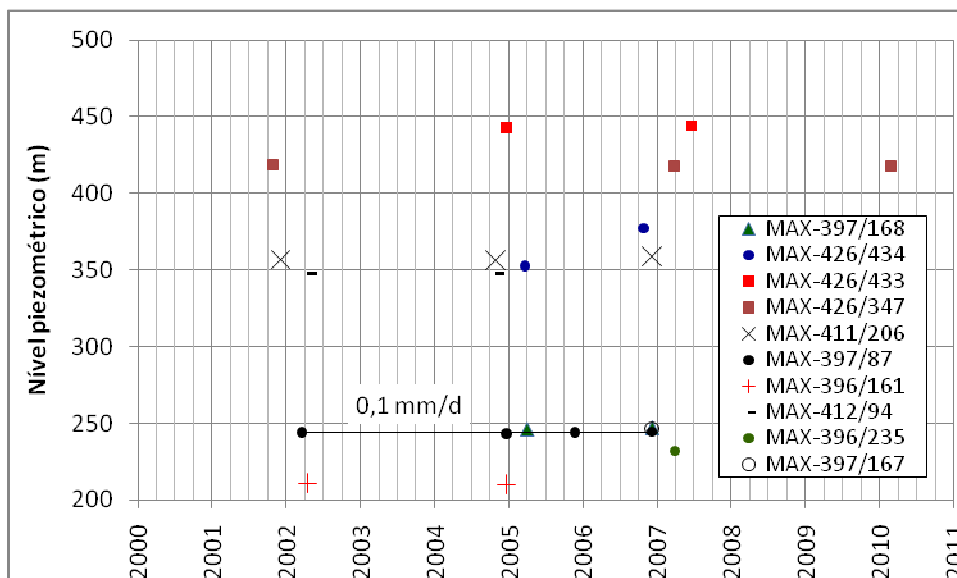


Figura 2.26 – Níveis piezométricos anuais máximos por ano hidrológico e tendências de evolução. Dado a curta série utilizada e a ausência de dados recentes para o piezómetro 397/87 a tendência apresentada não se considera significativa

2.1.2.3.5.2 Evolução espaço-temporal da recarga

A série de precipitação diária usada nesta massa de água corresponde aos dados da estação meteorológica de Estremoz (20L/01), cujas lacunas não preenchidas com os dados das estações de Casa Branca (20K/02UG), Sousel (20K/01UG) e Vila Viçosa (21M/01UG), tendo em conta a relação das médias entre estas estações e a de Estremoz para um mesmo intervalo temporal.

A série de evapotranspiração de referência mensal usada corresponde à calculada para a estação meteorológica de Évora, desde o início do ano hidrológico de 1959 até ao ano de 1988, sendo os valores até ao ano de 2010 calculados a partir da média dos meses anteriores.

Esta massa de água foi dividida em dois sectores tendo em conta a associação geologia/solos. Assim, temos para o sector Norte (ou Cano), em que ocorre essencialmente a Formação de calcários do Cano – Casa Branca, correspondente à mancha de solos calcários vermelhos, normais, resultantes da alteração de calcários não compactos (a partir da Carta de Solos de Portugal, à escala 1:1 000 000 (APA, 2010)). A estes solos corresponde a sigla Pc, segundo a classificação SROA.

Já no sector Sul (Estremoz), o solo é classificado como Vcc, isto é, solos vermelhos de materiais calcários, normais, de calcários cristalinos ou mármores, em particular, dos Mármores de Estremoz e Formação Dolomítica de Estremoz. O Quadro 2.4 representa os parâmetros de solo atribuídos, calculados em Oliveira (2004, 2006).

Quadro 2.4 - Parâmetros característicos do solo (Estremoz - Cano)

| Solo (IHERA) | Código | Retenção específica (-) | Ponto de emurchecimento (-) | Porosidade (-) | Condutividade hidráulica vertical (mm/d) | Material do horizonte superior do solo |
|--------------|--------|-------------------------|-----------------------------|----------------|--|--|
| Pc | 311101 | 0.28 | 0.09 | 0.46 | 378.1 | 9 |
| Vcc | 521103 | 0.31 | 0.18 | 0.49 | 1310.2 | 5 |

A sobreposição da cartografia CORINE Land Cover (1:100 000) permite criar 25 associações de solo/ocupação de solo estando os parâmetros culturais expostos no Quadro 2.5.

Quadro 2.5 - Parâmetros culturais para cada tipo de ocupação de solo (Estremoz - Cano)

| Código de Ocupação do Solo | Culturas presentes | N 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 | slid | Kc_min | Kcb_tot | fraccao | fraccao_0 | fraccao_nada | permeave(2) | Calcula Kcb_esp(2) |
|----------------------------|--|------------|-----------|-----------------|---------|-------|-------|-------|-------|---------|---------|---------|--------|------|------|------|--------|---------|---------|-----------|--------------|-------------|--------------------|
| 112 | Ocupação urbana relativamente densa e poucos descampados | 1 | 0 | 0 | 1 | 1 | 1 | 361 | 2 | 0.01 | 0.01 | 0.01 | 1 | 1 | 1 | 1 | 0.01 | 0.01 | 0.85 | 0.85 | 0.85 | 150 | 0.42 |
| 121 | Industria densa com poucos espaços verdes | 1 | 0 | 0 | 1 | 1 | 1 | 361 | 2 | 0.01 | 0.01 | 0.01 | 1 | 1 | 1 | 1 | 0.01 | 0.01 | 0.75 | 0.75 | 0.75 | 150 | 0.42 |
| 131 | zonas impermeáveis de armazéns e solo descoberto (80%) | 1 | 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 | 150 | 0.42 |
| 211 | Trigo de Inverno | 1 | 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 | 150 | 0.42 |
| 212 | Milho | 1 | 1 | 1 | 183 | 30 | 40 | 50 | 30 | 0.15 | 1.15 | 0.15 | 2 | 1200 | 150 | 0.55 | 0.15 | 1.15 | 0.95 | 0.1 | 0 | 150 | 0.42 |
| 221 | Vinha | 1 | 1 | 1 | 152 | 20 | 50 | 75 | 60 | 0.15 | 0.65 | 0.4 | 2 | 1500 | 150 | 0.45 | 0.15 | 0.65 | 0.85 | 0.1 | 0 | 150 | 0.42 |
| 223 | Olivais | 1 | 1 | 1 | 152 | 30 | 90 | 60 | 90 | 0.6 | 0.7 | 0.7 | 4 | 1500 | 1500 | 0.65 | 0.15 | 0.7 | 0.9 | 0.9 | 0 | 150 | 0.42 |
| 241 | Olivais e trigo de Inverno | 2 | 1 | 1 | 152 | 30 | 90 | 60 | 90 | 0.6 | 0.7 | 0.7 | 4 | 1500 | 1500 | 0.65 | 0.15 | 0.7 | 0.3 | 0.3 | 0 | | |
| | | | 1 | 0 | 32 | 30 | 140 | 40 | 30 | 0.15 | 1.1 | 0.15 | 1 | 1200 | 150 | 0.55 | 0.15 | 1.1 | 0.6 | 0.1 | 0 | 150 | 0.42 |
| 242 | Olivais e trigo de Inverno | 2 | 1 | 1 | 152 | 30 | 90 | 60 | 90 | 0.6 | 0.7 | 0.7 | 4 | 1500 | 1500 | 0.65 | 0.15 | 0.7 | 0.35 | 0.35 | 0 | | |
| | | | 1 | 1 | 32 | 30 | 140 | 40 | 30 | 0.15 | 1.1 | 0.15 | 1 | 1200 | 150 | 0.55 | 0.15 | 1.1 | 0.6 | 0.1 | 0 | 150 | 0.42 |
| 243 | Montado de sobreiro com olival | 2 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 361 | 2 | 1.2 | 1.2 | 1.2 | 10 | 2750 | 2750 | 0.5 | 0.15 | 1.2 | 0.3 | 0.3 | 0.3 | | |
| | | | 1 | 1 | 152 | 30 | 90 | 60 | 90 | 0.6 | 0.7 | 0.7 | 4 | 1500 | 1500 | 0.65 | 0.15 | 0.7 | 0.45 | 0.45 | 0 | 150 | 0.42 |
| 244 | Montado de sobreiro | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 361 | 2 | 1.2 | 1.2 | 1.2 | 10 | 2750 | 2750 | 0.5 | 0.15 | 1.2 | 0.8 | 0.8 | 0.8 | 150 | 0.42 |
| 311 | Sobreiro | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 361 | 2 | 1.2 | 1.2 | 1.2 | 10 | 2750 | 2750 | 0.5 | 0.15 | 1.2 | 0.55 | 0.55 | 0.55 | 150 | 0.42 |
| 323 | Matos | 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 | 150 | 0.42 |
| 324 | Montado de azinheira | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 361 | 2 | 1.2 | 1.2 | 1.2 | 10 | 2750 | 2750 | 0.5 | 0.15 | 1.2 | 0.8 | 0.8 | 0.8 | 150 | 0.42 |
| 334 | Montado de azinheira | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 361 | 2 | 1.2 | 1.2 | 1.2 | 10 | 2750 | 2750 | 0.5 | 0.15 | 1.2 | 0.8 | 0.8 | 0.8 | 150 | 0.42 |

A distribuição da recarga na massa de água subterrânea de Estremoz – Cano encontra-se representada na Figura 2.27. Os valores médios anuais obtidos na corrida no modelo estão representados no Quadro 2.4.

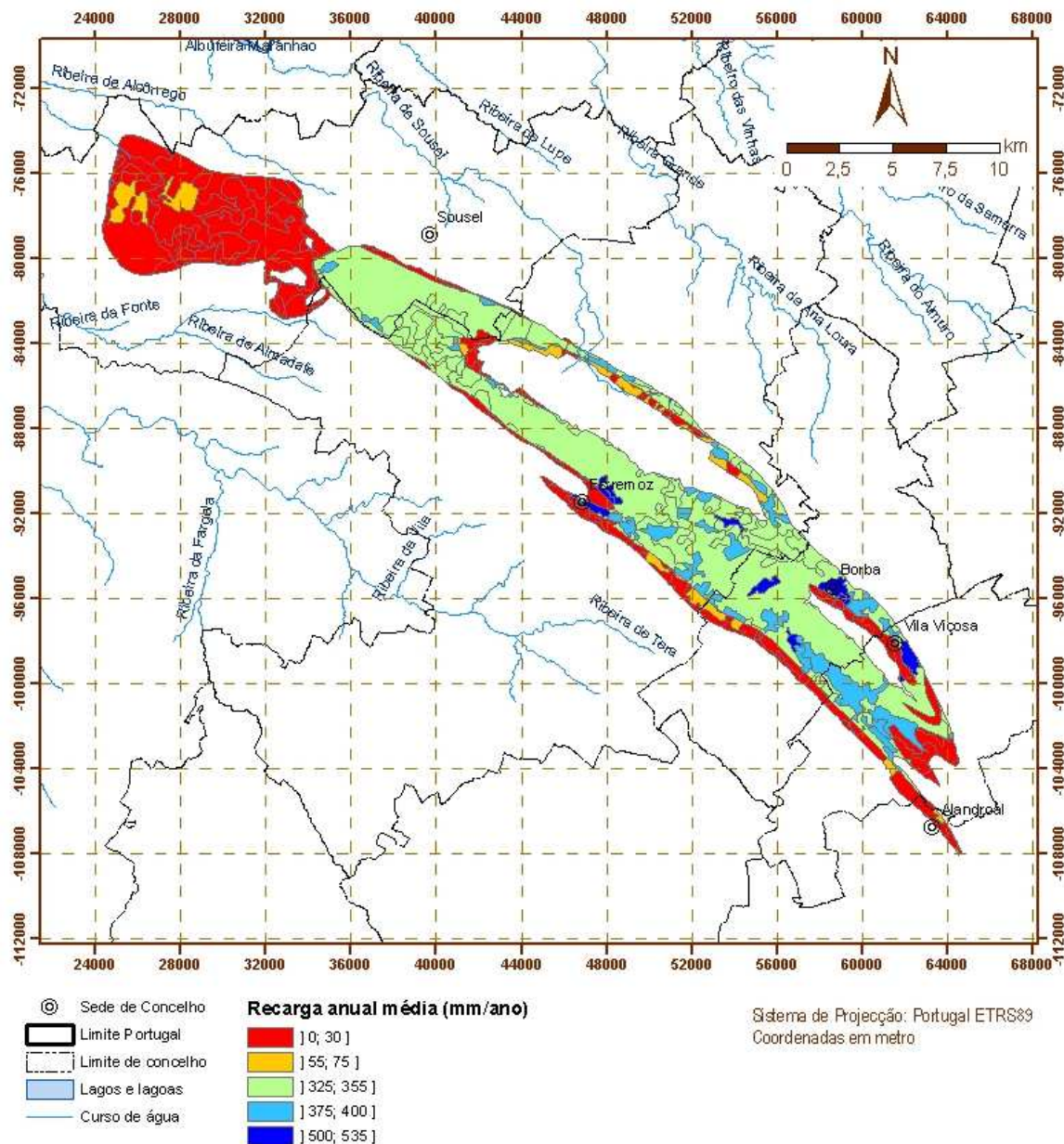


Figura 2.27 – Recarga da massa de águas subterrâneas de Estremoz-Cano

A recarga média anual para o sector de Cano é de 13 mm, correspondendo a 2,3% da precipitação. Já no sector de Estremoz a recarga média é de 278 mm/ano, ou 49% da precipitação ocorrida no intervalo temporal analisado. Neste sector considerou-se que o escoamento directo gerado se infiltrava após um percurso à superfície constituindo também recarga da massa de águas.

Quadro 2.6 – Resultados anuais médios do balanço hídrico sequencial diário para cada sector (Estremoz – Cano)

| Sector | Precipitação (mm/ano) | Evapotranspiração real (mm/ano) | Escoamento directo (mm/ano) | Recarga (mm/ano) | Recarga (hm ³ /ano) |
|----------|-----------------------|---------------------------------|-----------------------------|------------------|--------------------------------|
| Cano | 567 | 258 | 296 | 13 | 0,64 |
| Estremoz | 567 | 218 | 71 | 278 | 42,55 |
| Total | 567 | 227 | 125 | 213 | 43,19 |

2.1.2.3.6 Orla Ocidental Indiferenciado da Bacia do Tejo

2.1.2.3.6.1 Evolução dos níveis piezométricos

Os quatro pontos de monitorização da massa de águas subterrâneas O01RH5 - Orla Ocidental indiferenciado da Bacia do Tejo são os identificados na Figura 2.28. Verifica-se que apesar da massa de águas ter uma extensão grande, dividindo-se em vários sectores, apenas existem pontos de monitorização na sua parte mais meridional do sector mais a sul. Acresce que três desses pontos se encontram muito próximos (416/125; 416/311; 416/312). Este facto faz com que qualquer análise de piezometria não seja representativa da massa de águas subterrâneas.

A totalidade das séries de dados pode ser visualizada na Figura 2.29. Para todas as séries a maior parte dos anos hidrológicos apresentam lacunas importantes que inviabilizam a análise (2004/5 é o mais completo e mesmo assim faltam Dezembro e Fevereiro no caso dos pontos 416/311 e 416/312 e Dezembro nos pontos 416/125 e 403/164). Dado que só o ano de 2004/5 apresenta uma série de dados mais completa não é possível fazer a análise considerando os máximos, os mínimos e os valores médios registados em cada ano hidrológico.

Em resumo, por a distribuição espacial dos piezómetros e pelas lacunas existentes nas séries temporais não é possível concluir acerca da tendência de evolução dos níveis nesta massa de águas subterrâneas, recomendando-se que se definam novos piezómetros nesta massa de águas.

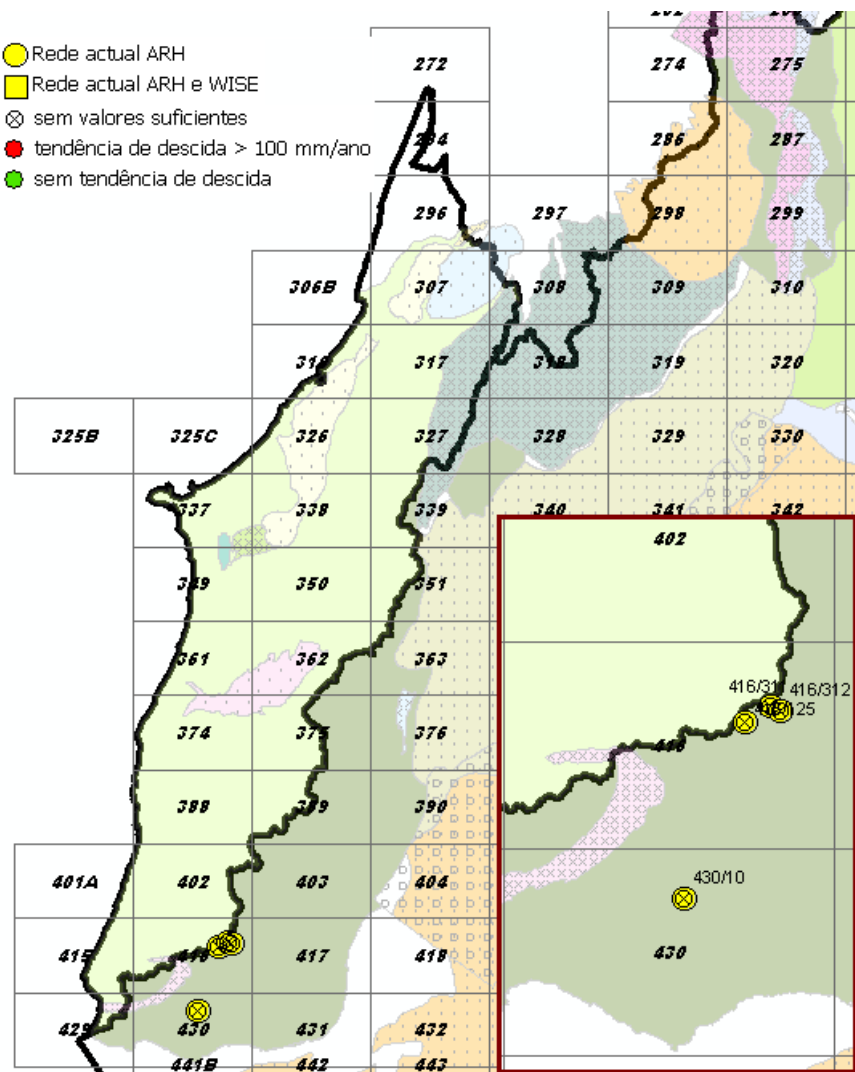


Figura 2.28 – Distribuição dos pontos da rede de monitorização na massa de água O01RH5 - Orla Ocidental indiferenciado da Bacia do Tejo

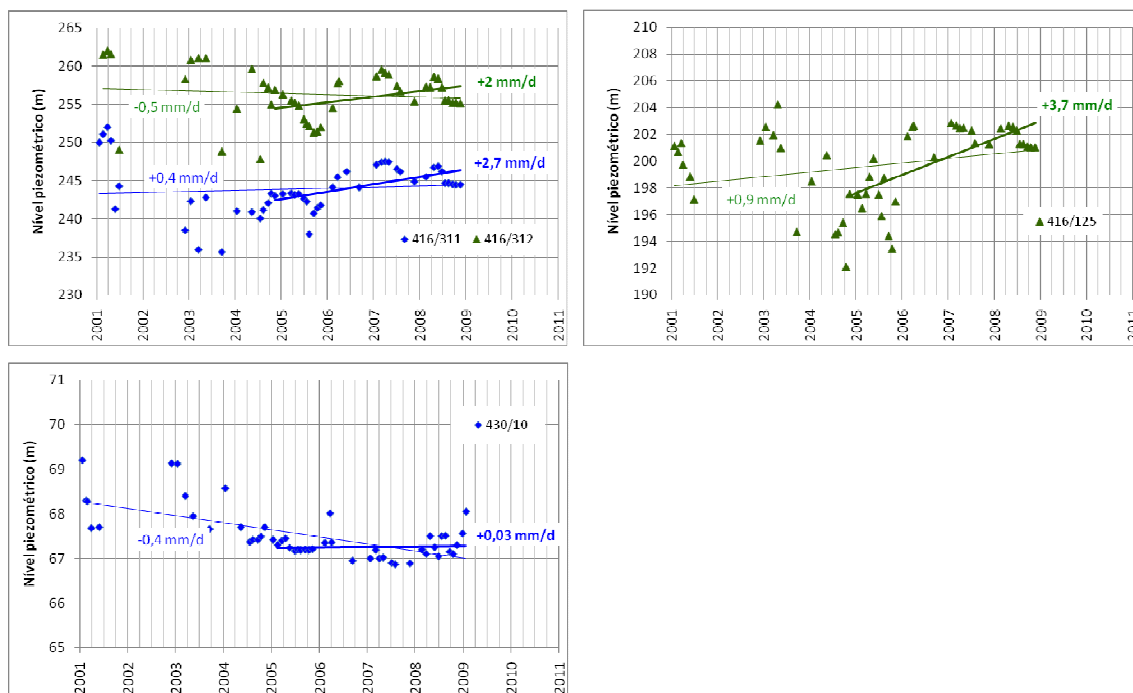


Figura 2.29 – Níveis piezométricos por piezómetro e tendências obtidas utilizando a totalidade das séries. Note-se que excluindo o ano hidrológico de 2004/5, os restantes anos apresentam lacunas de dados que podem condicionar as tendências apresentadas

2.1.2.3.7 Penela - Tomar

2.1.2.3.7.1 Evolução dos níveis piezométricos

Os pontos de monitorização da massa de águas subterrâneas O9 – Penela-Tomar são os indicados na Figura 2.30. Verifica-se que só há três pontos de monitorização com informação, todos eles situados na parte sul do sector sul desta massa de águas subterrâneas. Assim a análise temporal da piezometria apenas diz respeito a esta zona. A mesma figura já 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 só foi determinado para os anos hidrológicos aproximadamente completos. Para a totalidade dos registos de cada piezómetro apresenta-se na Figura 2.31 a tendência de evolução, indicando-se nos próprios gráficos as tendências de evolução dos níveis, quer considerando a totalidade dos dados quer considerando o período mais recente, pós 2005 onde existem registos mensais de níveis.

A análise que considera os máximos, os mínimos e os valores médios registados em cada ano hidrológico, para os anos hidrológicos com registos mensais aproximadamente completos é apresentada na Figura 2.32, onde se representam as linhas de tendência de evolução dos níveis.

Como conclusão geral a partir dos elementos apresentados, que se reporta a apenas cinco anos hidrológicos completos (exclui-se o piezómetro 310/158 por apresentar apenas dois anos completos), verifica-se que nesses cinco anos não há uma tendência de descida. Contudo, de modo algum estes piezómetros podem representar a totalidade da massa de águas subterrâneas. Para além do balanço extracções/disponibilidades, a avaliação do estado quantitativo desta massa de águas passa também pela análise dos caudais de nascentes, a elaborar noutra fase do trabalho.

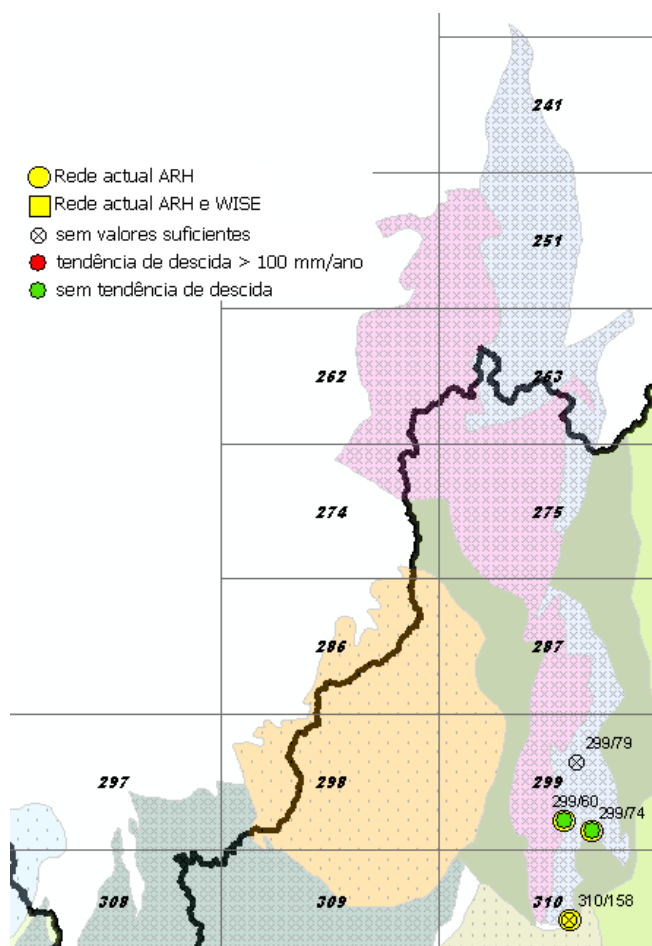


Figura 2.30 – Distribuição dos pontos da rede de monitorização na massa de água de Penela-Tomar

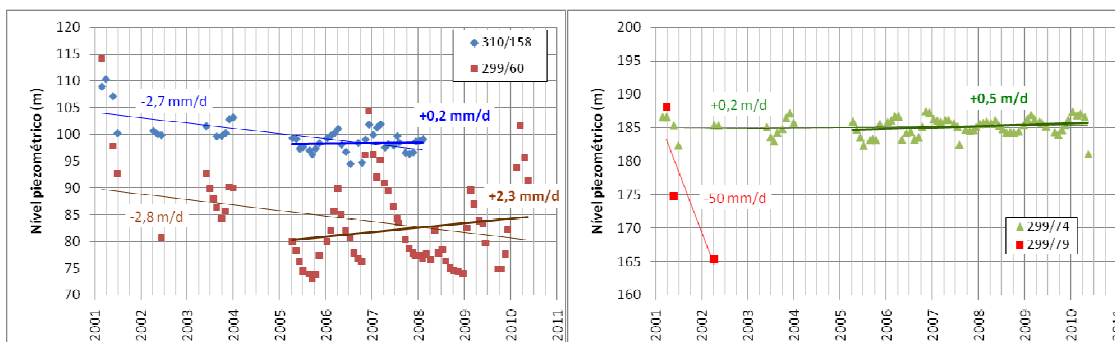


Figura 2.31 – Níveis piezométricos por piezómetro e tendências obtidas. Nos gráficos que apresentam dois valores de tendência por piezómetro, o valor a negrito corresponde à tendência para os anos hidrológicos com registos mensais aproximadamente consecutivos

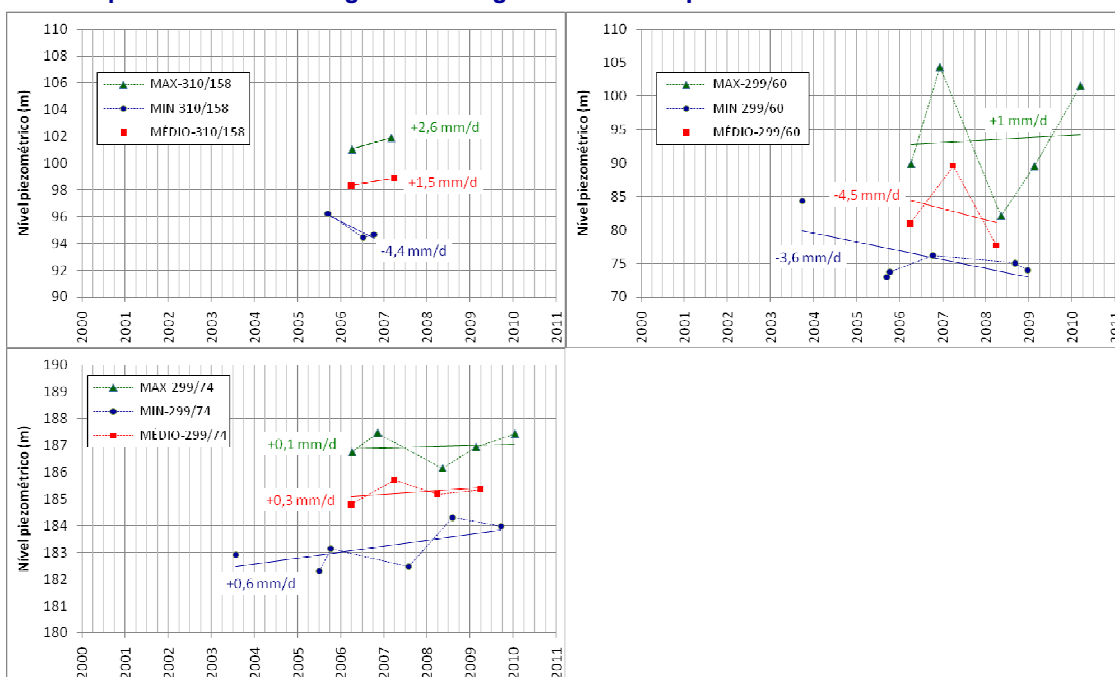


Figura 2.32 – Níveis piezométricos anuais máximos, mínimos e médios, por ano hidrológico e respectivas tendências de evolução

2.1.2.3.8 Sicó - Alvaiázere

2.1.2.3.8.1 Evolução dos níveis piezométricos

A massa de águas subterrâneas O11 – Sicó – Alvaiázere não tem monitorização de piezometria.

2.1.2.3.9 Ourém

2.1.2.3.9.1 Evolução dos níveis piezométricos

Os pontos de monitorização da massa de águas subterrâneas O15 – Ourém são os indicados na Figura 2.33. Uma primeira constatação que se pode fazer é que a distribuição dos pontos não permite avaliar a massa de águas subterrâneas na

totalidade, pelo que as conclusões extraídas são localizadas. A mesma figura já 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 só foi determinado para os anos hidrológicos aproximadamente completos. Note-se que em muitos casos só se utilizaram dados mensais de três anos hidrológicos.

Para a totalidade dos registos de cada piezómetro apresenta-se na Figura 2.34 a tendência de evolução. Para os casos dos piezómetros que a certa altura apresentam registos diários, para efeitos de análise considerou-se apenas um valor registado a meio de cada mês. Dado que, em muitos anos hidrológicos, os dados mensais apenas se referiam a uma parte do ano, as tendências avaliadas desta forma podem encerrar erros.

Por esse motivo fez-se uma segunda análise considerando apenas os máximos, os mínimos e os valores médios registados em cada ano hidrológico, para os anos hidrológicos com registos mensais aproximadamente completos. Os valores obtidos são apresentados na Figura 2.35.

Como conclusão geral a partir dos elementos apresentados, conclui-se que alguns piezómetros apresentam, na parte mais central do sistema uma tendência de descida. O número de anos hidrológicos utilizados foi relativamente escasso (cinco). Mesmo assim foram utilizados nestes quatro piezómetros mais anos hidrológicos do que nos restantes cinco onde não se observou uma tendência de descida (o que também se pode dever ao reduzido número de registos).

Dado que há uma parte importante do sistema, a norte, que não apresenta registos, não se sabe exactamente com evolui a piezometria geral do sistema. Sendo assim a análise temporal da piezometria não é completamente conclusiva quanto ao estado medíocre pelo que, tendo em vista a avaliação do estado quantitativo destas massa de águas, avança-se para o teste do balanço hídrico subterrâneo.

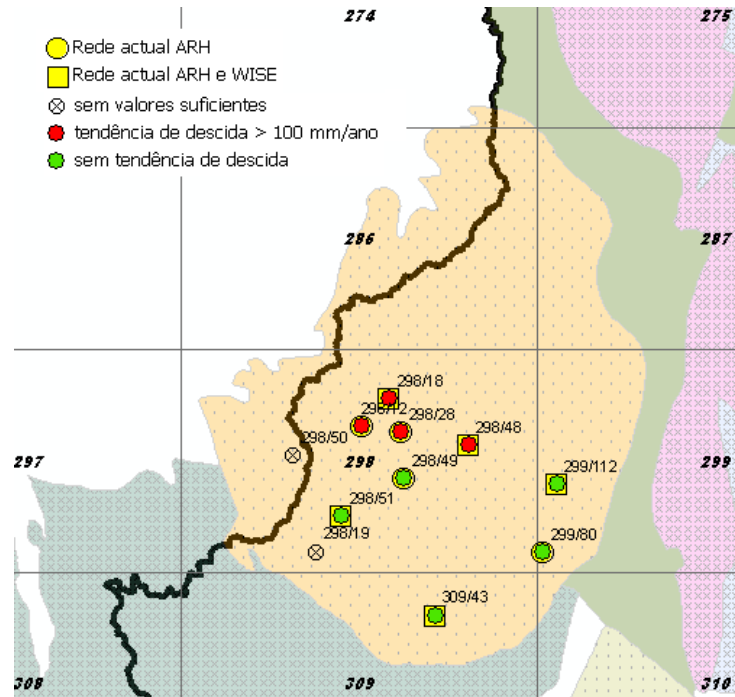


Figura 2.33 – Distribuição dos pontos da rede de monitorização na massa de água de Ourém

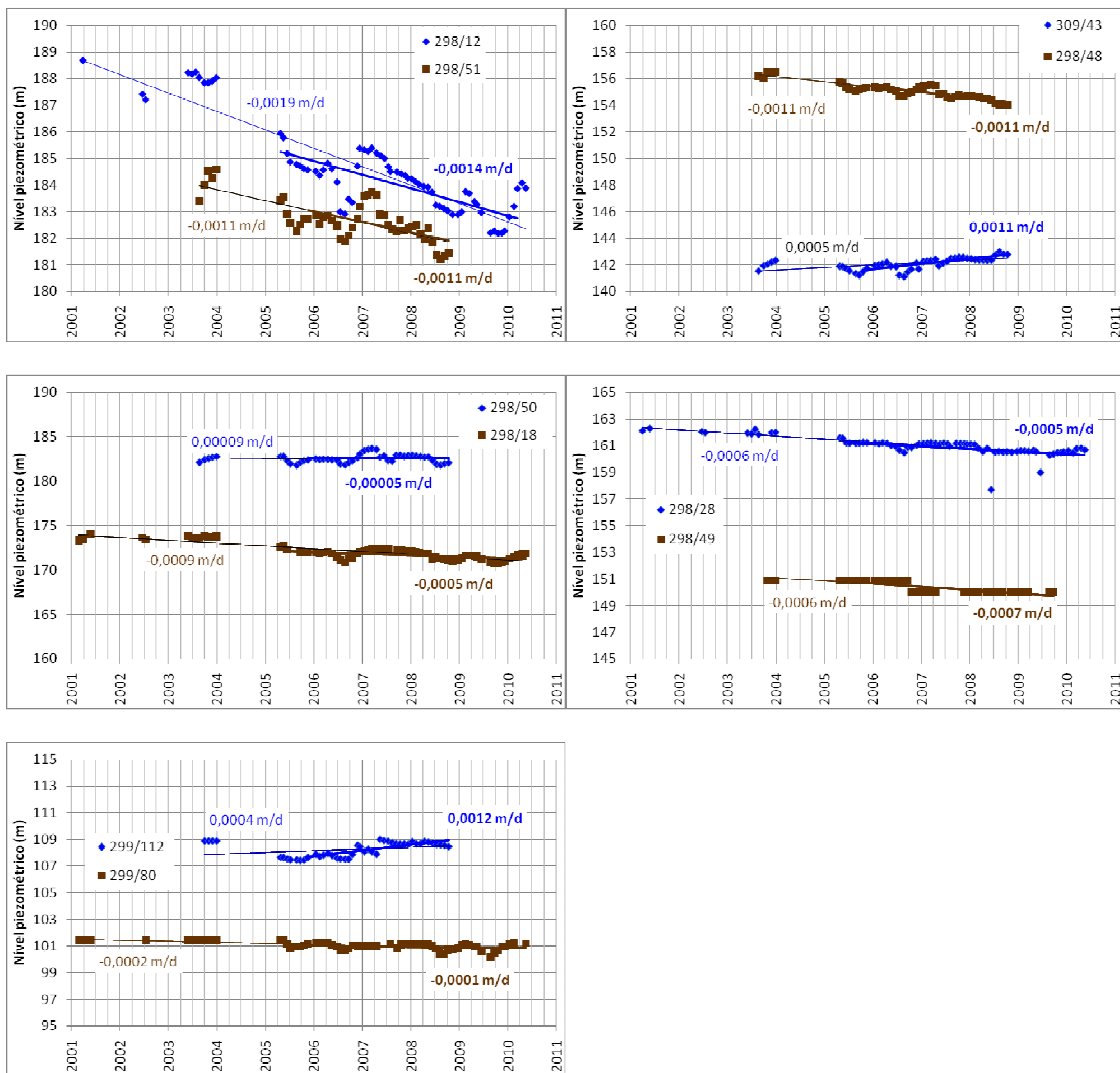


Figura 2.34 – Níveis piezométricos por piezômetro e tendências obtidas. Para os piezômetros que apresentam registros diários só se considerou um registro por mês (aproximadamente a meio do mês). Nos gráficos que apresentam dois valores de tendência por piezômetro, o valor a negrito corresponde à tendência para os anos hidrológicos com registros mensais aproximadamente consecutivos

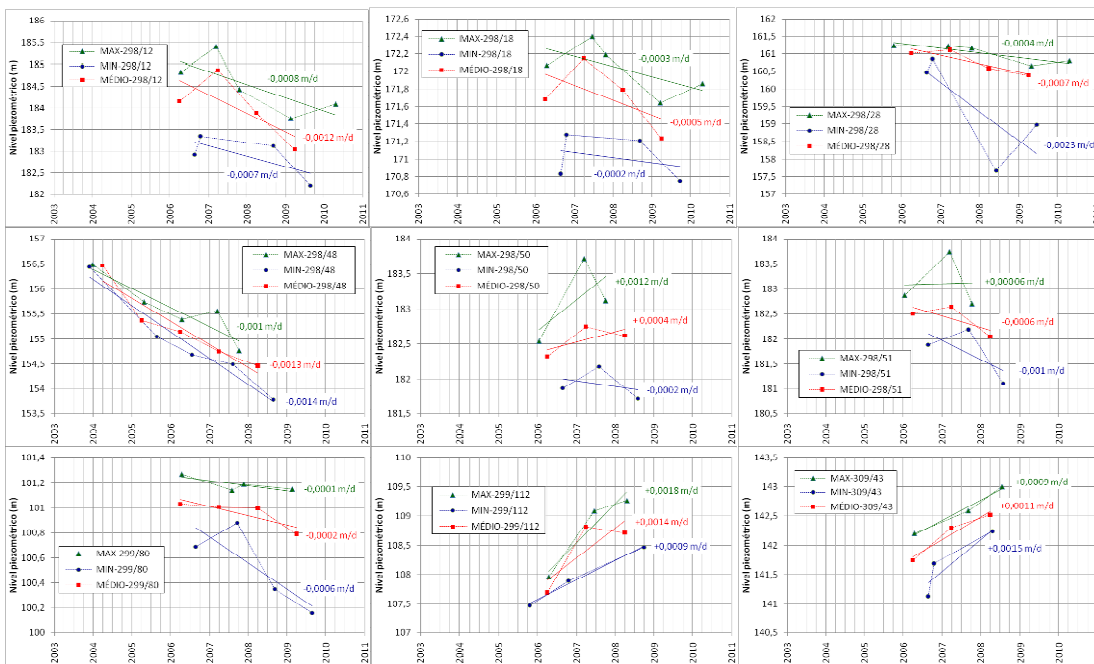


Figura 2.35 – Níveis piezométricos anuais máximos, mínimos e médios, por ano hidrológico e respectivas tendências de evolução. A qualidade dos registos do piezómetro 298/49 levou à sua exclusão da análise. As tendências obtidas com 3 anos hidrológicos não são significativas

2.1.2.3.10 Maciço Calcário Estremenho

2.1.2.3.10.1 Evolução dos níveis piezométricos

Os pontos de monitorização de piezometria da massa de águas subterrâneas O20 – Maciço Calcário Estremenho são os indicados na Figura 2.36. Destes pontos só se tem informação de monitorização de três piezómetros: 328/50, 318/2 e 309/32. O piezómetro 328/50 tem 5 registos relativos ao ano hidrológico de 1999/2000 e o piezómetro 309/32 só apresenta um registo. O único piezómetro que apresenta uma série contínua que permite fazer uma análise é o 318/2.

Refira-se que na rede de monitorização do estado quantitativo reportada ao WISE existem mais pontos do que aqueles que estão indicados na Figura 2.36.

A Figura 2.37 apresenta a tendência de evolução para a totalidade dos registos, indicando-se nos próprios gráficos as tendências de evolução dos níveis, considerando vários períodos de análise.

A análise que considera os máximos, os mínimos e os valores médios registados em cada ano hidrológico é apresentada na Figura 2.38, onde se representam as linhas de tendência de evolução dos níveis.

De acordo com o critério de análise de tendência que considera como valor crítico a tendência de descida de 100 mm/ano (= 0,274 mm/dia) para a piezometria máxima anual, não há tendência de descida no piezómetro 318/2.

Como conclusão geral regista-se a escassez de dados para uma massa de águas subterrâneas tão importante como o Maciço Calcário Estremenho. Contudo, pressupõe-se (um facto a confirmar com o desenvolvimento do balanço extracções/disponibilidades) que esta massa de águas subterrâneas não se apresenta deficitária dada o tipo de solo, de ocupação do solo e da ocorrência de estruturas cársicas que facilitam a infiltração, e os volumes de exploração do sistema.

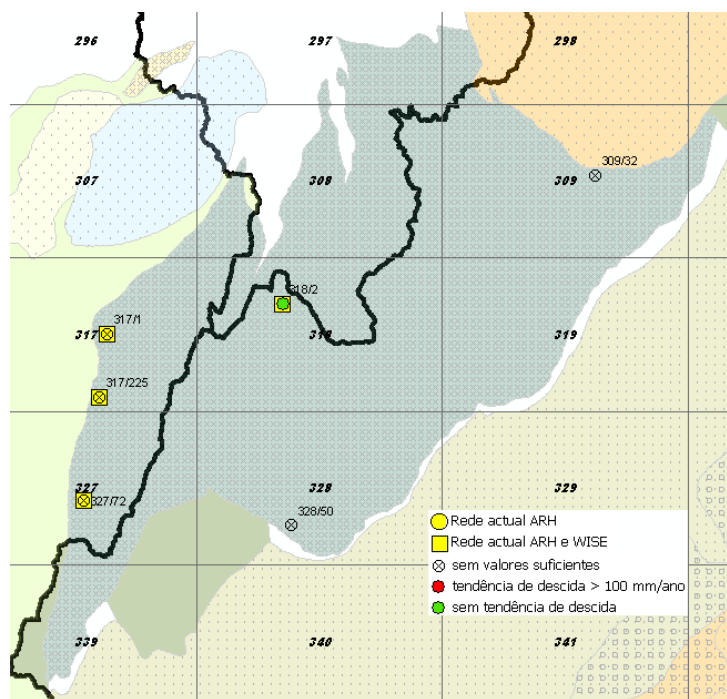


Figura 2.36 – Distribuição dos pontos da rede de monitorização na massa de águas subterrâneas Maciço Calcário Estremenho

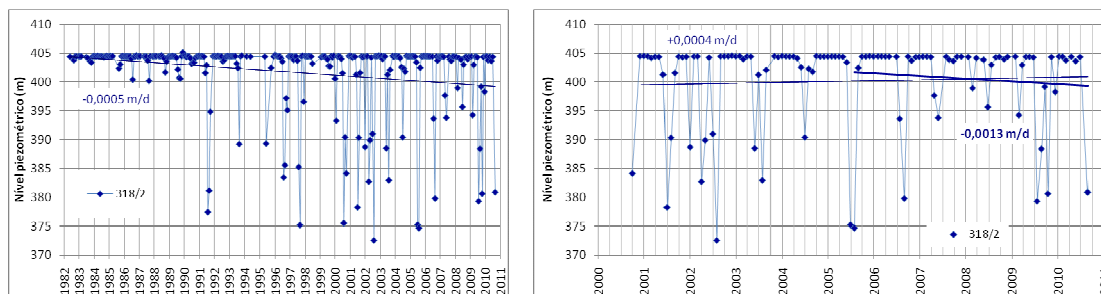


Figura 2.37 – Níveis piezométricos observados no piezómetro 318/2 e tendências obtidas. Os dois gráficos apresentam tendências para períodos temporais diferentes. O valor a negrito corresponde à tendência para os anos hidrológicos com registos mensais aproximadamente consecutivos a partir de Outubro de 2005

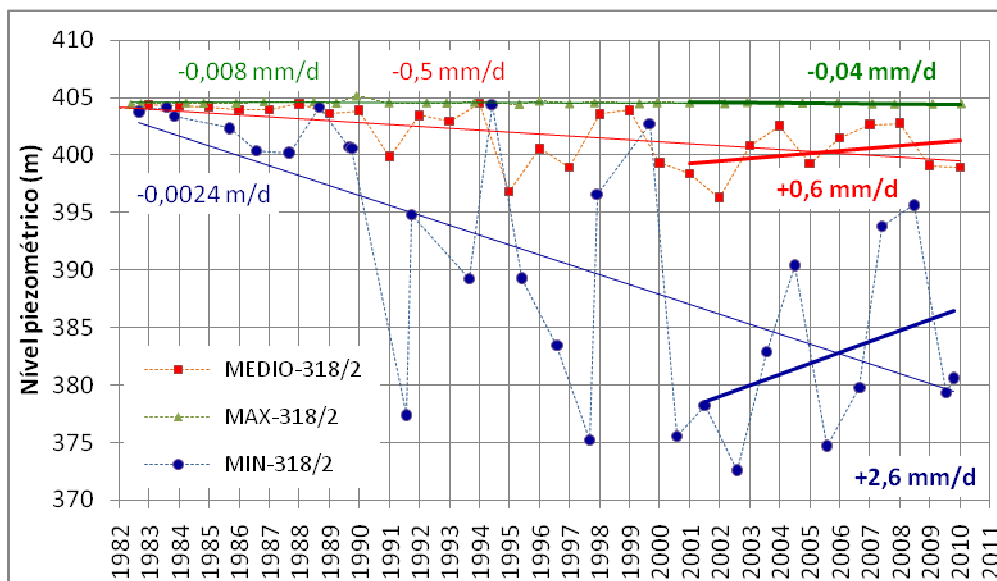


Figura 2.38 – Níveis piezométricos anuais máximos, mínimos e médios no piezômetro 318/2, por ano hidrológico e respectivas tendências de evolução

2.1.2.3.10.2 Evolução espaço-temporal da recarga

Para o cálculo da recarga desta massa de água subterrânea o modelo foi corrido no período compreendido entre 1-10-1980 e 30-9-2009. A MAS foi dividida em duas partes tendo em conta a distribuição da precipitação média anual (zonas de precipitação média anual inferior e superior a 1200 mm/ano). Para cada uma dessas partes utilizou-se uma série de precipitação diária. Para as zonas de precipitação média inferior a 1200 mm/ano, foram usados os dados da estação Aljubarrota (16D/01) enquanto que para zonas de precipitação superior foram usados dados da estação meteorológica de Crespos (16E/01) sendo as lacunas preenchidas com os dados de estações vizinhas de precipitação média anual semelhante, através das relações das médias de precipitação diária para períodos homólogos.

A série de evapotranspiração de referência mensal usada foi a calculada para a estação meteorológica de Alcobça (Est. Frut), para o período de 1959 – 1988 sendo os valores em falta até o ano de 2009 resultantes da média dos valores para os mesmos meses.

Por associação com a geologia à escala 1:500 000, considerou-se que a área poderia ser descrita por um solo mediterrâneo vermelho, normal, de materiais calcários (sigla Vcd segundo a classificação SROA). Os parâmetros de solo atribuídos estão representados no Quadro 2.7, segundo Oliveira (2004, 2006).

Quadro 2.7 - Parâmetros característicos do solo (Maciço Calcário Estremenho)

| 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 |

Os parâmetros culturais para cada tipo de ocupação de solo (Oliveira, 2004, 2006), representados no Quadro 2.8, foram atribuídos a partir da carta CORINE Land Cover 2006, do CNIG, à escala 1:100 000.

Para a corrida do modelo de balanço hídrico sequencial diário resultaram 21 associações solo/ocupação do solo. Os resultados obtidos são apresentados no Quadro 2.9. A distribuição espacial da recarga está representada na Figura 2.39. Nos locais de afloramento de rochas carbonatadas carsificadas assumiu-se que todo o escoamento directo se infiltrava após percorrer um percurso à superfície recarregando o sistema. A recarga anual média calculada foi de 550 mm/ano que corresponde a 60% da precipitação ocorrida.

Quadro 2.8 - Parâmetros culturais para cada tipo de ocupação de solo (Maciço Calcário Estremenho)

| Código de Ocupação do Solo | Culturas presentes | N 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 | slid | Kc_min | Kcb_tot | fraccoo | fraccoo_0 | fraccoo_nada |
|----------------------------|----------------------------------|------------|-----------|-----------------|---------|-------|-------|-------|-------|---------|---------|---------|--------|------|------|------|--------|---------|---------|-----------|--------------|
| 112 | Pinheiros e zona impermeável | 2 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 361 | 2 | 0.95 | 0.95 | 0.95 | 10 | 2750 | 2750 | 0.7 | 0.15 | 0.95 | .2 | .2 | .2 |
| | | | 0 | 0 | 1 | 1 | 1 | 361 | 2 | 0.01 | 0.01 | 0.01 | 1 | 1 | 1 | 1 | 0.01 | 0.01 | .4 | .4 | .4 |
| 121 | Indústria densa | 1 | 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 | Extracção de inertes | 1 | 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 |
| 211 | Trigo de inverno | 1 | 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 | 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 | Pomares | 1 | 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 |
| 223 | Pomares | 1 | 1 | 0 | 152 | 30 | 90 | 60 | 90 | 0.6 | 0.7 | 0.7 | 4 | 1500 | 1500 | 0.65 | 0.15 | 0.7 | 0.7 | 0.7 | 0 |
| 241 | Milho e pomar | 2 | 1 | 1 | 182 | 25 | 65 | 61 | 31 | 0.29 | 1.17 | 0.3 | 2 | 1000 | 150 | 0.55 | 0.15 | 1.17 | 0.5 | 0.1 | 0 |
| | | | 1 | 1 | 152 | 30 | 50 | 130 | 30 | 0.5 | 0.9 | 0.7 | 4 | 1500 | 1500 | 0.5 | 0.15 | 0.9 | 0.5 | 0.5 | 0.25 |
| 242 | Milho e tomate | 2 | 1 | 1 | 182 | 25 | 65 | 61 | 31 | 0.29 | 1.17 | 0.3 | 2 | 1000 | 150 | 0.55 | 0.15 | 1.17 | 0.5 | 0.1 | 0 |
| | | | 1 | 1 | 196 | 30 | 31 | 30 | 17 | 0.27 | 1.1 | 0.66 | 0.6 | 700 | 150 | 0.4 | 0.15 | 1.1 | 0.5 | 0.1 | 0 |
| 243 | Relva de época fria e eucaliptos | 2 | 1 | 0 | 1 | 1 | 1 | 361 | 2 | 0.9 | 0.9 | 0.9 | 0 | 500 | 500 | 0.4 | 0.15 | 0.9 | 0.7 | 0.7 | 0.7 |
| | | | 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 | Eucaliptos | 1 | 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 |
| 312 | Pinheiros | 1 | 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 |
| 313 | Eucaliptos e pinheiros | 2 | 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 |
| | | | 1 | 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 |
| 321 | Matos baixos | 1 | 1 | 0 | 1 | 1 | 1 | 361 | 2 | 0.8 | 0.8 | 0.8 | 1 | 1000 | 1000 | 0.5 | 0.15 | 0.8 | 1 | 1 | 1 |
| 322 | Matos baixos | 1 | 1 | 0 | 1 | 1 | 1 | 361 | 2 | 0.8 | 0.8 | 0.8 | 1 | 1000 | 1000 | 0.5 | 0.15 | 0.8 | 1 | 1 | 1 |
| 323 | Matos baixos | 1 | 1 | 0 | 1 | 1 | 1 | 361 | 2 | 0.8 | 0.8 | 0.8 | 1 | 1000 | 1000 | 0.5 | 0.15 | 0.8 | 1 | 1 | 1 |
| 324 | Matos baixos e pinheiros | 2 | 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 |
| | | | 1 | 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 |
| 332 | Rocha nua impermeável | 1 | 0 | 0 | 1 | 1 | 1 | 361 | 2 | 0.01 | 0.01 | 0.01 | 1 | 1 | 1 | 1 | 0.01 | 0.01 | 1 | 1 | 1 |
| 333 | Rocha nua impermeável em 50 % da área | 1 | 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 |
| 334 | Terreno descoberto | 1 | 1 | 0 | 1 | 1 | 1 | 361 | 2 | 0.01 | 0.01 | 0.01 | 1 | 1 | 1 | 1 | 0.01 | 0.01 | 0 | 0 | 0 |

Quadro 2.9 - Resultados anuais médios do balanço hídrico sequencial diário (Maciço Calcário Estremenho)

| Precipitação (mm/ano) | Evapotranspiração real (mm/ano) | Escoamento directo (mm/ano) | Recarga (mm/ano) | Recarga (hm ³ /ano) |
|-----------------------|---------------------------------|-----------------------------|------------------|--------------------------------|
| 917 | 319 | 48 | 550 | 422 |

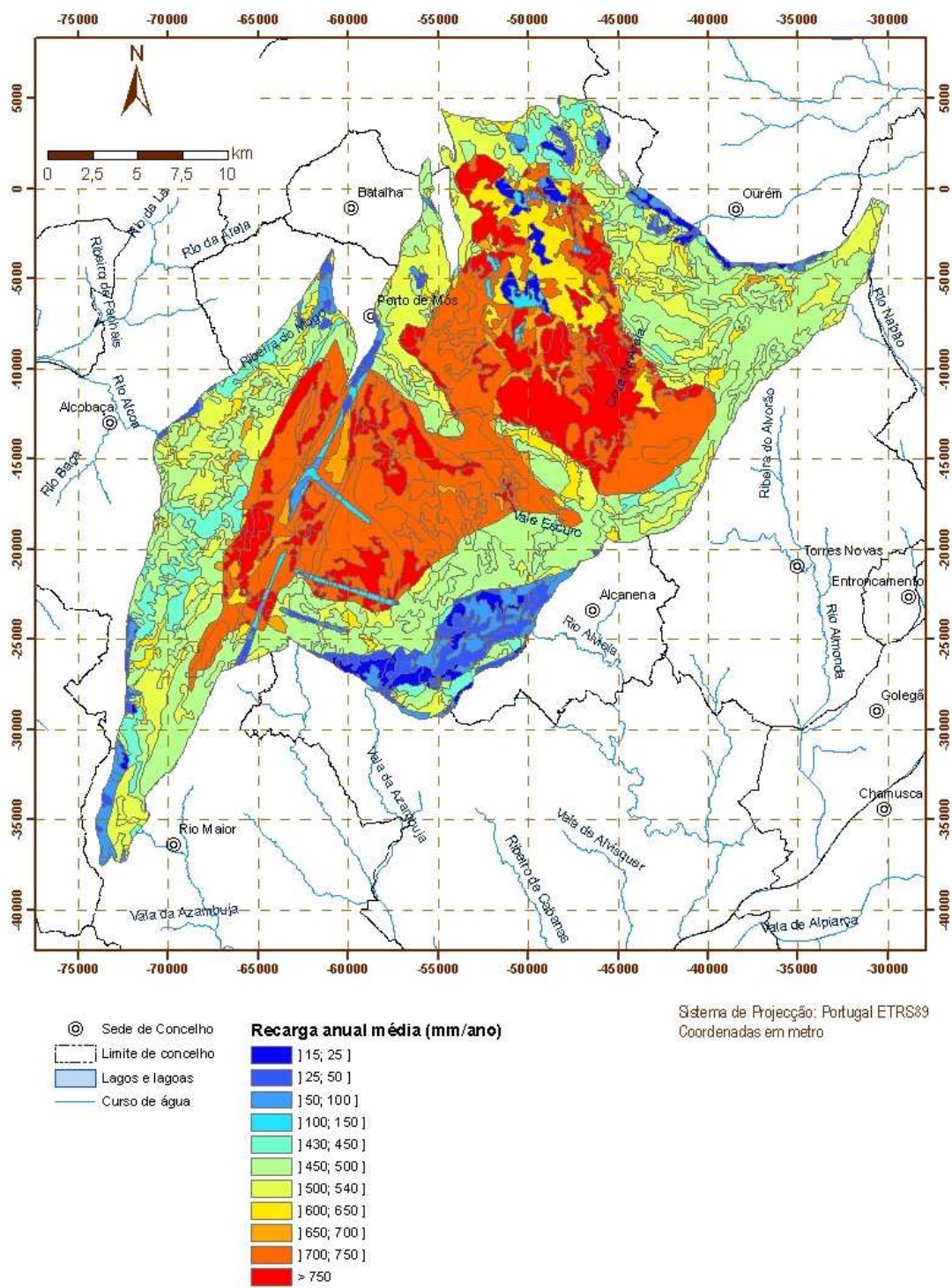


Figura 2.39 – Recarga da massa de águas subterrâneas do Maciço Calcário Estremenho

2.1.2.3.11 Ota-Alenquer

2.1.2.3.11.1 Evolução dos níveis piezométricos

A massa de águas subterrâneas O26 – Ota–Alenquer só tem monitorização de piezometria no piezómetro 376/138 e para o ano hidrológico 2000/1. Actualmente não existe disponibilidade de piezometria para esta massa de águas subterrâneas.

2.1.2.3.11.2 Evolução espaço-temporal da recarga

A série de precipitação diária para esta MAS foi obtida através dos dados da estação meteorológica da Ota (19D/02), sendo as lacunas colmadas pelos dos dados das estações de Meca (19D/08) e Abrigada (19C/03), através do cálculo da relação das médias para cada uma das estações em períodos homólogos. O modelo foi corrido para o período de 01-10-1979 até 30-09-2002.

Quanto à evapotranspiração de referência (ET_o) foram utilizados os dados da estação meteorológica de Dois Portos, calculados para o período de 1959 a 1986. Esta série foi complementada até ao ano 2002.

A análise da Carta de Solos de Portugal, à escala 1:1 000 000, do Atlas do Ambiente (APA, 2010), e a interpretação da geologia desta massa de águas subterrâneas levou à consideração de um solo Vcd (SROA, 1973), que corresponde a um solo mediterrâneo vermelho de materiais calcários, normal. O Quadro 2.10 apresenta os parâmetros calculados por Oliveira (2004, 2006) para este tipo de solo.

Quadro 2.10 - Parâmetros característicos do solo (Ota – Alenquer)

| 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 |

Os parâmetros de ocupação de solo, nomeadamente o ciclo vegetativo de cobertos vegetais, coeficientes culturais basais, profundidade das raízes, limite de depleção da água do solo a 100%, fracção de terreno ocupado e altura máxima de determinada cultura, foram atribuídos através da interpretação da cartografia de ocupação dos solos CORINE, à escala 1:100 000, do CNIG. Os valores atribuídos estão representados no Quadro 2.11, sendo que ocorrem onze tipos de ocupações diferentes.

Quadro 2.11 - Parâmetros culturais para cada tipo de ocupação de solo (Ota – Alenquer)

| 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 | slid | Kc_min | Kcb_tot | fraccao | fraccao_0 | fraccao_nada |
|----------------------------|----------------|-----------|-----------------|---------|-------|-------|-------|-------|---------|---------|---------|--------|------|------|------|--------|---------|---------|-----------|--------------|
| 112 | 1 | 0 | 0 | 1 | 1 | 1 | 361 | 2 | 0,01 | 0,01 | 0,01 | 1 | 1 | 1 | 1 | 0,01 | 0,01 | 0,85 | 0,85 | 0,85 |
| 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 | 0,6 | 0,6 | 0,6 |
| 131 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 361 | 2 | 0,95 | 0,95 | 0,95 | 10 | 2750 | 2750 | 0,7 | 0,15 | 0,95 | 0,05 | 0,05 | 0,05 |
| 212 | 2 | 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 |
| | | 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 |
| 221 | 1 | 1 | 1 | 152 | 20 | 50 | 75 | 60 | 0,15 | 0,65 | 0,4 | 2 | 1500 | 150 | 0,45 | 0,15 | 0,65 | 0,2 | 0,1 | 0 |
| 242 | 2 | 0 | 0 | 1 | 1 | 1 | 361 | 2 | 0,01 | 0,01 | 0,01 | 1 | 1 | 1 | 1 | 0,01 | 0,01 | 0,55 | 0,55 | 0,55 |
| | | 1 | 1 | 183 | 30 | 40 | 50 | 30 | 0,15 | 1,15 | 0,15 | 2 | 1200 | 150 | 0,55 | 0,15 | 1,15 | 0,35 | 0,2 | 0 |
| 243 | 1 | 1 | 1 | 32 | 30 | 140 | 40 | 30 | 0,15 | 1,1 | 0,15 | 1 | 1200 | 150 | 0,55 | 0,15 | 1,1 | 0,9 | 0,1 | 0 |
| 311 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 361 | 2 | 1,2 | 1,2 | 1,2 | 10 | 2750 | 2750 | 0,8 | 0,15 | 1,2 | 0,45 | 0,45 | 0,45 |
| 313 | 2 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 361 | 2 | 1,2 | 1,2 | 1,2 | 10 | 2750 | 2750 | 0,8 | 0,15 | 1,2 | 0,75 | 0,75 | 0,75 |
| | | 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 |
| 322 | 1 | 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 | 1 | 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 |

Na Figura 2.40 representa-se a distribuição da recarga média anual ao longo da área do aquífero. Tratando-se de um aquífero cársico o valor final de recarga resulta da água de precipitação que se infiltra através do solo e também da água de escoamento directo que após percorrer um determinado caminho à superfície acaba por se infiltrar nas cavidades cársicas. Os valores de saída do modelo, estão representados no Quadro 2.12. A recarga anual média é de 460 mm/ano, representando 63,8% da precipitação, traduzindo o facto de toda a água que precipita e não é utilizada pela vegetação acabar por se infiltrar.

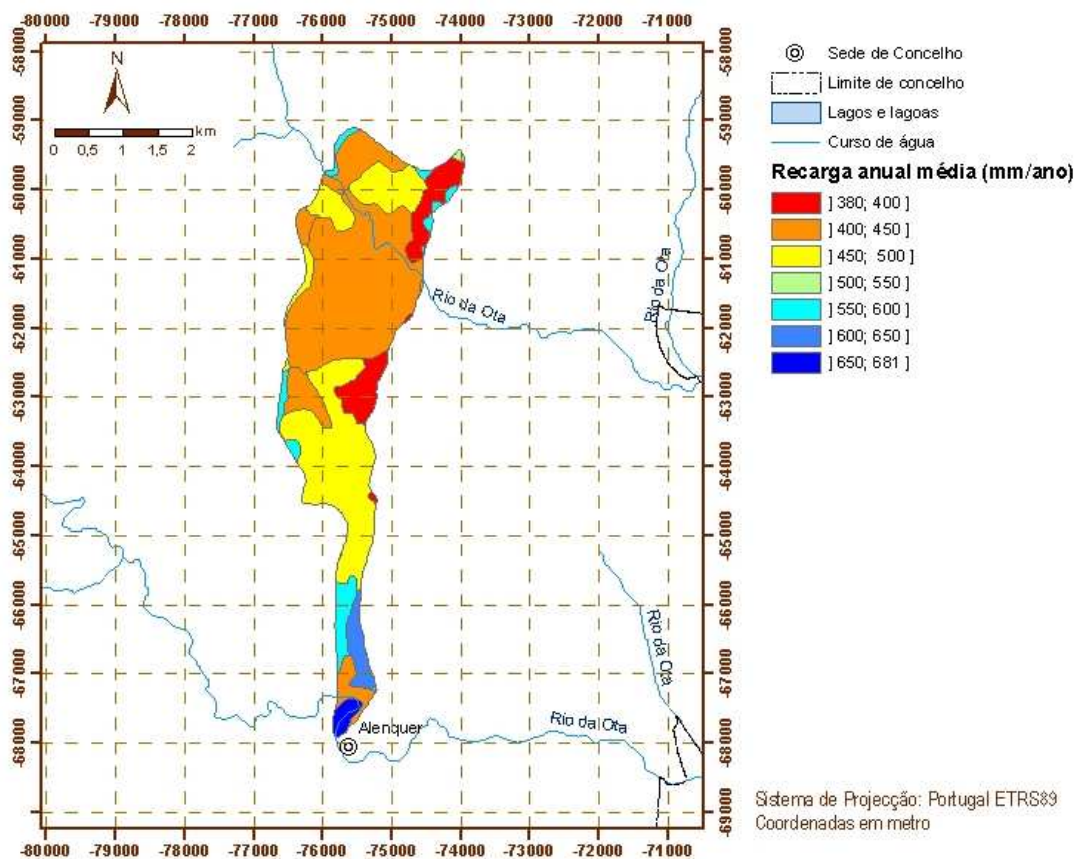


Figura 2.40 – Recarga da massa de águas subterrâneas Ota-Alenquer

Quadro 2.12 - Resultados anuais médios do balanço hídrico sequencial diário (Ota – Alenquer)

| Precipitação (mm/ano) | Evapotranspiração real (mm/ano) | Escoamento directo (mm/ano) | Recarga (mm/ano) | Recarga (hm ³ /ano) |
|-----------------------|---------------------------------|-----------------------------|------------------|--------------------------------|
| 721 | 260 | 0 | 460 | 4 |

2.1.2.3.12 Pisões-Atrozela

2.1.2.3.12.1 Evolução dos níveis piezométricos

Os pontos de monitorização de piezometria da massa de águas subterrâneas O28 – Pisões-Atrozela são os indicados na Figura 2.41. Note-se a ausência de pontos de monitorização na parte central e ocidental da massa de águas subterrâneas.

Apesar de haver dois pontos referidos, só o ponto 416/227 apresenta informação. A Figura 2.42 apresenta as séries de dados e a Figura 2.43 apresenta os níveis máximos, mínimos e médios registados em cada ano hidrológico. Neste ponto verificou-se uma descida dos níveis piezométricos em 2004/5, sendo que desde essa

data os níveis não recuperaram aos níveis anteriores. A série de dados apresenta dois anos hidrológicos mais completos, de 2004/5 e 2007/8. A seguir a 2008 não há dados. As lacunas ocorridas em 2005/6 e 2006/7, nos meses de inverno, podem implicar que os níveis mais elevados não tenham sido considerados. Por estes motivos considera-se que a única série existente nesta massa de águas não permite que a análise de tendências efectuada seja convenientemente fundamentada, optando-se por assumir que os dados são insuficientes.

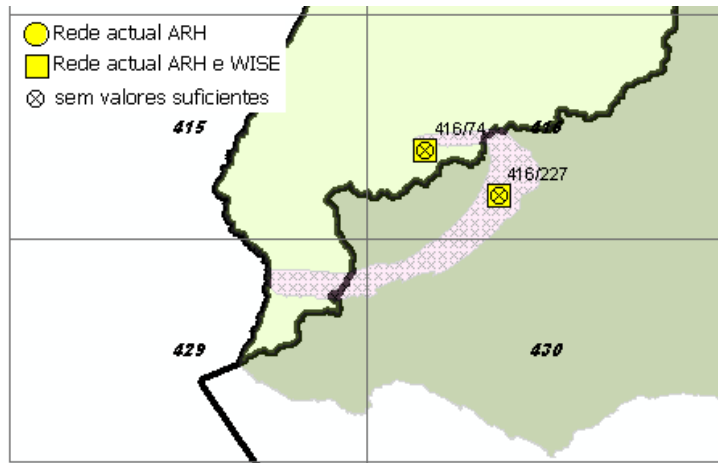


Figura 2.41 – Distribuição dos pontos da rede de monitorização na massa de águas subterrâneas Pisões-Atrozela

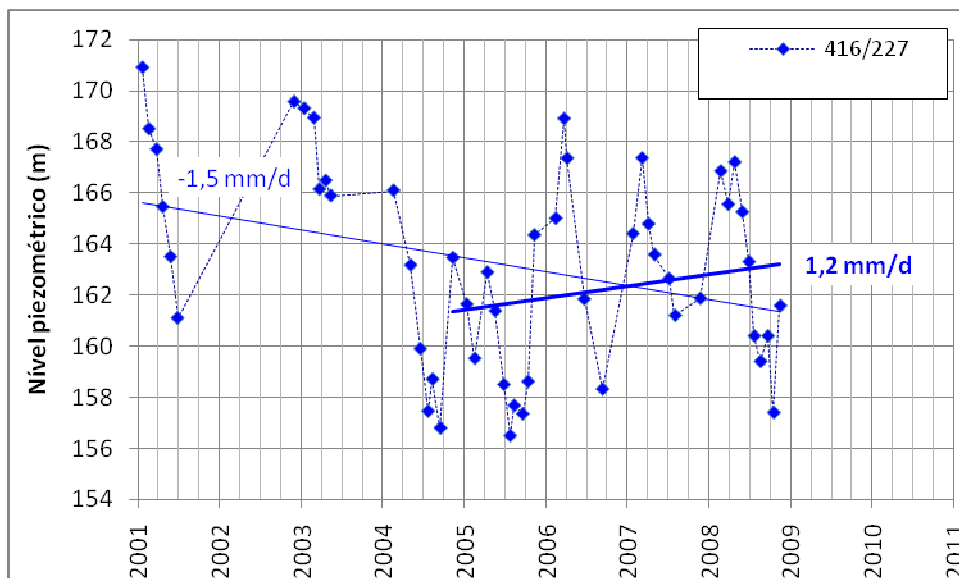


Figura 2.42 – Níveis piezométricos observados no piezómetro 318/2 e tendências obtidas. Os dois gráficos apresentam tendências para períodos temporais diferentes. O valor a negrito corresponde à tendência para os anos hidrológicos com registos mensais aproximadamente consecutivos a partir de Outubro de 2005

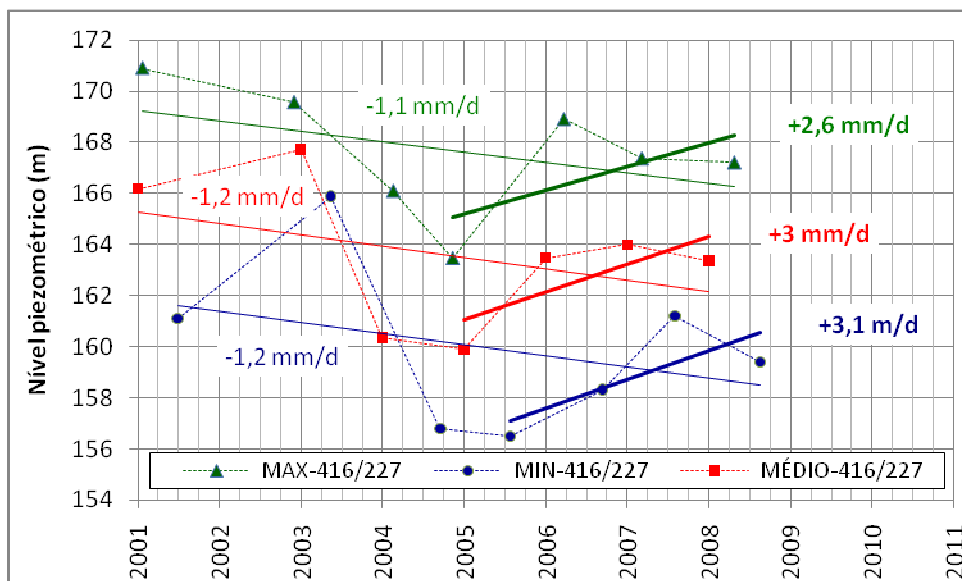


Figura 2.43 – Níveis piezométricos anuais máximos, mínimos e médios no piezômetro 416/227, por ano hidrológico e respectivas tendências de evolução. Dadas as lacunas de alguns valores mensais as tendências apresentadas não são consideradas representativas

2.1.2.3.13 Bacia do Tejo-Sado indiferenciado da Bacia do Tejo

2.1.2.3.13.1 Evolução dos níveis piezométricos

Os dois pontos de monitorização da massa de águas subterrâneas T01RH5 – Bacia do Tejo-Sado Indiferenciado da Bacia do Tejo são os identificados na Figura 2.44. A mesma figura representa uma avaliação da tendência com base nos valores máximos observados nos últimos quatro anos hidrológicos do ponto de monitorização 332/25 que é o único que apresenta dados actuais. Considerou-se como valor crítico a tendência de descida de 100 mm/ano (= 0,274 mm/dia).

A totalidade das duas séries de dados pode ser visualizada na Figura 2.45. O piezômetro 332/25 apresenta uma tendência de descida muito baixa de aproximadamente 0,03 mm/d. Contudo, verifica-se que nos últimos anos tem havido uma agudização da tendência de descida, como se pode constatar também na Figura 2.46, utilizando os valores máximos de cada ano hidrológico. O piezômetro 408/30 não apresenta dados suficientes para se fazer esta análise, não apresentando registos recentes,

Dado o número escasso de anos com informação completa não se pode concluir se a tendência de descida no piezômetro 332/25 é constante ou se é uma questão pontual, resultante de menor recarga ou de alteração das condições de exploração da massa

de águas subterrâneas na sua vizinhança. Também não se pode concluir acerca do estado quantitativo da massa de águas, avançando-se para a análise do balanço extracções/disponibilidades.

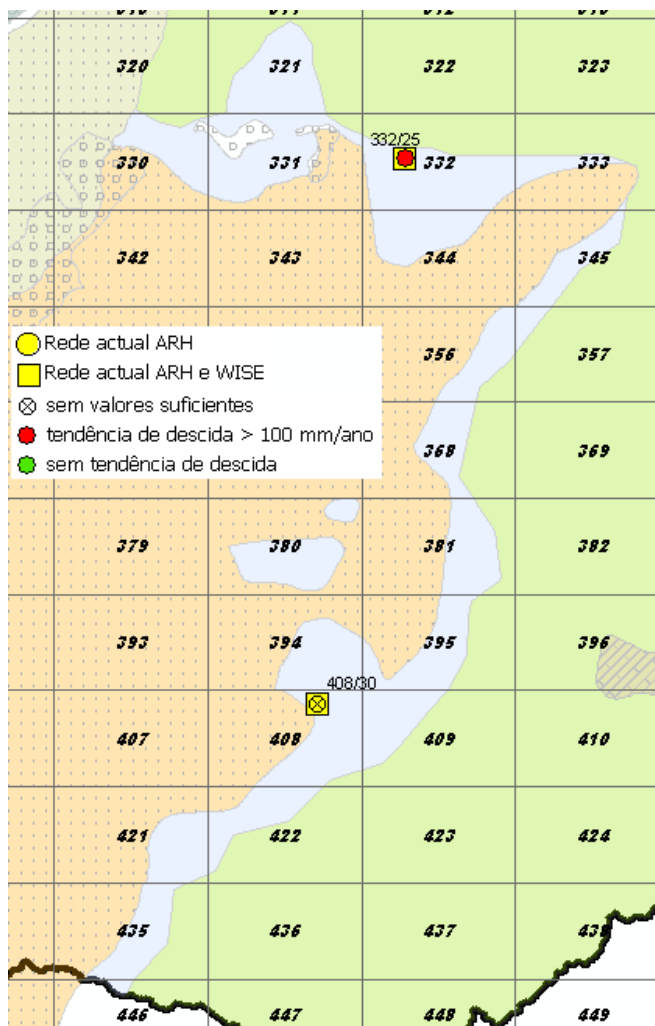


Figura 2.44 – Distribuição dos pontos da rede de monitorização na massa de água da Bacia do Tejo-Sado Indiferenciado da Bacia do Tejo

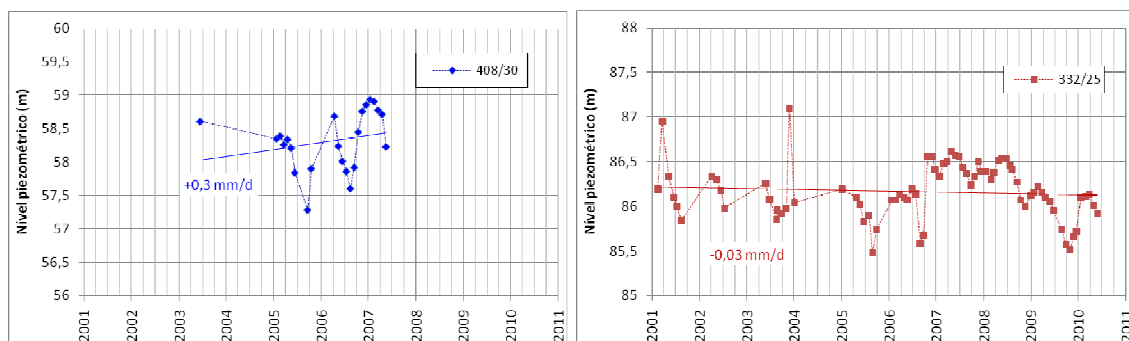


Figura 2.45 – Níveis piezométricos por piezómetro e tendências obtidas utilizando a totalidade das séries

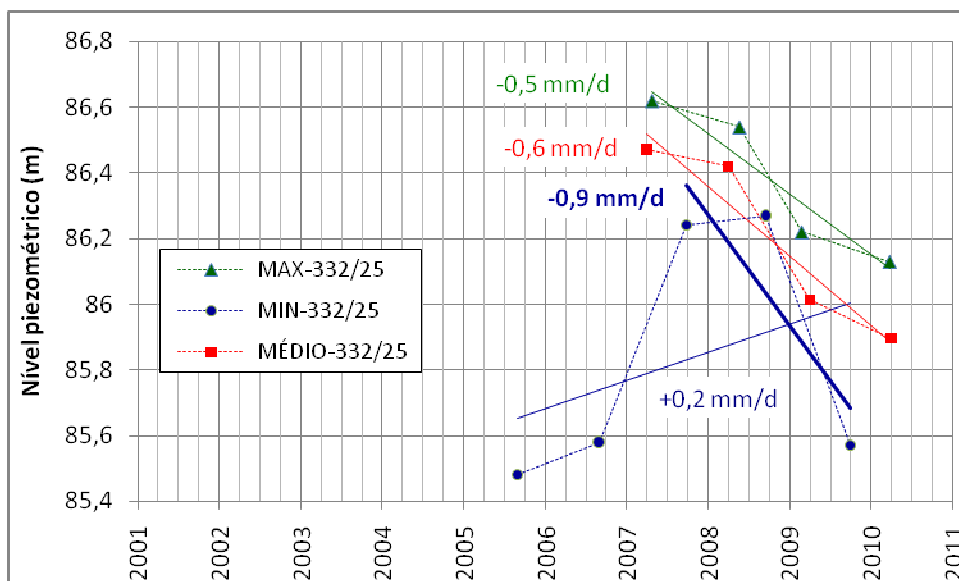


Figura 2.46 – Níveis piezométricos anuais máximos, mínimos e médios, por ano hidrológico e respectivas tendências de evolução. Dadas as curtas séries utilizadas as tendências não se consideram significativas

2.1.2.3.14 Bacia do Tejo-Sado/Margem Direita

2.1.2.3.14.1 Evolução dos níveis piezométricos

Os pontos de monitorização da massa de águas subterrâneas T1 – Bacia do Tejo Sado / Margem Direita são os identificados na Figura 2.47. Verifica-se uma distribuição não uniforme dos piezómetros pela massa de águas subterrâneas. 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 só foi determinado para os anos hidrológicos aproximadamente completos. Note-se que normalmente só se utilizaram dados mensais de quatro ou cinco anos hidrológicos. Inclusivamente, o piezómetro 363/26, pertencente à rede de monitorização do WISE apresenta poucos dados recentes não permitindo fazer a análise dos últimos anos hidrológicos.

A totalidade das séries de dados pode ser visualizada na Figura 2.48. Há duas séries mais extensas: o piezómetro 329/21 apresenta desde 1979 uma tendência aproximadamente constante (ligeiramente a subir) e o piezómetro 363/26, com dados desde 1985, com uma distribuição irregular no tempo e com níveis também muito irregulares no tempo, com uma aparente tendência generalizada de descida, mas cuja

distribuição de observações dos últimos anos não permite que esta análise seja conclusiva.

Fez-se a análise considerando os máximos, os mínimos e os valores médios registados em cada ano hidrológico, para os anos hidrológicos com registos mensais aproximadamente completos. Há casos de anos hidrológicos que apresentam mínimos e não apresentam máximos por apresentarem valores mensais do final do ano hidrológico. Noutros casos, os dados referem-se principalmente ao período chuvoso ou primavera e não existem registos no verão, razão pela qual esses anos apresentam valores máximos mas não representam valores mínimos. Nos anos em que não existe valor máximo ou valor mínimo também não é apresentado o valor médio. Os valores obtidos são apresentados na Figura 2.49. Note-se que os valores máximos e mínimos são projectados nos gráficos nos dias em que ocorreram, ao passo que os valores médios são na data correspondente ao meio do ano hidrológico (1 de Abril).

Dos oito piezómetros actualmente com dados, dos quais seis pertencem à rede do WISE, três apresentam uma tendência de descida, quatro de subida e o 363/26 não apresenta dados mensais recentes em quantidade suficiente. Contudo, para todos eles, o número de anos analisado é muito reduzido e os dados do próximo ano hidrológico podem fazer alterar completamente as tendências apresentadas.

Dado o número escasso de anos com informação e não indiciando a informação existente uma clara descida (também devido à dispersão dos valores), não se conclui acerca do estado quantitativo do sistema apenas com base na piezometria.

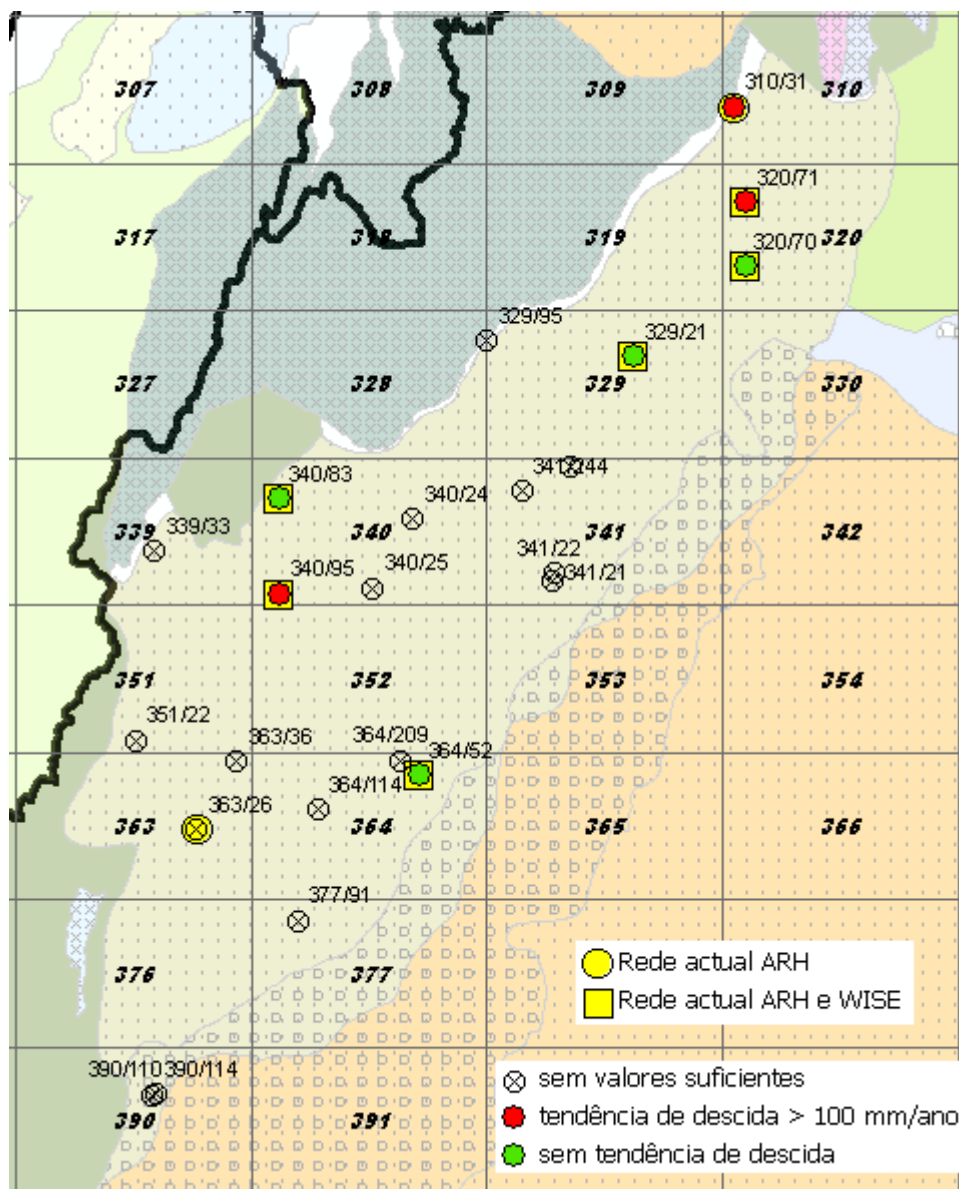


Figura 2.47 – Distribuição dos pontos da rede de monitorização na massa de água da Bacia do Tejo Sado / Margem Direita

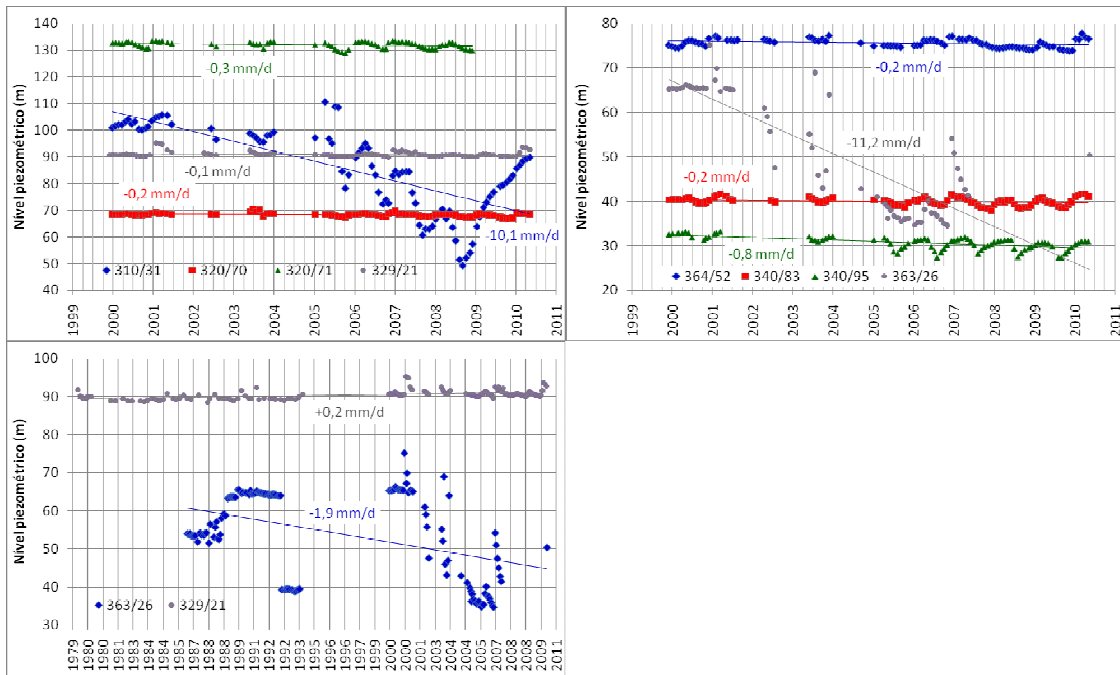


Figura 2.48 – Níveis piezométricos por piezômetro e tendências obtidas utilizando a totalidade das séries

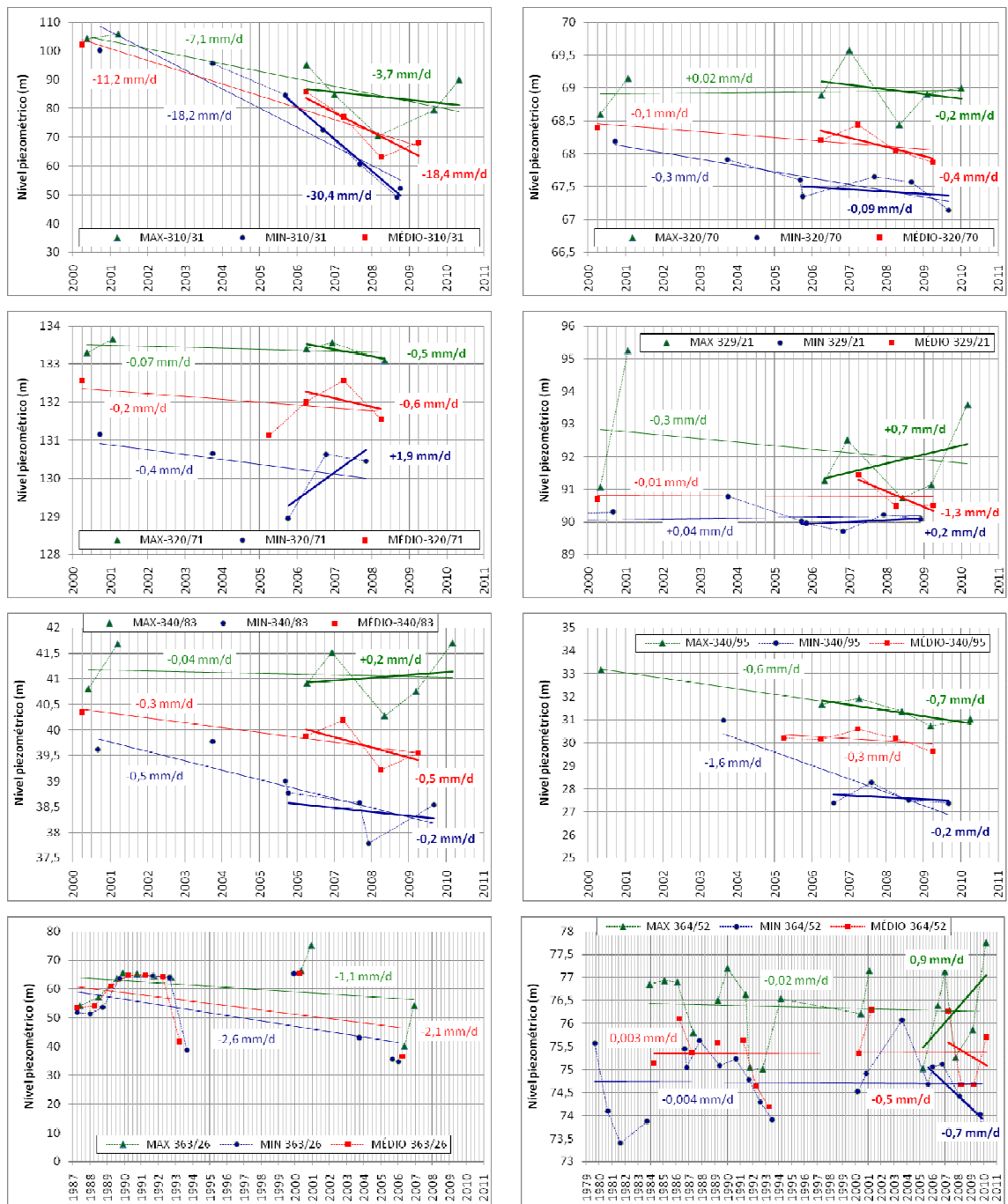


Figura 2.49 – Níveis piezométricos anuais máximos, mínimos e médios, por ano hidrológico e respectivas tendências de evolução. Nos gráficos que apresentam dois valores de tendência por piezômetro, o valor a negrito corresponde à tendência para os anos hidrológicos mais recentes que apresentam registos mensais aproximadamente consecutivos. Dadas as curtas séries utilizadas as tendências não se consideram significativas

2.1.2.3.14.2 Evolução espaço-temporal da recarga

Através da análise da precipitação média anual, dividiu-se a MAS em duas regiões distintas, uma com precipitação média inferior 800 mm/ano e outra com precipitação média superior a 800 mm/ano. Para a primeira zona foi utilizada uma série de precipitação diária com dados da estação meteorológica de Santarém (18E/01C), em que as lacunas foram preenchidas através da relação das médias para períodos comuns das estações de Torres Novas, Pontével e Ota. O mesmo processo foi usado para a zona de precipitação superior a 800 mm/ano, cujos dados de precipitação diária correspondem aos da estação de Pernes (17F/01UG), com lacunas preenchidas com dados das estações de Pedrógão e Alcoentre. O modelo foi corrido para o intervalo de tempo de 1-10-1979 a 30-9-2009.

A série mensal de evapotranspiração de referência usada foi obtida a partir dos dados a estação meteorológica de Santarém.

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 (Quadro 2.13), tendo sido atribuídos os parâmetros de acordo com Oliveira (2004, 2006) - Quadro 2.14.

A intersecção da informação dos solos com a carta CORINE Land Cover (1:100 000) resultou em 208 associações solo/ocupação de solos, cujos parâmetros culturais se apresentam no Quadro 2.15.

A corrida do modelo a partir dos parâmetros atribuídos teve como resultado o conjunto de valores médios anuais representados no Quadro 2.16. A recarga média é de 123 mm/ano, ou 18,43% da precipitação média anual. A distribuição da recarga está representada na Figura 2.50.

Quadro 2.13 - Associação entre a geologia e solos (Margem Direita)

| Geologia | SROA | CODIGO |
|--|------|--------|
| Aluviões | A | 131102 |
| Filões e chaminés vulcanicas | Cb | 421001 |
| Argilas de Tomar | Pa | 512101 |
| Ortognaisses migmatíticos | Ppn | 221107 |
| Micaxistos, gnaisses e migmatitos | | |
| Terraços, Areias e Cascalheiras | Rg | 121101 |
| Cretácico inferior da Arrábida | Vcd | 521104 |
| Cretácico médio | | |
| Calcários da Quinta da Marquesa | | |
| Jurássico inferior | | |
| Calcários oolíticos, Calcários e dolomitos do Dogger | | |
| Jurássico superior | | |
| Titoniano da Orla Ocidental | | |
| Formações de Dagorda, Pereiros e Grés de Silves | Vct | 321105 |
| Calcários de Santarém e Almoester | | |
| Cretácico inferior orla ocidental | Vt | 221113 |
| Conglomerados, arenitos e pelitos de Alcanede e Runa | | |
| Grés superiores | | |
| Areias e lenhitos de Póvoa de Santarém | | |
| Areias e argilas de Pombal e Redinha | | |
| Diatomitos e lenhitos de Rio Maior e Óbidos | | |
| Arenitos de Ulme | | |

Quadro 2.14 - Parâmetros característicos de solos (Margem Direita)

| Solo (IHERA) | Código | Retenção específica (-) | Ponto de emurchecimento (-) | Porosidade (-) | Condutividade hidráulica vertical (mm/d) | Material do horizonte superior do solo |
|--------------|--------|-------------------------|-----------------------------|----------------|--|--|
| A | 131102 | 0.27 | 0.12 | 0.44 | 91.32 | 7 |
| Rg | 121101 | 0.09 | 0.04 | 0.44 | 5040 | 1 |
| Vt | 221113 | 0.13 | 0.04 | 0.38 | 1081 | 7 |
| Apr | 611101 | 0.11 | 0.05 | 0.44 | 1834 | 2 |
| Vcd | 521104 | 0.31 | 0.18 | 0.47 | 647.8 | 4 |
| Vct | 321105 | 0.22 | 0.14 | 0.48 | 1299 | 6 |

Quadro 2.15 - Parâmetros culturais para cada tipo de ocupação de solo (Margem Direita)

| Código de Ocupação do Solo | Culturas presentes | N 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 |
|----------------------------|---|------------|-----------|-----------------|---------|-------|-------|-------|-------|---------|---------|---------|--------|------|------|------|--------|---------|---------|-----------|--------------|
| 111 | Zonas impermeáveis | 1 | 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 | Ocupação urbana densa e descampados | 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 | Indústria densa com alguns espaços verdes | 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 |
| 122 | Zonas impermeáveis e mancha de pinhal | 2 | 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 |
| | | 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 |
| 124 | Zona impermeável | 1 | 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 |
| 131 | Zonas de solo descoberto e mancha de pinhal | 1 | 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 |
| 132 | Zona impermeável e pinhal | 2 | 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 |
| | | 1 | 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 | Zonas impermeáveis e matos | 2 | 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 |
| | | 1 | 0 | 1 | 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 de Inverno | 1 | 1 | 1 | 32 | 30 | 140 | 40 | 30 | 0.15 | 1.1 | 0.15 | 1 | 1200 | 150 | 0.55 | 0.15 | 1.1 | 0.75 | 0.1 | 0 |
| 212 | Milho | 1 | 1 | 1 | 183 | 30 | 40 | 50 | 30 | 0.15 | 1.15 | 0.15 | 2 | 1200 | 150 | 0.55 | 0.15 | 1.15 | 0.75 | 0.1 | 0 |
| 213 | Arrozais | 1 | 1 | 1 | 30 | 30 | 60 | 30 | 150 | 1 | 1.15 | 0.7 | 1 | 0.5 | 0.1 | 0.2 | 0.15 | 1.15 | 0.95 | 0.1 | 0 |
| 221 | Vinha | 1 | 1 | 1 | 152 | 20 | 50 | 75 | 60 | 0.15 | 0.65 | 0.4 | 2 | 1500 | 150 | 0.45 | 0.15 | 0.65 | 0.95 | 0.1 | 0 |
| 222 | Pomares | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 361 | 2 | 0.6 | 0.95 | 0.75 | 4 | 1500 | 1500 | 0.5 | 0.15 | 0.95 | 0.8 | 0.8 | 0.8 |
| 223 | Olivais | 1 | 1 | 1 | 152 | 30 | 90 | 60 | 90 | 0.6 | 0.7 | 0.7 | 4 | 1500 | 1500 | 0.65 | 0.15 | 0.7 | 0.95 | 0.95 | 0.95 |
| 231 | Matos | 1 | 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 | Pomares e pinhal | 2 | 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 |
| | | 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 |
| 242 | Vinha e milho | 2 | 1 | 1 | 152 | 20 | 50 | 75 | 60 | 0.15 | 0.65 | 0.4 | 2 | 1500 | 150 | 0.45 | 0.15 | 0.65 | 0.55 | 0.1 | 0 |
| | | 1 | 1 | 183 | 30 | 40 | 50 | 30 | 0.15 | 1.15 | 0.15 | 2 | 1200 | 150 | 0.55 | 0.15 | 1.15 | 0.4 | 0.2 | 0 | |
| 243 | Vinha e eucaliptos | 2 | 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 |
| | | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 361 | 2 | 1.2 | 1.2 | 1.2 | 10 | 2750 | 2750 | 0.8 | 0.15 | 1.2 | 0.3 | 0.3 | 0.3 |
| 244 | Eucalipto | 1 | 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 |
| 311 | Eucalipto | 1 | 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 |
| 312 | Pinhal | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 361 | 2 | 0.95 | 0.95 | 0.95 | 10 | 2750 | 2750 | 0.7 | 0.15 | 0.95 | 0.9 | 0.9 | 0.9 |
| 313 | Eucalipto e pinhal | 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 | 1 | 361 | 2 | 0.95 | 0.95 | 0.95 | 10 | 2750 | 2750 | 0.7 | 0.15 | 0.95 | 0.55 | 0.55 | 0.55 |
| 321 | Matos | 1 | 1 | 1 | 1 | 100 | 100 | 100 | 65 | 0.8 | 0.8 | 0.8 | 1 | 1000 | 1000 | 0.5 | 0.15 | 0.8 | 0.55 | 0.55 | 0.55 |
| 322 | Matos | 1 | 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 e pinhal | 2 | 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 |
| | | 1 | 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 |
| 331 | Praias, dunas e areais | 1 | 1 | 0 | 1 | 10 | 10 | 10 | 10 | 0.15 | 0.15 | 0.15 | 1 | 1 | 1 | 1 | 0.15 | 0.15 | 0 | 0 | 0 |
| 411 | Matos baixos | 1 | 1 | 1 | 1 | 100 | 100 | 100 | 65 | 0.8 | 0.8 | 0.8 | 1 | 1000 | 1000 | 0.5 | 0.15 | 0.8 | 0.25 | 0.25 | 0.25 |

Quadro 2.16 - Resultados anuais médios do balanço hídrico sequencial diário (Margem Direita)

| Precipitação (mm/ano) | Evapotranspiração real (mm/ano) | Escoamento directo (mm/ano) | Recarga (mm/ano) | Recarga (hm ³ /ano) |
|-----------------------|---------------------------------|-----------------------------|------------------|--------------------------------|
| 668 | 324 | 220 | 123 | 175 |

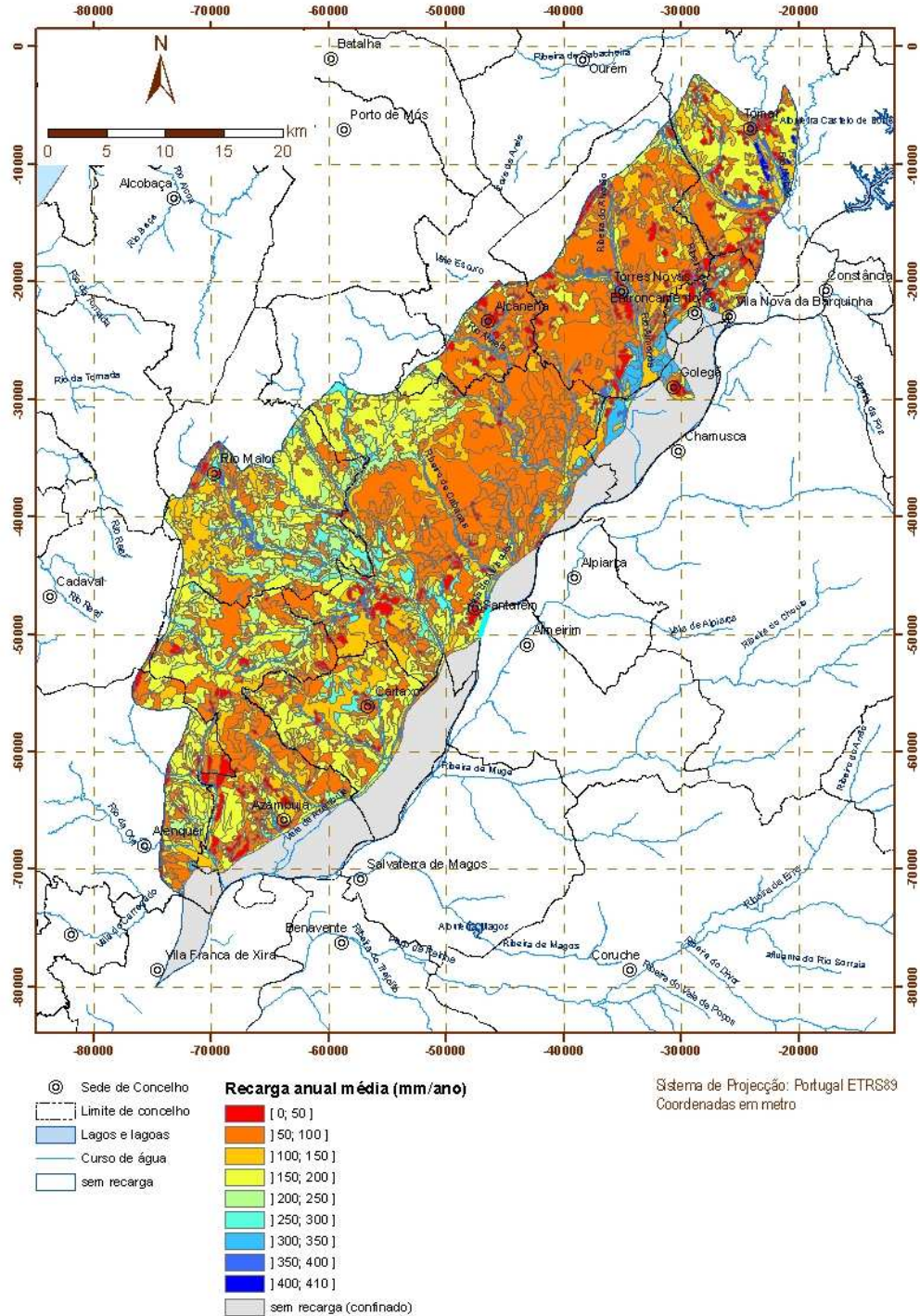


Figura 2.50 – Recarga da massa de águas subterrâneas da Margem Direita

2.1.2.3.15 Bacia do Tejo-Sado/Margem Esquerda

2.1.2.3.15.1 Evolução dos níveis piezométricos

Os pontos de monitorização da massa de águas subterrâneas T3 – Bacia do Tejo Sado / Margem Esquerda são os identificados na

Figura 2.51 e na Figura 2.52. Verifica-se uma concentração maior de pontos de monitorização em dois pólos, que cobrem aproximadamente um terço da massa de águas subterrâneas: um na península de Setúbal e outro na zona situada entre as ribeiras de Canha/Lavre/Santo Estevão, o Rio Sorraia, o rio Tejo e o meridiano que passa um pouco a leste de Coruche. Na parte mais a norte desta massa de águas subterrâneas também existe informação. As restantes zonas apresentam largas áreas sem monitorização de níveis. No caso da área da massa de águas situada na bacia do Sado, o SNIRH apresenta dados de piezometria apenas para o período de 2006 a 2008, claramente insuficiente para fazer uma análise de evolução de níveis piezométricos.

As mesmas figuras indicam, a partir de uma análise de regressão linear dos valores de piezometria observados, representações das tendências de evolução dos valores máximos anuais em cada piezómetro, tendo-se considerado como valor crítico a tendência de descida de 100 mm/ano (= 0,274 mm/dia). Os valores máximos só foram determinados para os anos hidrológicos aproximadamente completos.

A totalidade das séries de dados pode ser visualizada na Figura 2.53. A mesma figura indica as tendências obtidas por regressão linear com a totalidade das séries de dados. Dado que há muitas lacunas de dados e a distribuição dos mesmos não é uniforme no tempo, estas tendências não são consideradas como representativas da evolução dos níveis. Assim optou-se por fazer uma nova análise considerando os máximos piezométricos registados em cada ano hidrológico, para os anos hidrológicos com registos mensais aproximadamente completos (Figura 2.54). Note-se que os valores máximos são projectados nos gráficos nos dias em que ocorreram.

Dos 43 piezómetros actualmente com dados, 19 pertencem à rede do WISE. Dos piezómetros pertencentes à rede WISE, os piezómetros 443/924 e 445/7 apresentam tendência de descida superior a 100 mm/ano. Note-se contudo que a tendência de descida do piezómetro 445/7 resulta deste apresentar os primeiros dois anos hidrológicos com piezometria mais elevada enquanto que nos restantes seis anos apresenta piezometria estável, o que afinal pode indicar não tendência de descida de níveis.

Dos restantes 24 piezómetros monitorizados pela ARH-Tejo, sete apresentam tendência de descida superior a 100 mm/ano: 365/428, 392/177, 432/855, 433/297, 434/280, 442/94 e 444/355.

O piezómetro 365/428 apresenta tendência de descida e valores de piezometria muito negativos, o que indicia exploração do sistema por captações provavelmente muito próximas e provavelmente com aumento de caudal de exploração ao longo do tempo. Realce-se que também o piezómetro 442/94 apresenta tendência de descida com piezometrias já negativas. Este piezómetro é, daqueles que apresenta tendência de descida, o único com uma série de piezometria anterior a 2000, desde 1977 até 1994. A mesma tendência de descida já se vinha observando nesta altura, o que indicia que, localmente, esta massa de águas subterrâneas se encontra sobreexplorada. Note-se que os cinco piezómetros que rodeiam este último (453/235, 453/18, 453/395, 442/241, 453/373) não revelam tendência de descida.

As tendências de descida dos piezómetros 392/177 e 432/855 resultam destes apresentarem os primeiros dois anos hidrológicos (2002/3 e 2003/4) com piezometria mais elevada que os restantes seis anos, que apresentam piezometria estável, o que afinal pode indicar não tendência de descida de níveis. Também o piezómetro 444/355 apresenta níveis estáveis nos últimos cinco anos hidrológicos analisados, sendo a tendência de descida devida aos primeiros três anos hidrológicos considerados.

Em termos globais, para os anos analisados, identifica-se uma tendência de descida ao longo de uma zona alongada de direcção ENE-WSW desde Canha (a ENE) até Coina (a WSW). Identificam-se mais outros dois locais distantes entre si com tendências de descida, um cerca de 10 km a W de Coruche (furo 392/177), e outro 1,5 km a NE de Almeirim (furo 365/428). Na restante área coberta por rede de monitorização não se identificam tendências de descida. Note-se que cerca de metade da área da massa de águas subterrâneas não se encontra coberta por rede de monitorização.

Embora haja algumas zonas com tendência de descida identificada, o facto de em muitos casos se terem séries curtas, entre 2000 e 2010, nalguns casos iniciando-se em 2003 e noutros terminando em 2008, considera-se, também pelos motivos já expostos, que estas tendências só por si não permitem classificar esta massa de águas subterrâneas, de tão grande dimensão, em estado quantitativo medíocre,

avançando-se para a realização de um modelo de balanço hídrico sequencial diário para caracterizar a recarga a longo prazo deste sistema aquífero.

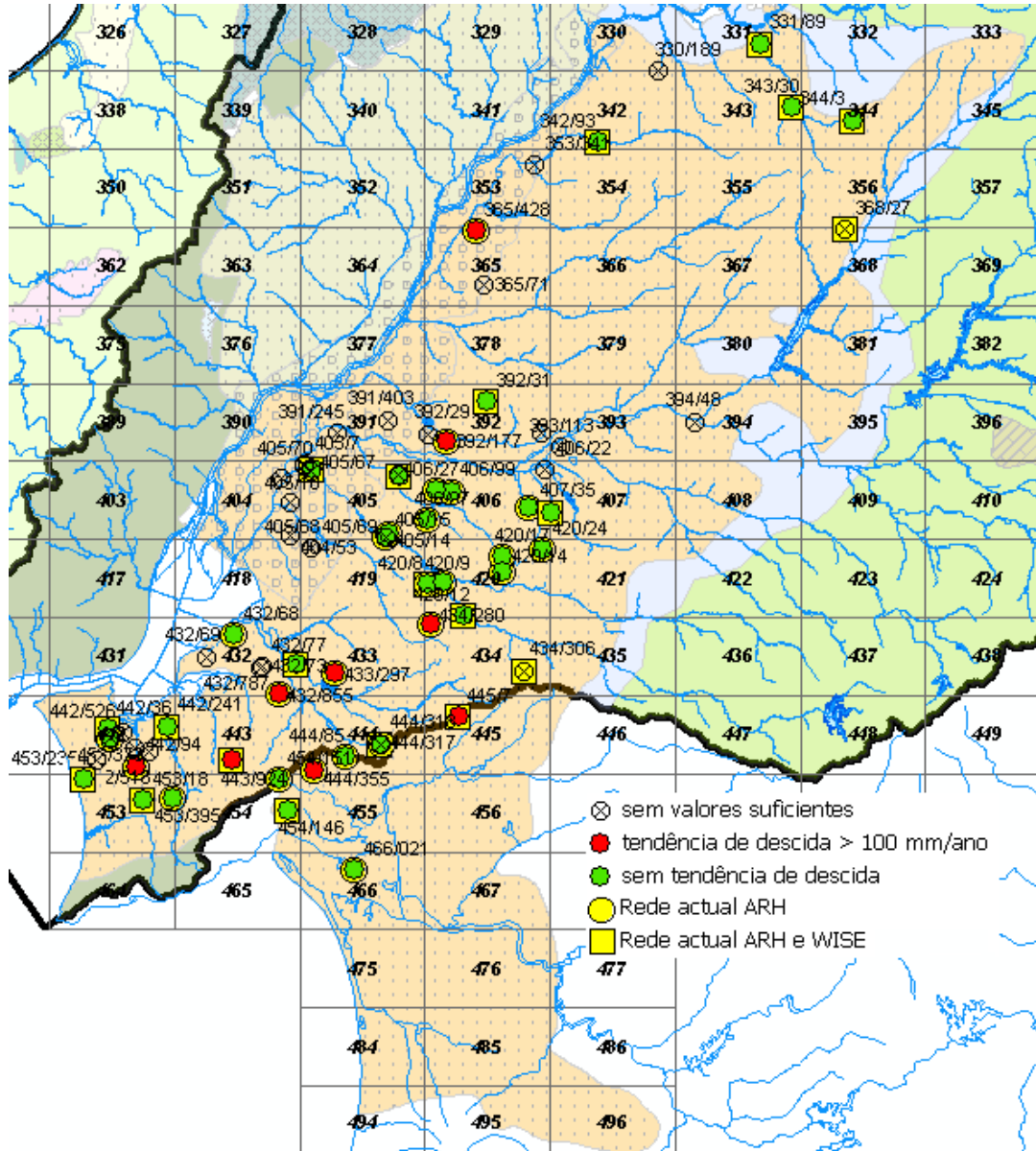


Figura 2.51 – Distribuição dos pontos da rede de monitorização na massa de água da Bacia do Tejo Sado / Margem Esquerda

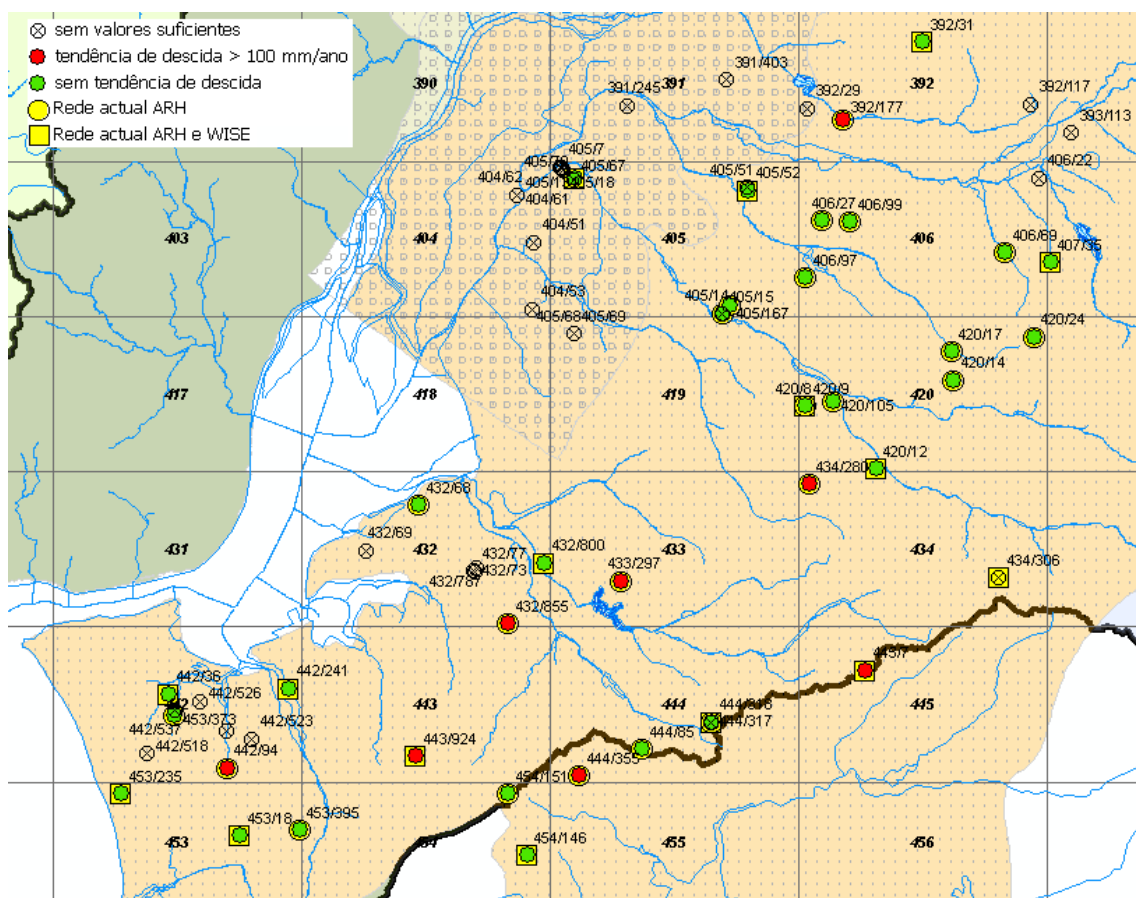
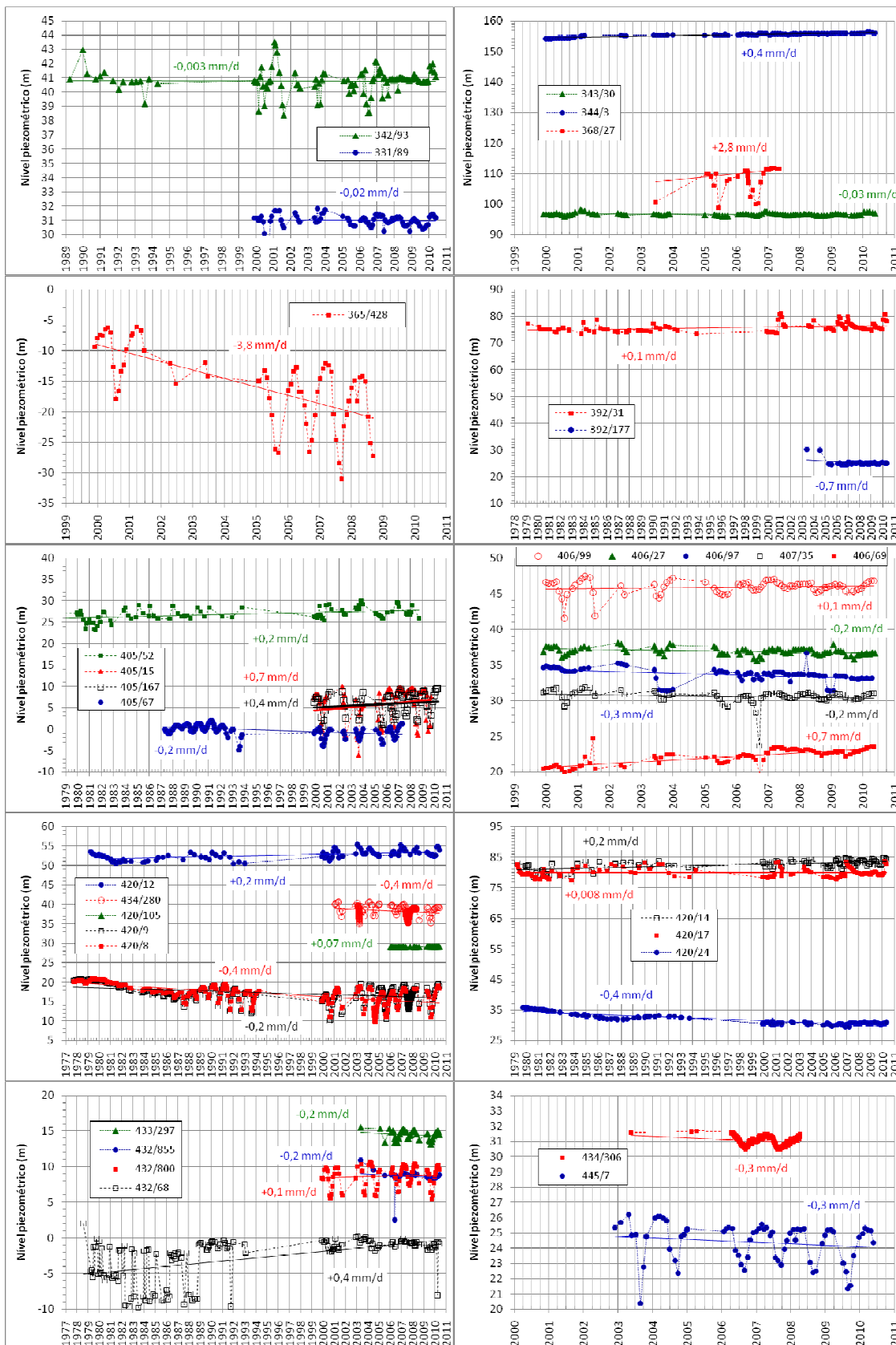


Figura 2.52 – Maior detalhe da distribuição dos pontos da rede de monitorização na massa de água da Bacia do Tejo Sado / Margem Esquerda na zona com maior concentração de pontos



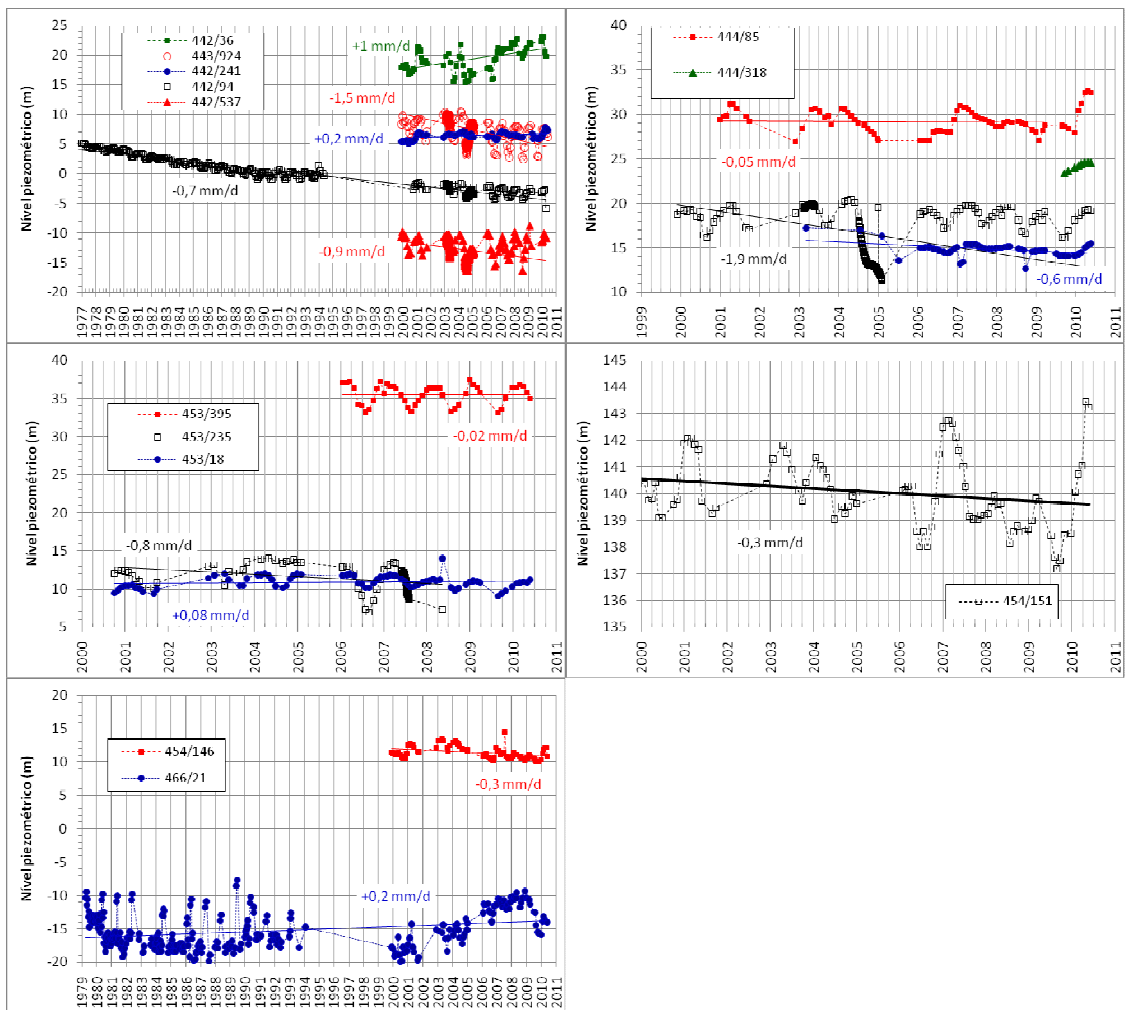
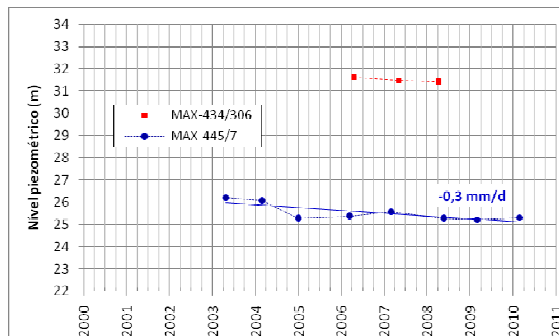
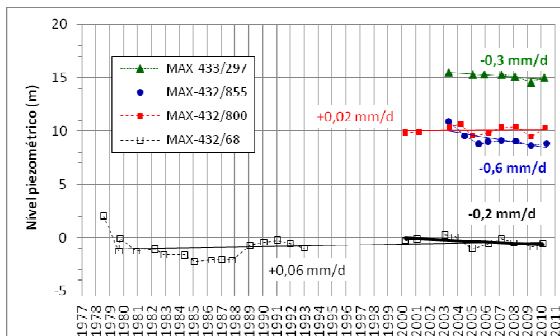
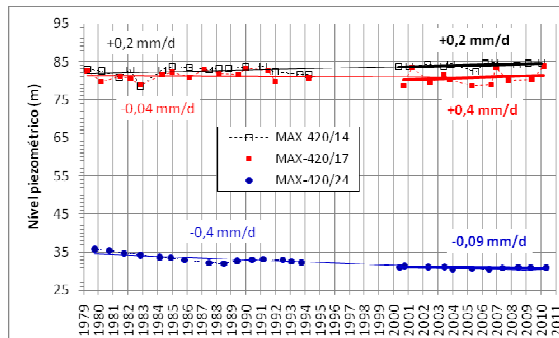
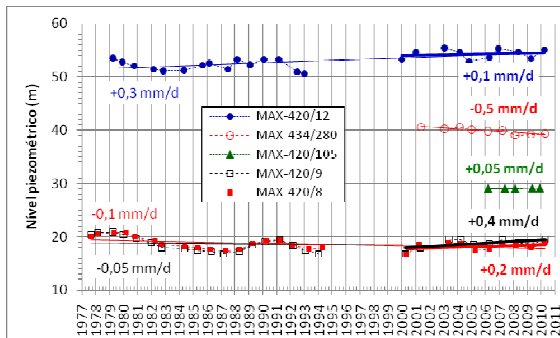
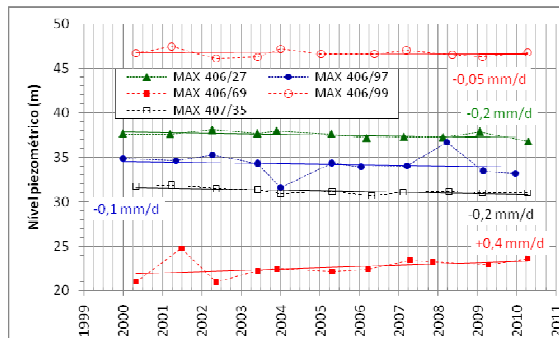
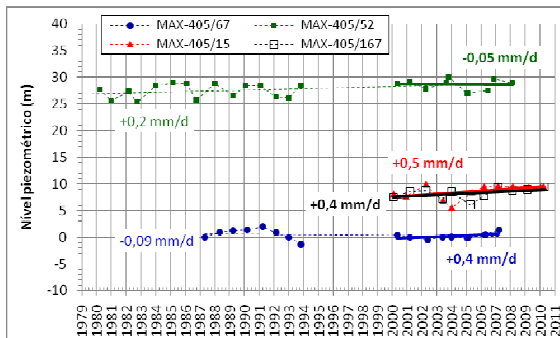
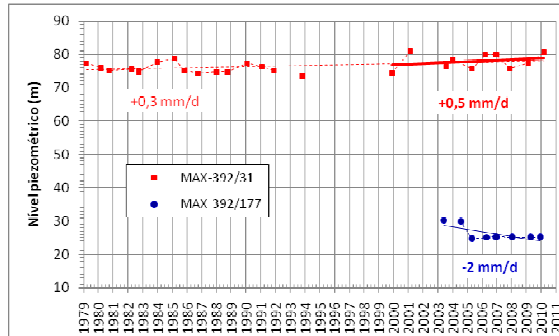
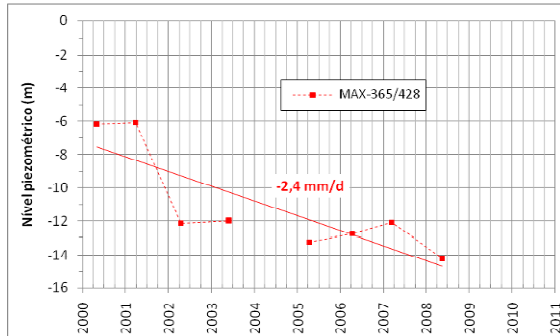
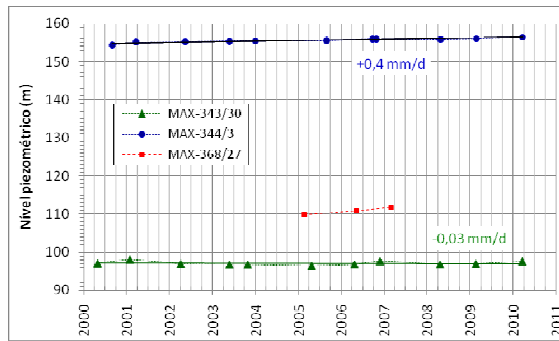
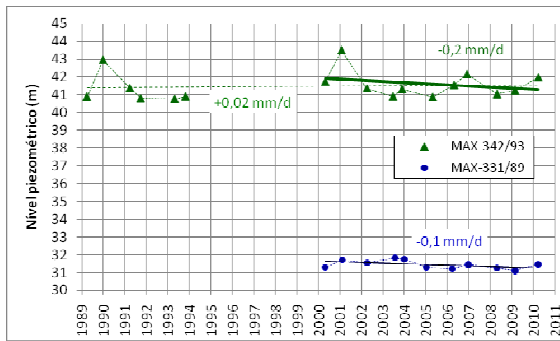


Figura 2.53 – Níveis piezométricos por piezômetro e tendências obtidas utilizando a totalidade das séries



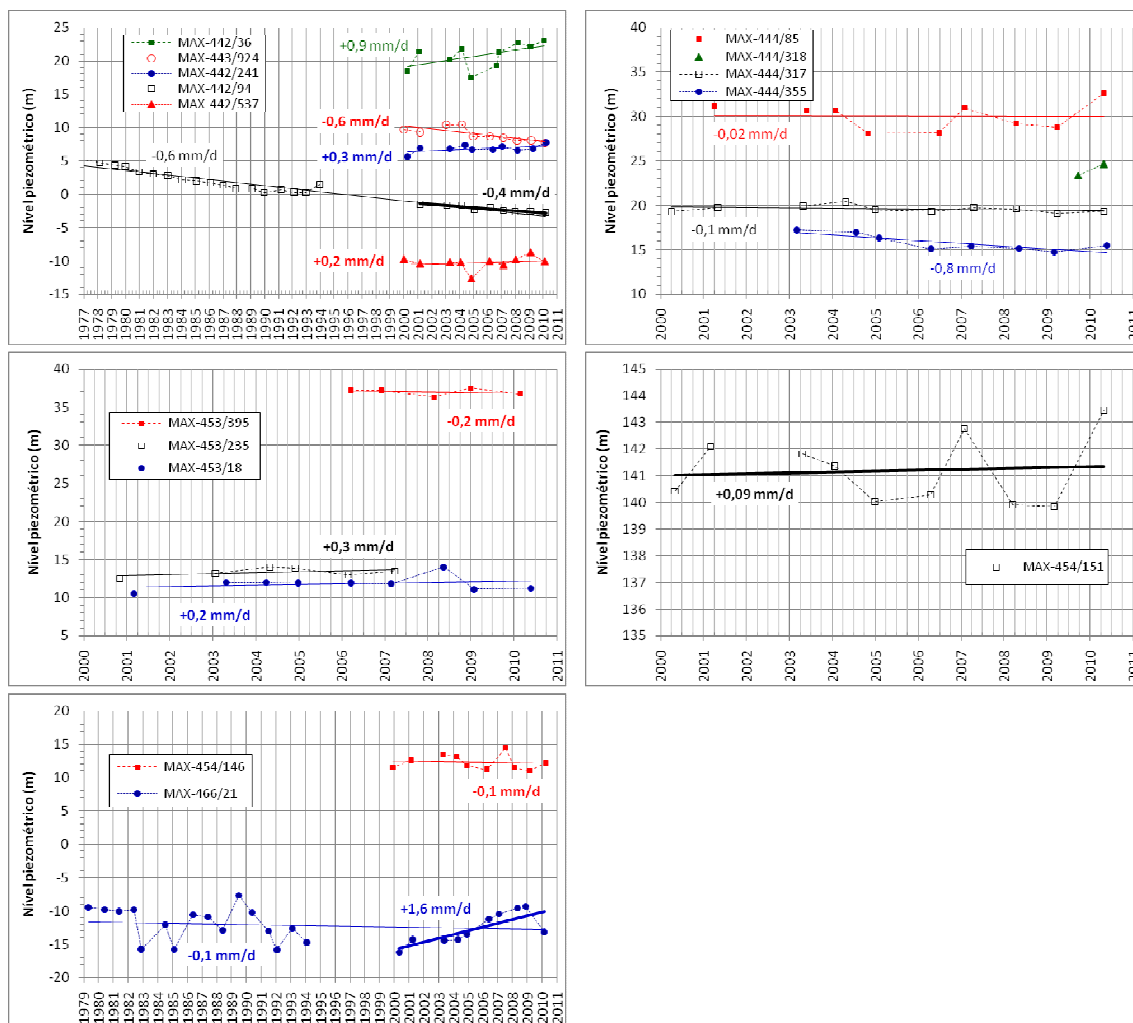


Figura 2.54 – Níveis piezométricos anuais máximos, por ano hidrológico e respectivas tendências de evolução. Nos gráficos que apresentam dois valores de tendência por piezómetro, o valor a negro corresponde à tendência para os anos hidrológicos mais recentes que apresentam registos mensais aproximadamente consecutivos

2.1.2.3.15.2 Evolução espaço-temporal da recarga

Devido ao facto da Margem Esquerda ser uma área muito extensa, esta massa de água foi dividida em função da área de influência de cada estação meteorológica cujos valores foram usados na determinação da evapotranspiração de referência, bem como em função das isolinhas de precipitação dos 700 mm/ano e dos 800mm/ano, de acordo com Nicolau (2002) – Figura 2.55.

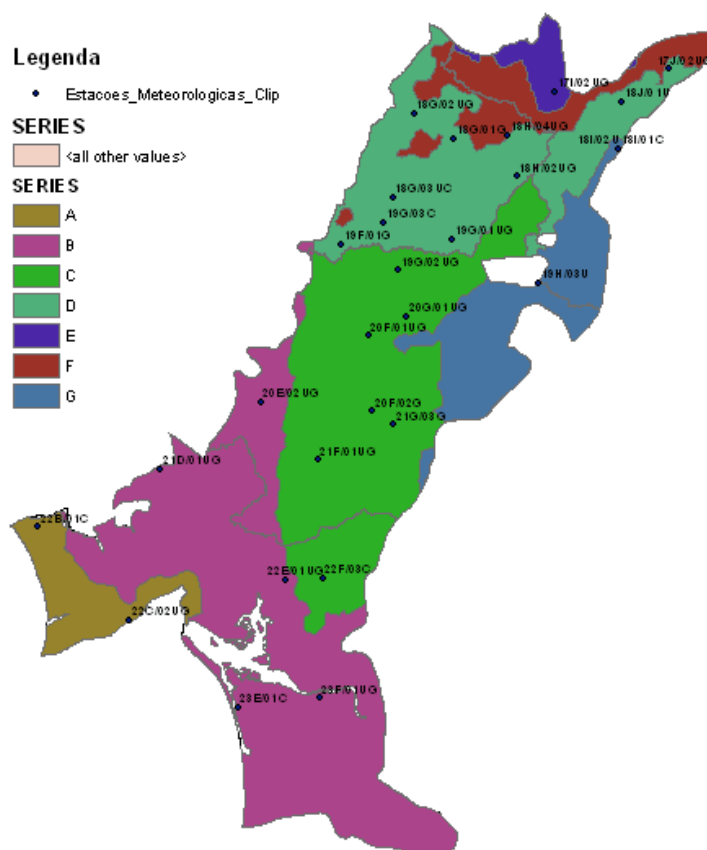


Figura 2.55 – Divisão da massa de águas subterrâneas da Margem Esquerda em regiões aproximadamente homogêneas em termos de precipitação

Para cada série de precipitação foram usados os valores das estações representadas no Quadro 2.17.

Quadro 2.17 - Estações usadas para cada série de precipitação diária (Margem Esquerda)

| Série de Precipitação | Estação |
|-----------------------|--------------------------|
| A | Vila Nogueira de Azeitão |
| B | Moinhola |
| C | Canha |
| D | Marianos |
| E | Bemposta |
| F | Tojeiras |
| G | Barragem de Montargil |

As lacunas destas estações foram preenchidas com dados de estações próximas dentro da área estabelecida para aquela série de precipitação, tendo em conta a relação entre as médias para períodos iguais.

Os valores de evapotranspiração de referência usados correspondem aos calculados para as áreas de influência das estações meteorológicas de Alvega, Lisboa, Salvaterra e Santarém.

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).

A cartografia CORINE Land Cover (1:100 000), em conjunto com as áreas delimitadas para diferentes séries de precipitação diária e evapotranspiração de referência permitiu obter um conjunto de 461 associações solo / ocupação de solo.

O modelo de balanço hídrico sequencial diário foi corrido para o período de 1-10-1980 a 30-9-2009.

O Quadro 2.18 representa os valores de médios anuais obtidos pela corrida do modelo, em que a recarga, de 184 mm/ano, corresponde a 28,16% da precipitação. A Figura 2.56 representa a distribuição espacial dos valores de recarga anual média.

Quadro 2.18 - Resultados anuais médios do balanço hídrico sequencial diário (Margem Esquerda)

| Precipitação (mm/ano) | Evapotranspiração real (mm/ano) | Escoamento directo (mm/ano) | Recarga (mm/ano) | Recarga (hm ³ /ano) |
|--------------------------|------------------------------------|--------------------------------|---------------------|-----------------------------------|
| 654 | 359 | 97 | 184 | 1091 |

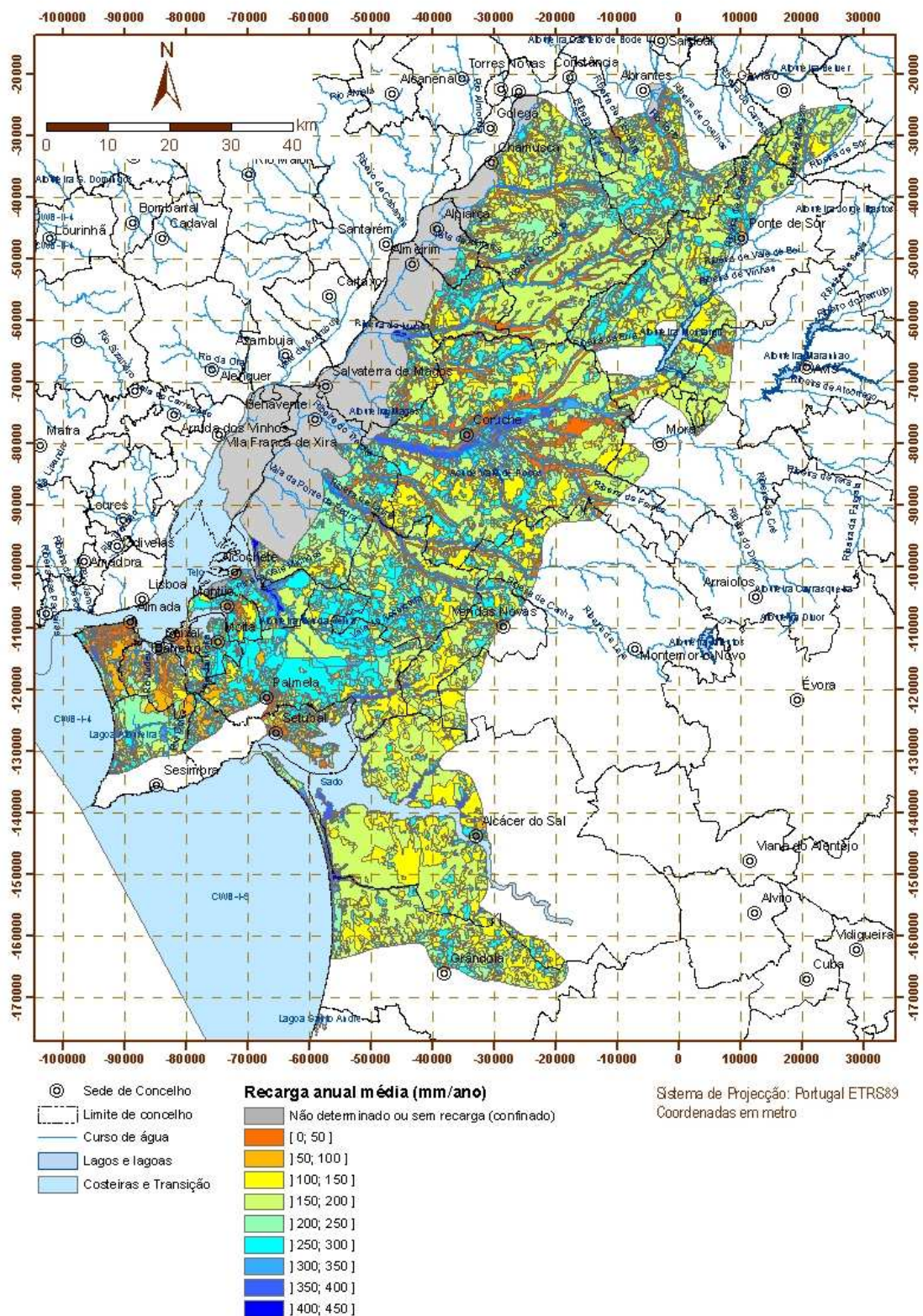


Figura 2.56 – Recarga da massa de águas subterrâneas da Margem Esquerda

2.1.2.3.16 Aluviões do Tejo

2.1.2.3.16.1 Evolução dos níveis piezométricos

Os pontos de monitorização da massa de águas subterrâneas T7 – Aluviões do Tejo são os identificados na Figura 2.57.

Verifica-se uma distribuição não uniforme dos piezómetros pela massa de águas subterrâneas, com algumas lacunas espaciais na parte central-superior da massa e nas secções autónomas das aluviões de Abrantes e de Constância. 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 só foi determinado para os anos hidrológicos aproximadamente completos.

A totalidade das séries de dados pode ser visualizada na Figura 2.58. Dos 14 pontos que pertencem à rede de monitorização actual, sete apresentam séries extensas (desde 1979 até à actualidade), embora com algumas lacunas em períodos intermédios. As tendências observadas para estas sete séries (377/94, 391/33, 404/69, 405/17, 405/34, 418/4 e 418/15) são de subida dos níveis. Os restantes sete piezómetros apresentam séries que começam em 1999 ou posteriormente, com algumas lacunas de dados.

Procedeu-se à análise considerando os máximos, os mínimos e os valores médios registados em cada ano hidrológico, para os anos hidrológicos com registos mensais aproximadamente completos. Há casos de anos hidrológicos que apresentam mínimos e não apresentam máximos por apresentarem valores mensais do final do ano hidrológico. Noutros casos, os dados referem-se principalmente ao período chuvoso ou primavera e não existem registos no verão, razão pela qual esses anos apresentam valores máximos mas não representam valores mínimos. Nos anos em que não existe valor máximo ou valor mínimo também não é apresentado o valor médio.

Os valores obtidos são apresentados na Figura 2.59. Note-se que os valores máximos e mínimos são projectados nos gráficos nos dias em que ocorreram, ao passo que os valores médios são representados na data correspondente ao meio do ano hidrológico (1 de Abril). Devido às muitas lacunas nos anos hidrológicos, o piezómetro 391/437 não permite fazer a análise dos valores máximos, mínimos e médios anuais.

Para os restantes piezómetros, e em função dos anos analisados, considerou-se os seguintes tipos de situação:

- piezómetros onde se consideraram apenas os quatro anos hidrológicos mais recentes sem tendência de descida 377/86, 341/17 (consideraram-se cinco anos), 391/243;
- piezómetros com séries curtas e com tendência de descida nos 5 anos hidrológicos mais recentes: 330/183, 342/78, 342/97 (apenas 3 anos).
- piezómetros com séries longas sem tendência de descida: 377/94, 391/33, 404/69, 418/4, 418/15;
- piezómetros com séries longas mas apenas com um ou dois valores máximos no início da década de 80 e os restantes valores máximos relativos aos anos hidrológicos mais recentes, que apresentam uma tendência de não descida mas que pode estar enviesada devido aos primeiros valores da série: 405/17, 405/34.

Da análise dos resultados obtidos conclui-se que nenhum piezómetro com séries longas apresenta tendência de descida. Os piezómetros com tendências calculadas apenas para os anos hidrológicos mais recentes, apresentam tendências variáveis de descida ou não descida mas o tamanho das séries não é significativo não permitindo que se conclua acerca da tendência de evolução.

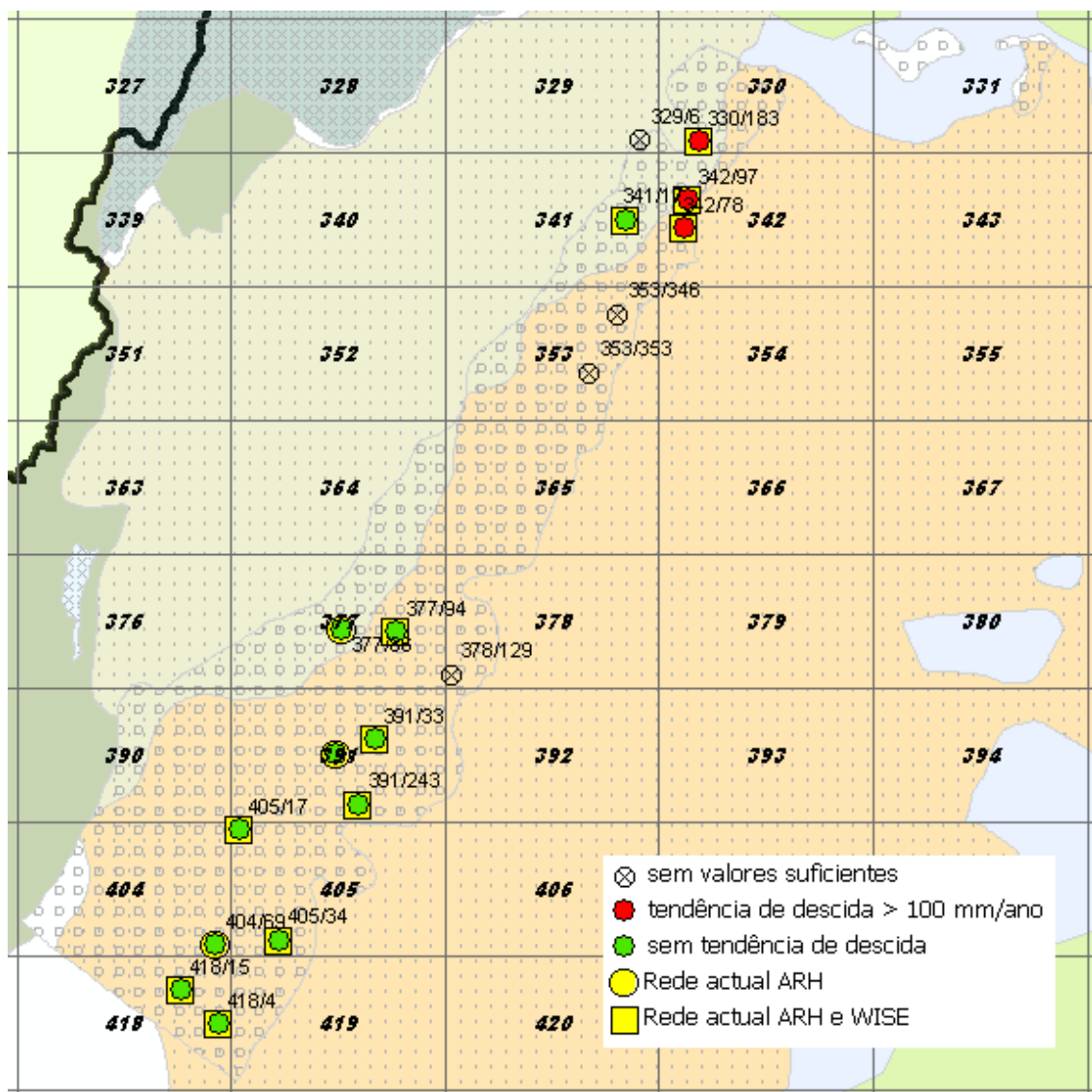


Figura 2.57 – Distribuição dos pontos da rede de monitorização na massa de água T7 – Aluviões do Tejo

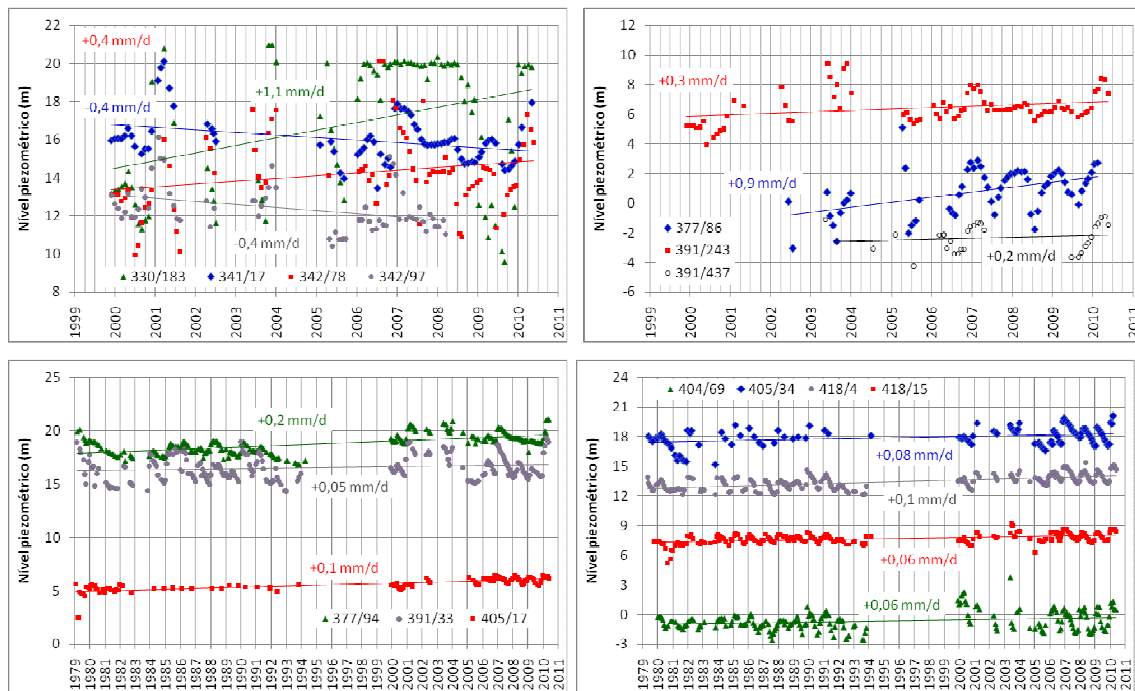


Figura 2.58 – Níveis piezométricos por piezômetro e tendências obtidas utilizando a totalidade das séries

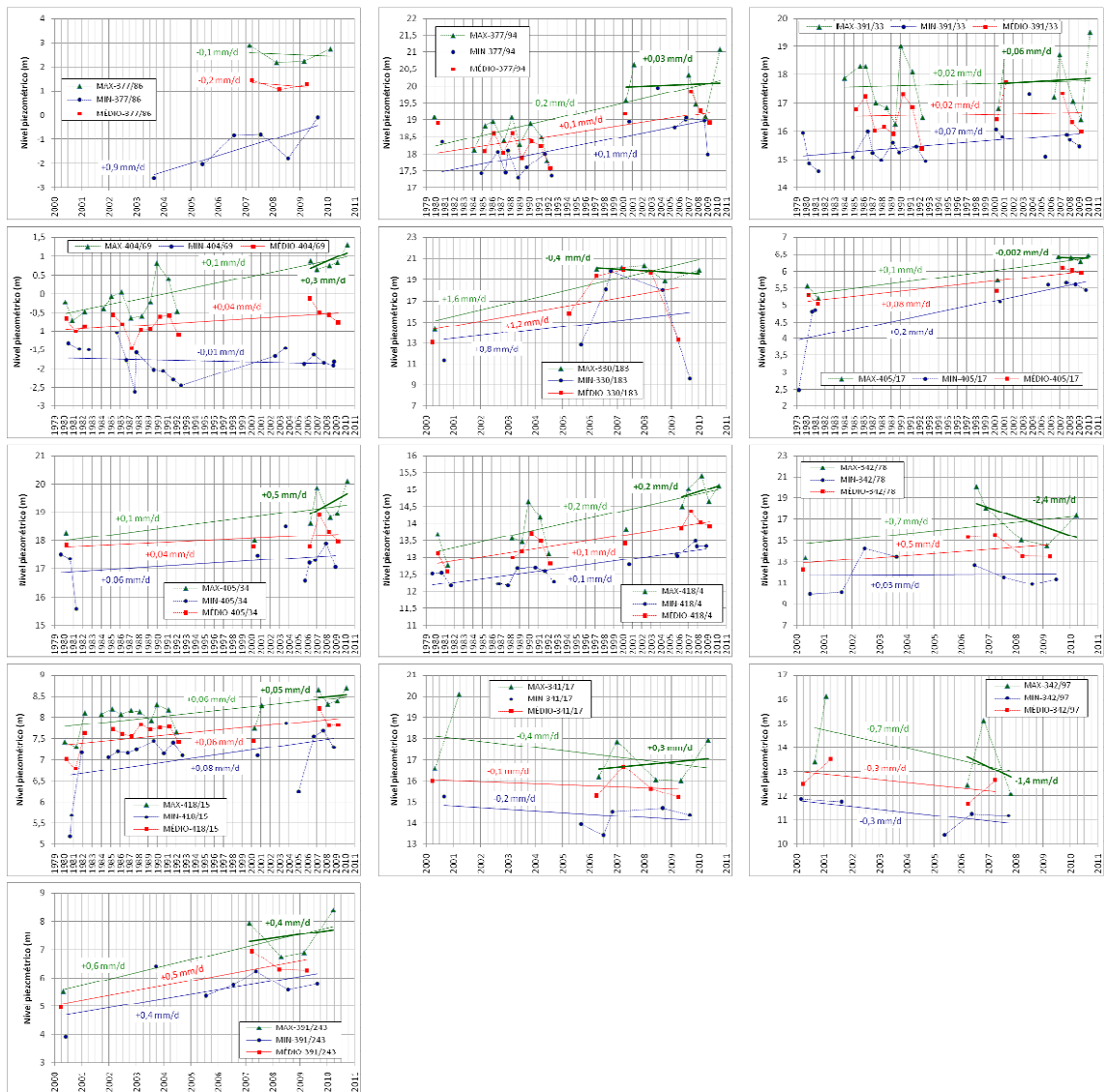


Figura 2.59 – Níveis piezométricos anuais máximos, mínimos e médios, por ano hidrológico e respectivas tendências de evolução. Nos gráficos que apresentam dois valores de tendência por piezômetro, o valor a negrito corresponde à tendência para os anos hidrológicos mais recentes que apresentam registos mensais aproximadamente consecutivos; contudo, dadas as curtas séries utilizadas estas tendências não se consideram significativas

2.1.2.3.16.2 Evolução espaço-temporal da recarga

Nesta massa de águas subterrâneas fez-se a corrida do modelo numérico para o período de 1/10/1979 a 30/9/2009

Utilizou-se os valores de precipitação diária da estação meteorológica da Barragem de Magos (20E/01). Para o referido período esta estação apresentava algumas lacunas de dados, tendo-se usado a relação das médias com estações vizinhas para os mesmos períodos de tempo, nomeadamente as estações de Almeirim (18F/01UG),

Chamusca (17G/02G), Constância (17G/04UG), Muge (19E/01UG) e Vila Franca de Xira (20D/01C).

A série de evapotranspiração de referência (ET_o) utilizada na corrida do modelo corresponde à calculada para a estação de Salvaterra de Magos, para o período de 1959 a 1986.

Os parâmetros de solo utilizados foram atribuídos através do cruzamento da cartografia geológica à escala 1: 500 000 e a Carta de Solos de 1:1 000 000 do Atlas do Ambiente. Assim, a cada mancha de solo corresponde uma ou mais litologias, como vem representado no Quadro 2.19.

Quadro 2.19 - Associação entre a geologia e solos (Aluviões do Tejo)

| Geologia | Solo | Nº de Mancha | Descrição | SROA |
|----------|------|--------------|-----------------------------------|------|
| a | Je2 | 3 | Aluissolos modernos não calcários | A |
| A1 | Re2 | 8 | Regossolos psamíticos | Rg |
| MO | Be14 | 100 | Solos litólicos não húmicos | Vt |
| Fl_M | Je2 | 3 | Aluissolos modernos não calcários | A |
| gz1m | Je2 | 3 | Aluissolos modernos não calcários | A |
| J3 | Je2 | 3 | Aluissolos modernos não calcários | A |
| MST | Je2 | 3 | Aluissolos modernos não calcários | A |
| MT | Po4 | 194 | Podzóis com e sem surraipa | Ap |
| PU | Be14 | 100 | Solos litólicos não húmicos | Vt |
| Q | Re2 | 8 | Regossolos psamíticos | Rg |

Foram assim identificados na área de estudo quatro tipos de solos diferentes, aos quais foram atribuídos parâmetros, conforme as características atribuídas por Oliveira (2004, 2006). O Quadro 2.20 apresenta os valores para cada solo.

Quadro 2.20 - Parâmetros característicos dos solos (Aluviões do Tejo)

| Solo (IHERA) | Código | Retenção específica (-) | Ponto de emurchecimento (-) | Porosidade (-) | Condutividade hidráulica vertical (mm/d) | Material do horizonte superior do solo |
|--------------|--------|-------------------------|-----------------------------|----------------|--|--|
| A | 131102 | 0,27 | 0,12 | 0,44 | 91,32 | 7 |
| Rg | 121101 | 0,09 | 0,04 | 0,44 | 5040 | 1 |
| Vt | 221113 | 0,13 | 0,04 | 0,38 | 1081 | 7 |
| Apr | 611101 | 0,11 | 0,05 | 0,44 | 1834 | 2 |

Para a ocupação do solo utilizou-se a carta Corine Land Cover 2006. Os parâmetros atribuídos são os referidos no Quadro 2.21.

O cruzamento dos solos com a cartografia de ocupação de solos resultou em 70 associações solo / ocupação de solo.

O mapa da Figura 2.60 representa a distribuição da recarga na área da massa de águas subterrâneas e os valores finais obtidos pela corrida do programa encontram-se no Quadro 2.22. O valor obtido para a recarga média anual é de 198 mm/ano, o que corresponde a 31,4% da precipitação média que ocorre na região.

Quadro 2.21 - Parâmetros culturais para cada tipo de ocupação de solo (Aluviões do Tejo)

| Código de Ocupação do Solo | Culturas presentes | 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 | fracao | fracao_0 | fracao_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 | 0,6 | 0,6 | 0,6 |
| 121 | Indústria | 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 | 0,3 | 0,3 | 0,3 |
| | 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 |
| 124 | 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 |
| 131 | Zonas a descoberto e 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 |
| 133 | Impermeável | 0 | 0 | 1 | 1 | 1 | 361 | 2 | 0,01 | 0,01 | 0,01 | 1 | 1 | 1 | 1 | 0,01 | 0,01 | 0,7 | 0,7 | 0,7 |
| | Matos | 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 de inverno | 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 | Milho | 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 |
| 213 | Arrozais | 1 | 1 | 30 | 30 | 60 | 30 | 150 | 1 | 1,15 | 0,7 | 1 | 0,5 | 0,1 | 0,2 | 0,15 | 1,15 | 0,95 | 0,95 | 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 | 0,95 | 0,1 | 0 |
| 222 | Pomares | 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 | 1 | 1 | 152 | 30 | 90 | 60 | 90 | 0,6 | 0,7 | 0,7 | 4 | 1500 | 1500 | 0,65 | 0,15 | 0,7 | 0,65 | 0,65 | 0 |
| 231 | Matos | 1 | 0 | 1 | 1 | 1 | 361 | 2 | 0,8 | 0,8 | 0,8 | 1 | 1000 | 1000 | 0,5 | 0,15 | 0,8 | 0,1 | 0,1 | 0,1 |
| 241 | Pomares | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 361 | 2 | 0,6 | 0,95 | 0,75 | 4 | 1500 | 1500 | 0,5 | 0,15 | 0,95 | 0,25 | 0,25 | 0,25 |
| | 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 |
| 242 | Pomares Milho | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 361 | 2 | 0,6 | 0,95 | 0,75 | 4 | 1500 | 1500 | 0,5 | 0,15 | 0,95 | 0,1 | 0,1 | 0,1 |
| | Milho | 1 | 1 | 183 | 30 | 40 | 50 | 30 | 0,15 | 1,15 | 0,15 | 2 | 1200 | 150 | 0,55 | 0,15 | 1,15 | 0,85 | 0,2 | 0 |
| 243 | Milho | 1 | 1 | 183 | 30 | 40 | 50 | 30 | 0,15 | 1,15 | 0,15 | 2 | 1200 | 150 | 0,55 | 0,15 | 1,15 | 0,7 | 0,1 | 0 |
| | Eucaliptos | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 361 | 2 | 1,2 | 1,2 | 1,2 | 10 | 2750 | 2750 | 0,8 | 0,15 | 1,2 | 0,3 | 0,3 | 0,3 |
| 244 | 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 |
| 311 | Eucalipto | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 361 | 2 | 1,2 | 1,2 | 1,2 | 10 | 2750 | 2750 | 0,8 | 0,15 | 1,2 | 0,65 | 0,65 | 0,65 |
| 312 | Pinhal | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 361 | 2 | 0,95 | 0,95 | 0,95 | 10 | 2750 | 2750 | 0,7 | 0,15 | 0,95 | 0,9 | 0,9 | 0,9 |
| 313 | Eucalipto | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 361 | 2 | 1,2 | 1,2 | 1,2 | 10 | 2750 | 2750 | 0,8 | 0,15 | 1,2 | 0,35 | 0,35 | 0,35 |
| | 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 |
| 321 | Matos | 1 | 1 | 1 | 100 | 100 | 100 | 65 | 0,8 | 0,8 | 0,8 | 1 | 1000 | 1000 | 0,5 | 0,15 | 0,8 | 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 | 0,45 | 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 |
| 331 | Praias, dunas e areais | 1 | 0 | 1 | 10 | 10 | 10 | 10 | 0,15 | 0,15 | 0,15 | 1 | 1 | 1 | 1 | 0,15 | 0,15 | 0 | 0 | 0 |

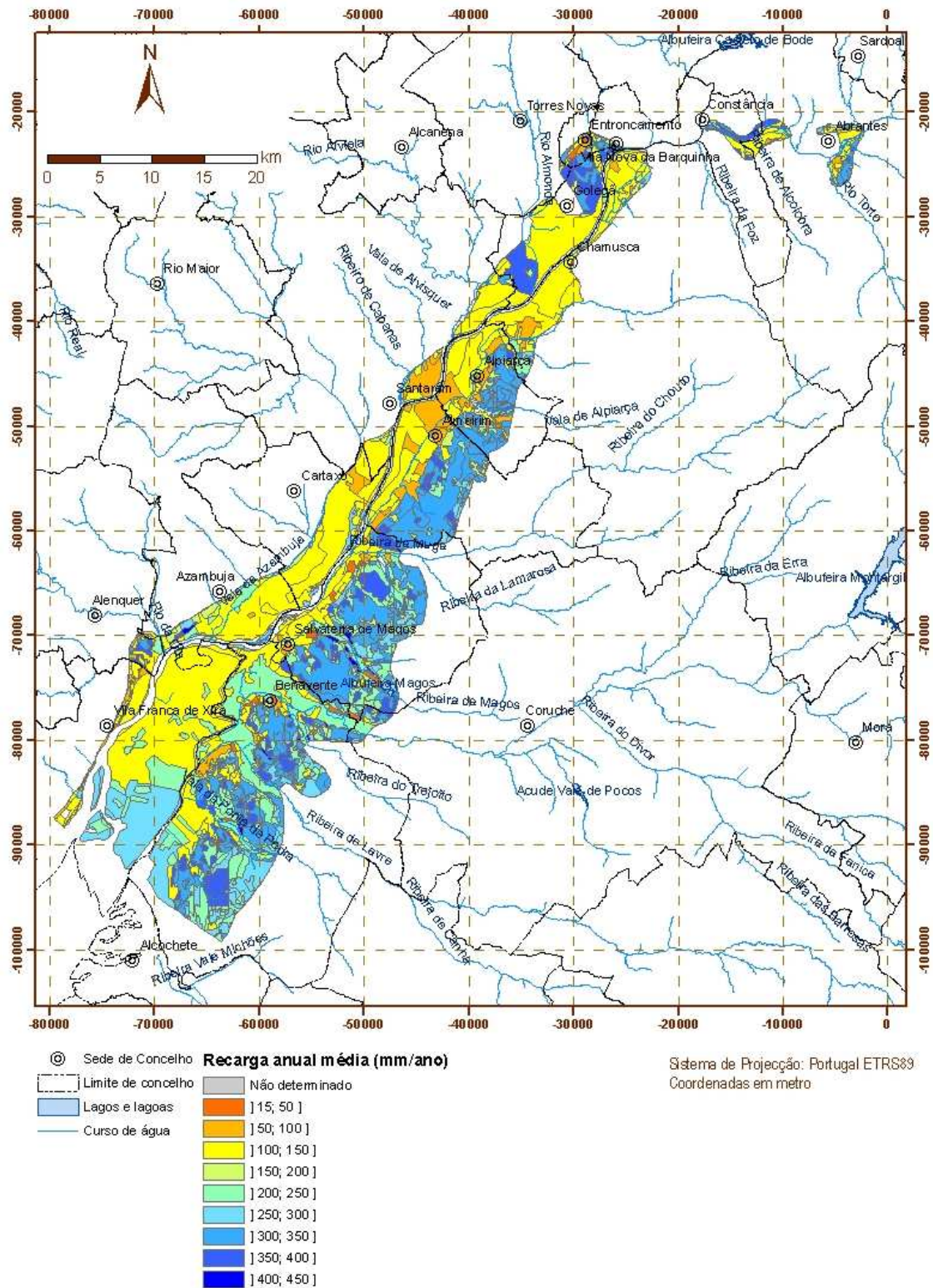


Figura 2.60 – Recarga da massa de águas subterrâneas das Aluviões do Tejo

Quadro 2.22 - Valores de saída do balanço sequencial diário (Aluviões do Tejo)

| Precipitação (mm/ano) | Evapotranspiração real (mm/ano) | Escoamento directo (mm/ano) | Recarga (mm/ano) | Recarga (hm ³ /ano) |
|-----------------------|---------------------------------|-----------------------------|------------------|--------------------------------|
| 629 | 310 | 122 | 198 | 220 |

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 Tejo 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 2.23 apresenta-se uma síntese da informação disponível na ARH Tejo desde o ano 2000 para as 15 massas de identificadas na área deste Plano.

Quadro 2.23 – 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 |
| A0x1RH5 - Maciço Antigo Indiferenciado da Bacia do Tejo | 43 | 480 | 04/01/2000 | 26/10/2009 |
| A2 - Escusa | 4 | 69 | 17/01/2000 | 21/10/2009 |
| A3 - Monforte Alter do Chão | 15 | 198 | 19/07/2000 | 20/10/2009 |
| A4 - Estremoz-Cano | 19 | 178 | 18/07/2000 | 19/10/2009 |
| O011RH5 - Orla Ocidental Indiferenciado da Bacia do Tejo | 6 | 52 | 05/03/2001 | 27/10/2009 |
| O9 - Penela-Tomar | 1 | 12 | 09/04/2001 | 08/10/2009 |
| O11 - Sicó-Alvaiázere | 3 | 30 | 06/04/2004 | 21/09/2009 |
| O15 - Ourém | 5 | 73 | 09/04/2001 | 08/10/2009 |
| O20 - Maciço Calcário Estremenho | 16 | 274 | 04/01/2000 | 20/10/2009 |
| O26 - Ota-Alenquer | 2 | 34 | 26/03/2001 | 14/09/2009 |
| O28 - Pizões-Atrozela | 3 | 30 | 19/03/2001 | 07/10/2009 |
| T01RH5 - Bacia Tejo-Sado Indiferenciado da Bacia do Tejo | 5 | 60 | 20/07/2000 | 26/10/2009 |

| | | | | |
|--------------------------------------|-----|------|------------|------------|
| T1 - Bacia Tejo-Sado Margem Direita | 45 | 1344 | 24/01/2000 | 15/12/2009 |
| T3 - Bacia Tejo-Sado Margem Esquerda | 126 | 1247 | 01/01/2000 | 27/10/2009 |
| T7 - Aluviões do Tejo | 53 | 597 | 02/03/2000 | 29/10/2009 |

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.

2.1.2.4.2 Maciço Antigo indiferenciado da Bacia do Tejo

A caracterização hidrogeoquímica realizada nos primeiros plano de bacia, antes de 2000, teve por base um conjunto de 461 análises químicas efectuadas em amostras de água de 328 captações realizadas entre 1960 e 1997.

A actualização da informação referida foi realizada com base nos dados existentes na ARH Tejo para 43 pontos de monitorização com 480 análises químicas efectuadas entre 04-01-2000 e 26-10-2009 e na campanha de 2010.

2.1.2.4.3 Escusa

A caracterização hidrogeoquímica realizada nos primeiros plano de bacia baseou-se num conjunto de 61 análises químicas efectuadas em amostras de água de 10 captações, cinco análises relativas a 1991 e 1992 (rede de monitorização do projecto "Hidrogeologia da Formação Carbonatada de Escusa", Monteiro, 1993) e as restantes ao ano de 1997 cujas entidades responsáveis foram o INAG e o ERHSA. Haviam sido, igualmente, consultados os resultados referentes a três campanhas de amostragem (DRA Alentejo e Parque Natural da Serra de S. Mamede) elaborado para programa de monitorização do Marvão (Cupeto e Lopes, 1997).

A actualização da informação referida foi realizada com base nos dados existentes na ARH Tejo para 4 pontos de monitorização com 69 análises químicas efectuadas entre 17-01-2000 e 21-10-2009 e na campanha de 2010.

2.1.2.4.4 Monforte – Alter do Chão

A caracterização hidrogeoquímica realizada nos primeiros plano de bacia, antes de 2000, teve por base 14 análises químicas efectuadas na água de 4 captações no concelho de Monforte. Uma das análises era relativa a 1960 e as restantes a num período compreendido entre 1994 e 1998. As entidades responsáveis por estes dados foram o INAG e o ERHSA.

A actualização da informação referida foi realizada com base nos dados existentes na ARH Tejo para 15 pontos de monitorização com 198 análises químicas efectuadas entre 19-07-2000 e 20-10-2009 e na campanha de 2010.

2.1.2.4.5 Estremoz-Cano

A caracterização hidrogeoquímica realizada nos primeiros plano de bacia, antes de 2000, teve por base um conjunto de 87 análises químicas efectuadas em amostras de água de 58 captações realizadas durante o ano de 1997, sob responsabilidade do ERHSA.

A actualização da informação referida foi realizada com base nos dados existentes na ARH Tejo para 19 pontos de monitorização com 178 análises químicas efectuadas entre 18-07-2000 e 19-10-2009 e na campanha de 2010.

2.1.2.4.6 Orla Ocidental Indiferenciado da Bacia do Tejo

A informação desta massa de águas subterrâneas teve por base nos dados existentes na ARH Tejo para 6 pontos de monitorização com 52 análises químicas efectuadas entre 05-03-2001 e 27-10-2009 e na campanha de 2010.

2.1.2.4.7 Penela - Tomar

A caracterização hidrogeoquímica realizada nos primeiros plano de bacia, antes de 2000, teve por base 10 análises químicas efectuadas na água de 4 captações para datas compreendidas entre 1964 e 1977.

A actualização da informação referida foi realizada com base nos dados existentes na ARH Tejo para 1 ponto de monitorização com 12 análises químicas efectuadas entre 09-04-2001 e 08-10-2009 e na campanha de 2010.

2.1.2.4.8 Sicó - Alvaiázere

A caracterização hidrogeoquímica realizada nos primeiros plano de bacia, antes de 2000, teve por base um conjunto de 12 análises químicas efectuadas em amostras de água de 12 captações, para um período de tempo compreendido entre 1961 e 1995.

A actualização da informação referida foi realizada com base nos dados existentes na ARH Tejo para 3 pontos de monitorização com 30 análises químicas efectuadas entre 06-04-2004 e 21-09-2009 e na campanha de 2010.

2.1.2.4.9 Ourém

A caracterização hidrogeoquímica efectuada nos primeiros plano de bacia, antes de 2000, teve por base um conjunto de 62 análises químicas relativas a 48 pontos, realizadas entre os anos 1963 e 1998.

A actualização da informação referida foi realizada com base nos dados existentes na ARH Tejo para 5 pontos de monitorização com 73 análises químicas efectuadas entre 09-04-2001 e 08-10-2009 e na campanha de 2010.

2.1.2.4.10 Maciço Calcário Estremenho

A caracterização hidrogeoquímica realizada nos primeiros plano de bacia, antes de 2000, teve por base um conjunto de 65 análises químicas efectuadas em amostras de água de 40 captações, entre o período de 1971 e 1998.

A actualização da informação referida foi realizada com base nos dados existentes na ARH Tejo para 16 pontos de monitorização com 274 análises químicas efectuadas entre 04-01-2000 e 20-10-2009 e na campanha de 2010.

2.1.2.4.11 Ota-Alenquer

A caracterização hidrogeoquímica realizada nos primeiros plano de bacia, antes de 2000, teve por base a rede de monitorização da EPAL com três captações na Ota e três captações em Alenquer. Foram, também, considerados os resultados das análises relatados em INAG (1997). Tratou-se de cerca de 100 análises químicas realizadas entre 1993 e 1997.

A actualização da informação referida foi realizada com base nos dados existentes na ARH Tejo para 2 pontos de monitorização com 34 análises químicas efectuadas entre 26-03-2001 e 14-09-2009 e na campanha de 2010.

2.1.2.4.12 Pisões-Atrozela

A caracterização hidrogeoquímica realizada nos primeiros plano de bacia, antes de 2000, foi realizada com base na informação recolhida em INAG (1997) e no resultado de 8 análises químicas realizadas em 6 furos, no período compreendido entre 1981 e 1992. As primeiras análises referiam-se a um período compreendido entre Abril e Agosto de 1991, para 16 captações cuja localização exacta se desconhecia.

A actualização da informação referida foi realizada com base nos dados existentes na ARH Tejo para 3 pontos de monitorização com 30 análises químicas efectuadas entre 19-03-2001 e 07-10-2009 e na campanha de 2010.

2.1.2.4.13 Bacia do Tejo-Sado indiferenciado da Bacia do Tejo

A informação desta massa de águas subterrâneas teve por base nos dados existentes na ARH Tejo para 5 pontos de monitorização com 60 análises químicas efectuadas entre 20-07-2000 e 26-10-2009 e na campanha de 2010.

2.1.2.4.14 Bacia do Tejo-Sado/Margem Direita

A caracterização hidrogeoquímica realizada nos primeiros plano de bacia, antes de 2000, teve por base 564 análises químicas de águas subterrâneas provenientes de 242 pontos de monitorização, num período compreendido entre 1957 e 1998.

A actualização da informação referida foi realizada com base nos dados existentes na ARH Tejo para 45 pontos de monitorização com 1344 análises químicas efectuadas entre 24-01-2000 e 15-12-2009 e na campanha de 2010.

2.1.2.4.15 Bacia do Tejo-Sado/Margem Esquerda

A caracterização hidrogeoquímica realizada nos primeiros plano de bacia, antes de 2000, teve por base 1622 análises químicas de águas subterrâneas provenientes de 593 pontos de monitorização, efectuadas num período compreendido entre 1954 e 1998. As entidades responsáveis por estes dados foram o INAG e a EPAL.

A actualização da informação referida foi realizada com base nos dados existentes na ARH Tejo para 126 pontos de monitorização com 1247 análises químicas efectuadas entre 01-01-2000 e 27-10-2009 e na campanha de 2010.

2.1.2.4.16 Aluviões do Tejo

A caracterização hidrogeoquímica realizada nos primeiros plano de bacia, antes de 2000, teve por base 145 análises químicas de águas subterrâneas provenientes de 78 pontos de monitorização, num período compreendido entre 1954 e 1998. Foram também incluídos os resultados das análises químicas da rede de monitorização de qualidade das águas subterrâneas zona envolvente do aterro de Alcanena, com 5 furos, com dados de 1996 e 1997. As entidades responsáveis por estes dados foram o INAG e a EPAL.

A actualização da informação referida foi realizada com base nos dados existentes na ARH Tejo para 53 pontos de monitorização com 597 análises químicas efectuadas entre 02-03-2000 e 29-10-2009 e na 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 no tempo. Este tipo de fenómenos só raramente é conhecido e quantificado em casos para os quais existem estudos hidrológicos e/ ou hidrogeológicos em que se tentaram interpretar estes processos. No caso da maior parte das massas de água subterrâneas da região do presente plano o modelo conceptual de escoamento que se apresentou na secção 2.1.2.2.3 baseia-se numa proposta de definição das áreas e mecanismos de recarga e descarga naturais. Este conhecimento baseia-se no conhecimento acerca dos locais de alimentação e localização das áreas de saída de água naturais dos sistemas regionais de escoamento, entre as quais se processa o fluxo de águas subterrâneas. O volume de escoamento por unidade de tempo entre estas áreas de recarga e descarga correspondente ao valor da recarga anual média a longo termo, menos o volume de extracções praticado no aquífero. 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 actualmente disponíveis são muito escassos, não só para a esmagadora maioria dos sistemas aquíferos em Portugal mas também para a maioria dos aquíferos em todo o mundo.

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 encontram-se as zonas designadas para a protecção de habitats ou de espécies em que a manutenção ou melhoramento do estado da água é um dos

factores importantes para a protecção, incluindo os sítios relevantes da rede Natura 2000, designados ao abrigo da Directiva 92/43/CEE (relativa à preservação dos habitats naturais e da fauna e da flora selvagens) e ainda da Directiva 79/409/CEE (dedicada a garantir a protecção das populações selvagens das várias espécies de aves). Através do trabalho realizado foi assim possível identificar diversos ambientes hidrogeológicos para os quais é possível mostrar que se está seguramente em presença de EDAS, normalmente parcialmente dependentes de águas subterrâneas. Os rios e os ecossistemas ripários podem ser classificados como altamente dependentes, proporcionalmente dependentes ou ainda oportunamente dependentes de águas subterrâneas, de acordo com Hatton *et al.* (1998). Estes graus de dependência podem ser determinados tendo em conta a proporção dos caudais de base (oriundos dos aquíferos) no total de escoamento do curso de água. No caso dos rios existentes na área do presente plano variam entre situações de alta dependência e de dependência parcial das águas subterrâneas, no caso em que são permanentes, uma vez que o escoamento neste tipo de cursos de água está necessariamente associado, durante os períodos de estiagem, às transferências de água oriundas dos aquíferos. Tanto nestes casos como naqueles em que os cursos de água são efémeros ou temporários é possível determinar, através de diferentes métodos, o volume de transferências dos aquíferos para as linhas de água associadas (por exemplo a decomposição de hidrogramas dos cursos de água e/ ou a construção de modelos matemáticos de escoamento que permitam quantificar os volumes de transferências rio-aquífero). A aplicação deste tipo de metodologias sai no entanto do âmbito do actual 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 interações 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 PGRH 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 os cursos de água de menor dimensão constituem sistemas hidrológicos complexos nos quais circula água com origem no escoamento directo sobre a superfície topográfica (e também sobre a própria superfície da linha de água), escoamento hipodérmico ou intermédio, que ocorre nas camadas de solo e formações sedimentares a pouca profundidade em percursos subterrâneos curtos em zonas de vertente, atingindo a rede hidrográfica com um pequeno atraso relativamente às contribuições anteriores e, finalmente, água com origem no escoamento de base. Este escoamento de base verifica-se longo período após a ocorrência de precipitação pois resulta de transferência para os rios de água residente nos aquíferos. Esta componente do escoamento fluvial é muito mais prolongada no tempo do que todas as outras, nos cursos de água permanentes, assegurando o caudal nos rios durante o período de estiagem. Por isso mesmo, os cursos de água que não usufruem desta componente de escoamento são temporários, secando durante períodos sem precipitação superiores aos tempos de concentração das bacias hidrográficas que contribuem para o escoamento de uma dada linha de água. Por isso mesmo, os cursos de água permanentes são ecossistemas parcialmente dependentes de águas subterrâneas. Neste contexto, o presente plano, ao ser desenvolvido com a consciência da necessidade de identificar os 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 das da área do presente plano.

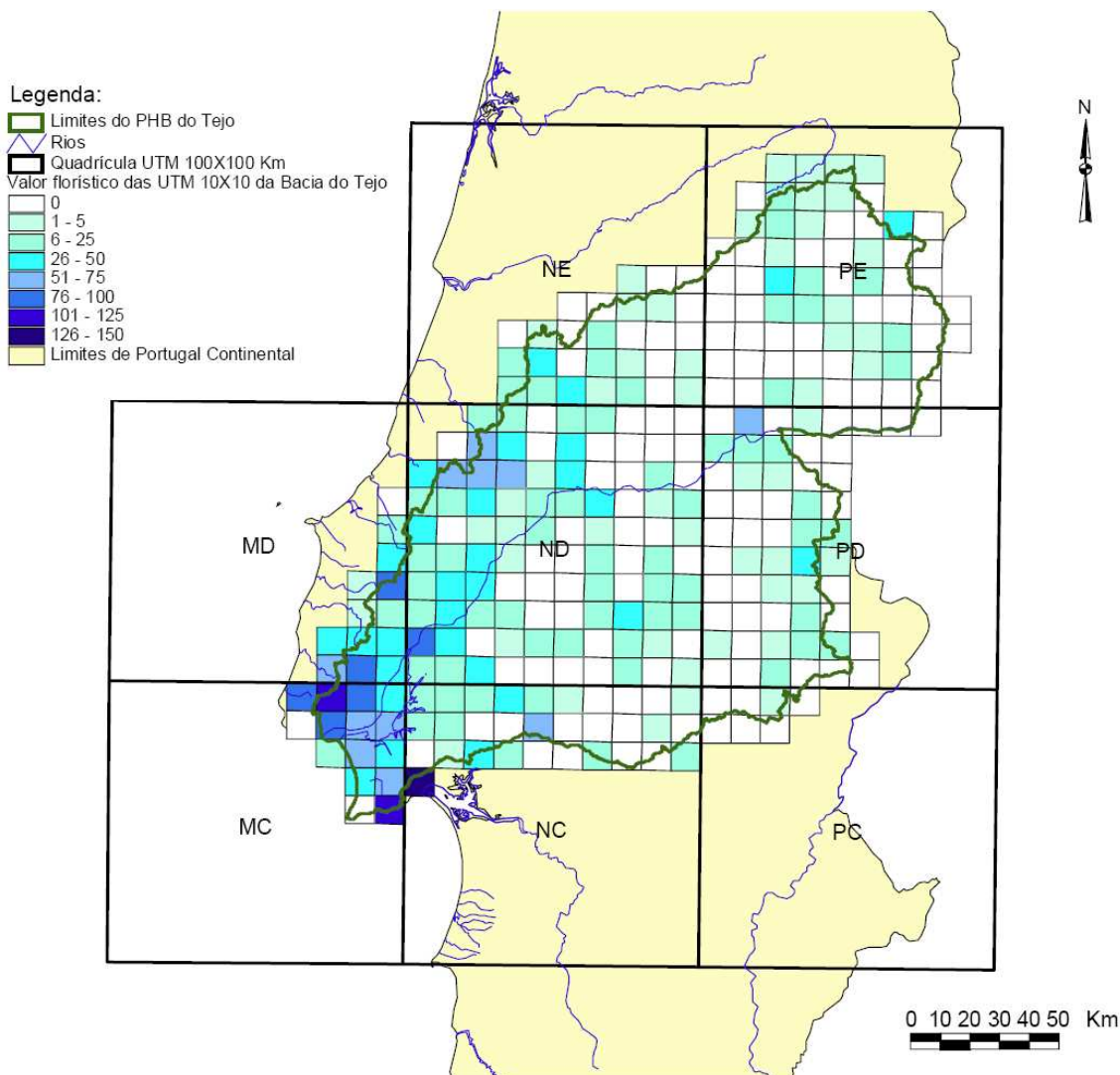
Para inventariação da distribuição das plantas com interesse para conservação na área da bacia hidrográfica do Tejo estes autores realizaram trabalho de campo, no qual foi tida em especial atenção o levantamento dos habitats do Anexo I da Directiva 92/43/CEE e das espécies da flora dos Anexos II e IV, ainda pouco referidos na bibliografia e cartografia disponível. Foram identificadas espécies agrupadas na denominação RELAPE, modo abreviado, as espécies raras, endémicas, localizadas, ameaçadas e em perigo de extinção, sendo de especial importância as “espécies prioritárias” mencionadas no Anexo II da referida Directiva, por serem espécies em perigo, por cuja conservação a Comunidade é especialmente responsável. Estes autores recorreram ainda aos resultados obtidos para a bacia do Tejo no âmbito de um projecto efectuado a nível nacional e coordenado pelo Instituto de Conservação da Natureza no qual se desenvolveram trabalhos conducentes à realização de um livro vermelho da flora portuguesa. Para cobertura de toda a bacia, elaborou-se uma listagem de plantas aí ocorrentes, pertencentes aos Anexos I e IV da Directiva 92/43/CEE ou consideradas raras por Espírito Santo *et al.* (2001), bem como outras ali localizadas; por consulta nos principais Herbários Nacionais (COI, LISI, LISU), anotaram-se os locais de colheita, após o que se determinou as respectivas coordenadas geográficas e quadrículas UTM. Foram localizadas 172 espécies RELAPE nestas condições, o que representa 40% do total de táxones assim classificados no Centro e Sul do País (nas bacias do Tejo, Sado, Mira, Guadiana e ribeiras do Algarve identificaram-se 443 espécies RELAPE). A cada táxone foi atribuído um valor:

- 10 – Prioritárias do Anexo I da Directiva 92/43/CE
- 9 – Do Anexo I da Directiva 92/43/CE
- 8 – Endémicas de Portugal, Raras.
- 7 – Endémicas da Península Ibérica, Raras
- 6 – Endémicas de Portugal, localizadas; Endémicas da Europa, raras
- 5 – Raras
- 4 – Do Anexo V da Directiva 92/43/CE. Orquidáceas

- 3 – Endémicas de Portugal
- 2 – Localizadas
- 1 – Pouco frequentes

A soma de valores para uma quadrícula regional definida forneceu um valor florístico por quadrícula individual, que dividido por classes de valor permitiu a elaboração duma carta de valor florístico (Figura 2.61).

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)

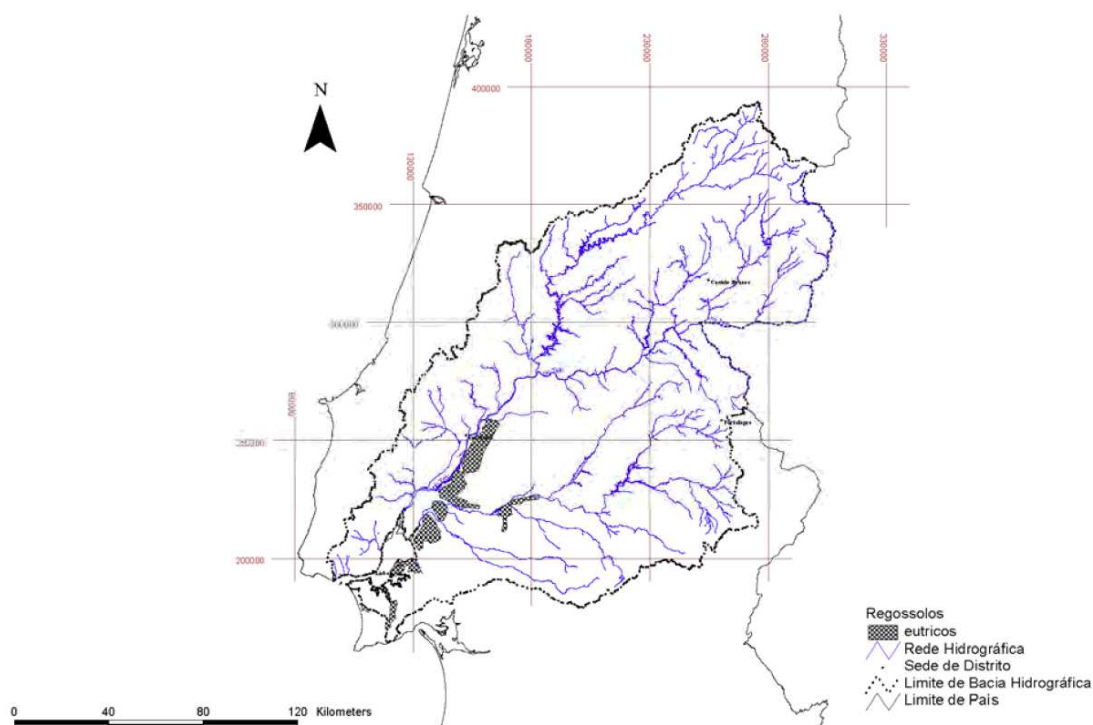
Figura 2.61 – Carta de valor florístico na Bacia do Tejo

Outro aspecto que se reveste de grande interesse, sob o ponto de vista da identificação dos EDAS, recorrendo ao estado actual do conhecimento da ecologia, especialmente da flora selvagem e das relações da sua distribuição espacial com factores hidrogeológicos, consiste na análise dos resultados obtidos por Espírito Santo *et al.* (2001) e Ferreira *et al.* (2001). O trabalho destas autoras e respectivas equipas descrevem a Bacia do Tejo a partir da unidade fitotopográfica de hierarquia superior (a geossérie).

Esta unidade (a geossérie) é constituída por uma sequência espacial determinada e característica, de séries de vegetação (em qualquer das suas etapas) que contactam lateralmente, sucedendo-se segundo um gradiente forte de um qualquer factor

ambiental que se sobrepõe à influência meramente climática. É caso disso a geossérie típica dos rios oligotróficos termo-mesomediterrânicos, em que as séries se sucedem segundo o grau de proximidade do nível freático da superfície do solo (segundo o aumento do teor em água do solo).

Os Regossolos representam aproximadamente 2% da área da bacia hidrográfica do Tejo, sendo classificados como Regossolos eutrícos (Espírito Santo *et al.*, 2001). As suas características mais representativas são a presença do nível freático a menos de um metro de profundidade, a maior parte do ano, e topografia natural ou artificialmente plana. Apresentam-se predominantemente e intermitentemente ao longo da margem esquerda do rio Tejo, intercalados por Fluvissolos entre as localidades de Alpiarça e Benavente, na zona estuarina nos concelhos de Alcochete e Montijo. Este é pois um exemplo em que o conhecimento actualmente existente ao nível do conhecimento ecológico de uma área, conjugado com o conhecimento sobre os solos, permite a identificação de dependências ecológicas de águas subterrâneas, recorrendo a uma via alternativa à análise dos modelos conceptuais dos sistemas aquíferos.



Fonte: Espírito Santo *et al.* (2001)

Figura 2.62 – Regossolos na bacia hidrográfica do Tejo

Tal como é referido por Ferreira *et al.* (2001), em Portugal poucos trabalhos de ecologia fluvial realizam abordagens verdadeiramente limnológicas, ou seja, visando o

estudo quantitativo das interações de variáveis bióticas e abióticas em ecossistemas aquáticos. De facto, a ecologia aquática é uma área científica com menos de duas décadas de exercício no nosso país, sendo ainda pouco utilizada enquanto instrumento de gestão dos elementos biológicos dos recursos hídricos. No presente plano pretende-se pois dar um passo neste sentido ao tentar-se definir a interdependência entre os ecossistemas e os sistemas aquíferos subjacentes. Ainda segundo a descrição destes autores, na geração anterior de Planos de Bacia do Tejo, dentro das séries de vegetação diferenciam-se as séries climatófilas como as que se desenvolvem em solos que apenas recebem água da chuva, edafo-hidrófilas sendo as que se desenvolvem em solos hidromórficos ou em solos sobre massas de águas subterâneas, dependendo a designação destas séries da ausência ou presença de hidromorfia temporal do solo. Existem também as séries edafoixerófilas definidas como aquelas que se desenvolvem em solos relativamente áridos em relação à média. Alguns exemplos tomados em consideração por Espírito Santo *et al.* (2001) e Ferreira *et al.* (2001) nos trabalhos empreendidos de cartografia de vegetação actual, no que respeita a espécies relevantes para este tipo de análise são, por exemplo, o Fraxino angustifoliae-Ulmenion minoris, ulmais e freixiais mediterrânicos ocidentais, hidrófilos, próprios de solos profundos e com nível freático elevado. São igualmente referenciadas, como espécies em que é feita alusão à dependência de água freática a vegetação ripícola ou freatófila, formada por microfanerófitos e nanofanerófitos do género Tamarix ou Nerium, acompanhados de algumas gramíneas altas. Estas colonizam solos higrófilos de linhas de água temporárias de carácter torrencial, rios temporariamente secos, margens de lagunas e salgados de ombroclima seco, semiárido a árido das regiões Mediterrânica, Saaro-Arábica e Irano-Turânica substituindo nestes espaços biogeográficos os bosques da Populetalia albae.

As espécies que vivem na dependência das massas de água são identificadas sob a denominação genérica de macrófitos, designação empregue em limnologia para agrupar o conjunto das plantas macroscópicas que crescem dentro, na superfície ou perto do meio aquático, e que necessitam de um ambiente aquático, alagado ou húmido para sobreviverem, pelo menos durante parte do seu ciclo de vida. As formas macroscópicas de macrófitos incluem macroalgas, líquenes, briófitos, pteridófitos e plantas superiores. Contudo, os grupos taxonómicos principais compreendidos sob a designação de macrófitos lóticos são as macroalgas, os Bryophyta e as Angiospermae, uma vez que os líquenes incrustrantes, Pteridophyta e Gimnospermae associados a este meio constituem apenas grupos residuais. As formas microscópicas

(microalgas) são designadas por micrófitos e estão constituídas ecologicamente em duas comunidades, o perifiton e o fitoplâncton.

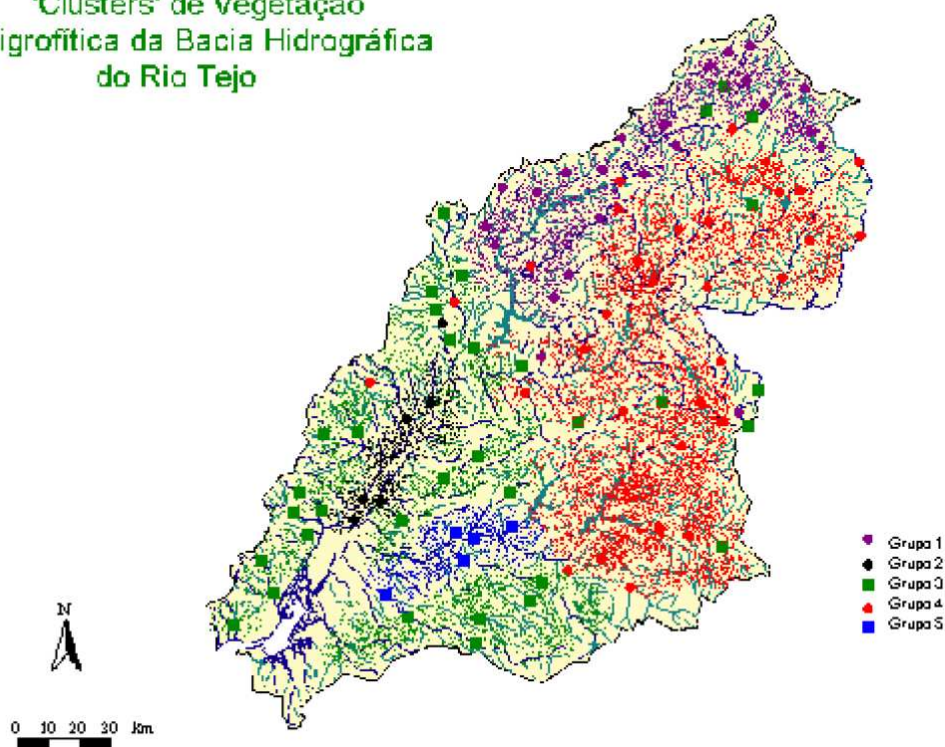
Ferreira *et al.* (2001) referem ainda que, do ponto de vista limnológico, as formações lenhosas (arbóreas e arbustivas) que normalmente bordejam os sistemas fluviais, são igualmente macrófitos. No entanto, pelo seu porte e pelas funções que desempenham (Cortes e Ferreira, 1998), estas formações lenhosas (referidas também como mata ou galeria ripária, ripícola ou ribeirinha) são frequentemente consideradas uma comunidade própria, de características ecotonais dos ecossistemas ribeirinhos e associados.

Apesar dos macrófitos estarem associados muitas vezes a massas de água superficiais e zonas húmidas, o facto destas dependerem, em termos de balanço hídrico das águas subterrâneas justificam a dependência destes ecossistemas relativamente aos sistemas aquíferos associados.

Relativamente à zonagem macrofítica da Bacia do Tejo, Ferreira *et al.* (2001) identificaram a distribuição espacial ilustrada na

Figura 2.63, cujo resultado estabeleceu que 82% do universo de plantas identificadas era similar em todos os troços, sendo responsáveis pela agregação final em grupos, 18% do total das espécies observadas.

'Clusters' de Vegetação
Higrofítica da Bacia Hidrográfica
do Rio Tejo



Fonte: Ferreira *et al.* (2001)

Figura 2.63 – Zonagem macrofítica da bacia do Tejo

Com base na composição florística, parecem existir três grandes zonas de macrófitos na Bacia do Tejo: uma região de maior altitude incluindo as ribeiras da área da Serra da Estrela e a zona da Meimoa, ou seja, a maior parte da bacia do Zêzere; uma região associada aos cursos pequenos e médios de regime hidrológico irregular, incluindo as margens esquerda e direita (Grupo 4); e uma zona incluindo todo o curso inferior e pequenas ribeiras a este associadas, ou seja, grosseiramente a área composta por materiais geológicos terciários e quaternários (Grupo 3).

No interior da área abrangida pelo Grupo 3 destacam-se duas zonas de composição florística mais ou menos distinta, uma associada ao Vale do Sorraia (Grupo 5), intensamente agricultado, com grande intervenção no corredor fluvial (dragagens, extracção de areias, retirada de água para a agricultura, cortes de vegetação, pascigo de taludes, reseccionamentos, etc.) e uma outra associada ao curso final do rio Tejo e curso final das ribeiras a este afluentes, em áreas urbanizadas, agricultadas e industrializadas (Grupo 2). Assim, estes dois Grupos parecem corresponder a áreas de divergência florística sob influência antrópica, no seio do Grupo 3. A análise de frequências realizada por Ferreira *et al.* (2001) permitiu obter as espécies indicadoras

(ou seja, consistentemente mais abundantes e ocorrentes) em cada um dos Grupos formados. O Grupo de cursos de água de altitude inclui espécies como o ranúnculo de água ibérico *Ranunculus baudottii*, a urze branca, o feto real ou a rabaça. A zona de cursos de ribeiras mais intermitentes inclui espécies como o poejo, o tamujo e a tamargueira e não inclui nenhum hidrófito. Na zona do vale do Sorraia surgem como indicadores várias espécies exóticas ou infestantes de rios e arrozais como caniço, junção e milhã maior e também a erva pinheira, um hidrófito exótico extremamente agressivo que tem vindo progressivamente a substituir os hidrófitos indígenas da zona do Sorraia.

A zona Oeste que abrange uma grande parte da bacia inclui indicadores como as generalistas agrião de água, rabaças e o hidrófito indígena lentilha de água maior. A zona do curso final inclui espécies muito tolerantes ao pisoteio e ruderalidade como a labaca ordinária e exóticas como a junção e o jacinto de água, que só se encontra nesta área.

2.1.2.5.3 A0x1RH5 - Maciço Antigo Indiferenciado da Bacia do Tejo

Verifica-se que a estes ambientes hidrológicos e hidrogeológicos se associa uma baixa densidade de espécies de flora raras, endémicas, localizadas, ameaçadas e em perigo de extinção (espécies RELAPE). Recorda-se que a densidade destas espécies RELAPE foi quantificada para toda a área da Bacia do Tejo por Espírito Santo *et al.* (2001). A análise cruzada desta densidade RELAPE (Figura 2.61) com a cartografia hidrogeológica permite verificar que onde a produtividade hidrogeológica da bacia do Tejo é mais baixa à escala regional a densidade deste tipo de espécies é mais baixa. De salientar a este respeito que relativamente à zonagem macrofítica da bacia do Tejo, a área abrangida por esta massa de água subterrânea corresponde a uma região associada aos cursos pequenos e médios de regime hidrológico irregular, incluindo as margens esquerda e direita (Grupo 4), identificado na Figura 2.63.

Efectuaram-se no âmbito do presente plano tentativas do estabelecimento de relações entre a piezometria à escala regional e a altitude dos cursos de água, de forma a tentar identificar potenciais áreas em que as interações rio-aquífero revelassem áreas com dependência ecológica das águas subterrâneas especialmente relevantes. Apesar deste tipo de análise já ter fornecido resultados positivos noutras áreas do Alentejo fora da bacia do rio Tejo, verificou-se neste caso que os dados de piezometria não permitiram a detecção de interdependências entre águas superficiais e

subterrâneas por esta via. Em função dos resultados obtidos considera-se que com os dados actualmente existentes para esta massa de água não é possível a identificação de EDAS por via do estado actual do conhecimento e dados hidrogeológicos disponíveis para esta região. Para atingir este fim será necessário implementar redes de monitorização associadas aos cursos de água, para análise das relações rio aquífero, o que se considera demasiado oneroso e sujeito à obtenção de resultados que indiquem ser pouco importante as interdependências que ocorram, como parece indicar a baixa densidade de espécies RELAPE, como anteriormente referido.

A tabela fornecida para a generalidade das massas de água subterrânea que se apresenta mais adiante, na qual se apresentam as massas de água de superfície potencialmente conectadas com águas subterrâneas ou estabelecendo simplesmente transferências com estas não se apresenta neste caso, referindo-se no entanto que são 900 os cursos de água cartografados na área do Maciço Antigo Indiferenciado da Bacia do Tejo à escala utilizada no presente plano. Estas apresentam-se na Figura 2.64

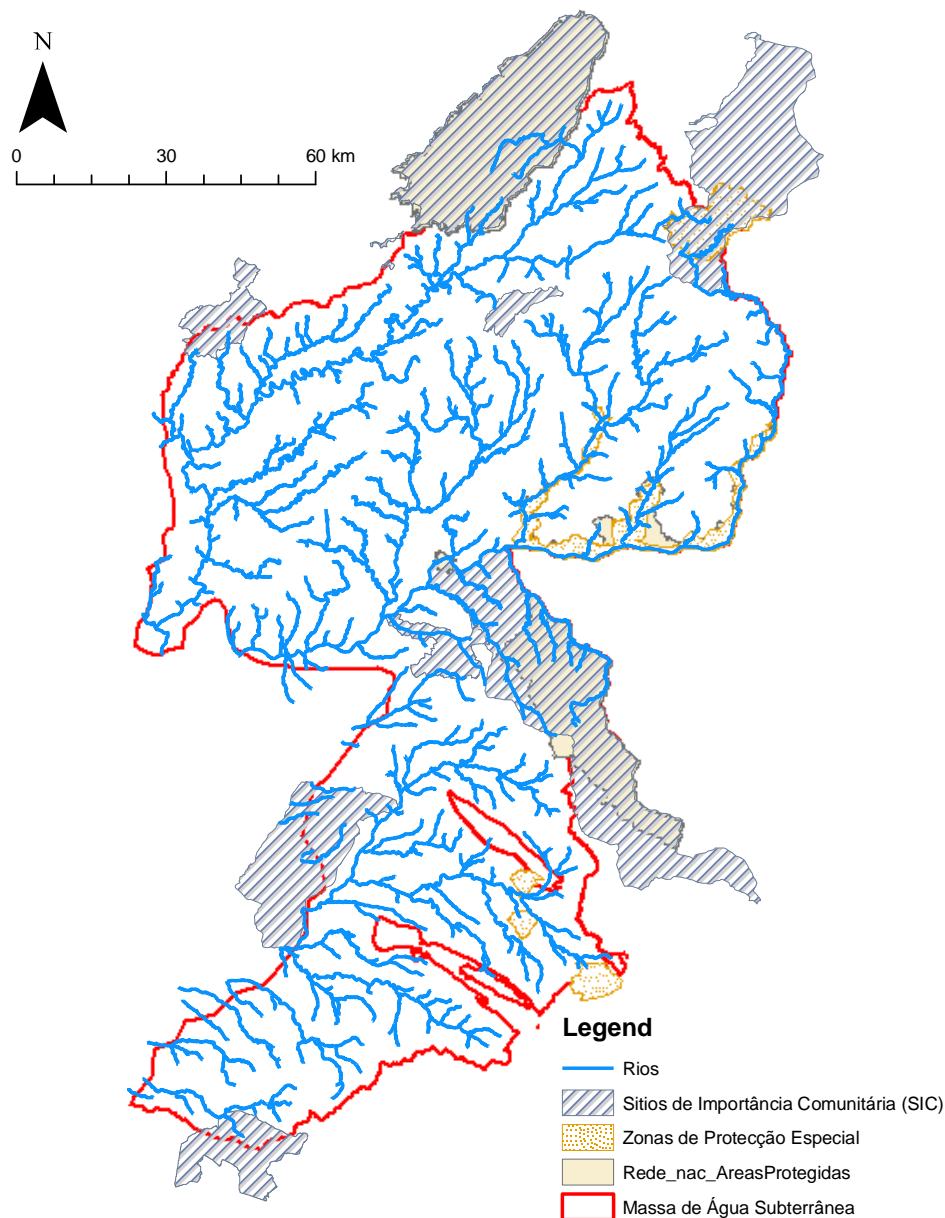


Figura 2.64 – Rede de drenagem superficial na área do Maciço Antigo Indiferenciado da Bacia do Tejo

Relativamente às zonas incluídas nas situações contempladas no Anexo IV da Directiva-Quadro da Água, ou seja, as “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 e da Directiva 79/409/CEE”, verifica-se que na área desta massa de água subterrânea se incluem as áreas protegidas do Tejo Internacional, a Serra de São Mamede, a Serra da Malcata, a Serra da Estrela e ainda o Monumento Natural das Portas de Ródão. Os Sítio de

Importância Comunitária (SIC) da Gardunha, Malcata, de S. Mamede, de Cabeção, do Complexo do Açor, de Nisa / Lage da Prata, de Monfurado, da Serra da Estrela e da Serra da Lousã são igualmente áreas institucionalmente reconhecidas como ambientalmente relevantes, em resultado das decisões que adoptaram as áreas dos SIC da região biogeográfica atlântica mediterrânica. Por último as Zonas de Protecção Especial (ZPE) da Serra da Malcata, do Tejo Internacional, de Erges e Pônsul, de Monforte, de Veiros e de Vila Fernando são igualmente zonas protegidas, neste caso relacionadas com a protecção de aves selvagens.

2.1.2.5.4 A2 - Escusa

A possibilidade de identificar os ecossistemas aquáticos de superfície ou ecossistemas terrestres dependentes de águas subterrâneas varia de acordo com o grau de conhecimento existente relativamente ao modelo conceptual de funcionamento hidrogeológico disponível. Nos casos em que existe conhecimento hidrogeológico de base, que permite identificar de forma fiável as zonas de descarga das massas de água subterrânea, é possível compreender em que medida os ecossistemas existentes dependem da sua presença. Nestes locais o estado da água subterrânea e o estado das águas superficiais associadas são factores que condicionam a protecção dos habitats e das espécies presentes e, por consequência, o estado ecológico das massas de água superficiais associadas (em conexão hidráulica com os aquíferos) e os ecossistemas terrestres dependentes. O caso do sistema aquífero de Escusa corresponde a um dos casos em que a existência de trabalhos de investigação realizados, usando este sistema aquífero como caso de estudo, permitem a definição de um modelo conceptual bem fundamentado para a interpretação do seu funcionamento hidráulico. Recorrendo à informação pré-existente sobre os diversos sistemas aquíferos presentes na área abrangida pelo PGRH Tejo, ilustra-se este tipo de análise através do exemplo do sistema aquífero de Castelo de Vide (Figura 2.4).

De acordo com a interpretação apresentada por Monteiro (2010) para os sentidos regionais de fluxo ilustrados no corte esquemático da Figura 2.4 considera-se que o rio Sever, que se desenvolve para jusante deste sistema aquífero (e cuja denominação para montante do mesmo é ribeira de Porto Espada) é actualmente um ecossistema altamente dependente das águas subterrâneas que circulam em dois dos três sistemas locais de fluxo, identificados de acordo com o modelo conceptual de escoamento disponível para este sistema aquífero. De facto verifica-se que o rio Sever

aumenta, de forma muito significativa, o seu regime de caudal durante o seu percurso de cerca de 800m sobre este sistema aquífero.

De acordo com este modelo conceptual, o rio Sever e áreas ripárias associadas constituem ecossistemas dependentes das águas subterrâneas associadas a este sistema aquífero. Quanto ao grau desta dependência este pode ser determinado a partir da monitorização deste cursos de água, desde que existam dados hidrométricos que permitam calcular o seu tempo de concentração. Assim, logo que exista água em circulação neste rio para além deste período (tempo de concentração) deverá considerar-se que esta provém do sistema aquífero e, por consequência, passado este período, a dependência de águas subterrâneas é total. Por outro lado, enquanto se verificarem contribuições do escoamento directo para a rede hidrográfica, a ribeira de Porto Espada (denominação do rio Sever a montante do Sistema Aquífero de Escusa (Castelo de Vide), a dependência de águas subterrâneas destes ecossistemas é parcial. Dada a existência de uma barragem a montante do aquífero (barragem da Apartadura) o real grau de dependência de águas subterrâneas do rio Sever pode ser quase totalmente controlado através do regime de descargas por este reservatório artificial, uma vez que recebe o escoamento de grande parte da bacia hidrográfica deste curso de água, na Serra de S. Mamede a montante do aquífero de Escusa (Castelo de Vide).

No sector terminal NE deste sistema aquífero, na área de Castelo de Vide, desenvolve-se um sistema local de escoamento cuja descarga contribui para a formação de várias cabeceiras de linhas de água e, ainda, de uma zona de descarga difusa que constitui áreas de declive elevado coalescentes com o perímetro urbano de Castelo de Vide. Esta área, com vegetação mais abundante do que aquela que não usufrui destas descargas do sistema aquífero, pode pois considerar-se como um ecossistema dependente das águas subterrâneas que circulam neste sistema aquífero. Relativamente a estes cursos de água refere-se que estes apenas são cartografados a escalas mais detalhadas do que aquela que corresponde à cobertura cartográfica InterSIG, que é a considerada para efeitos de elaboração do presente Plano. O Quadro 2.24 sintetiza as relações rio-aquífero para o sistema aquífero de Escusa, de acordo com a descrição do rio Sever da cobertura “ART13_MDRENA_PTCONT”.

Quadro 2.24 – Cursos de água na área do sistema aquífero de Escusa

| OBJECTID | EU_CD | RISK_TOTAL | RIVER_NAME |
|----------|--------------|--------------|------------|
| 2360 | PT05TEJ0918N | A determinar | rio Sever |

Acresce-se ainda que, tanto para o rio Sever como para a área difusa de descarga e cabeceiras de linhas de água situadas no limite NW do sistema aquífero, se verifica tratar-se de zonas incluídas nas situações contempladas no Anexo IV da Directiva-Quadro da Água. Ou seja, trata-se de “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 e da Directiva 79/409/CEE”. Estas áreas estão totalmente incluídas no Parque Natural da Serra de S. Mamede (que faz parte integrante da Rede Nacional de Áreas Protegidas) e no “Sítio de Importância Comunitária (SIC) da Serra de S. Mamede”, em resultado das decisões que adoptaram as áreas dos SIC da região biogeográfica atlântica mediterrânica (ver Figura 2.65).

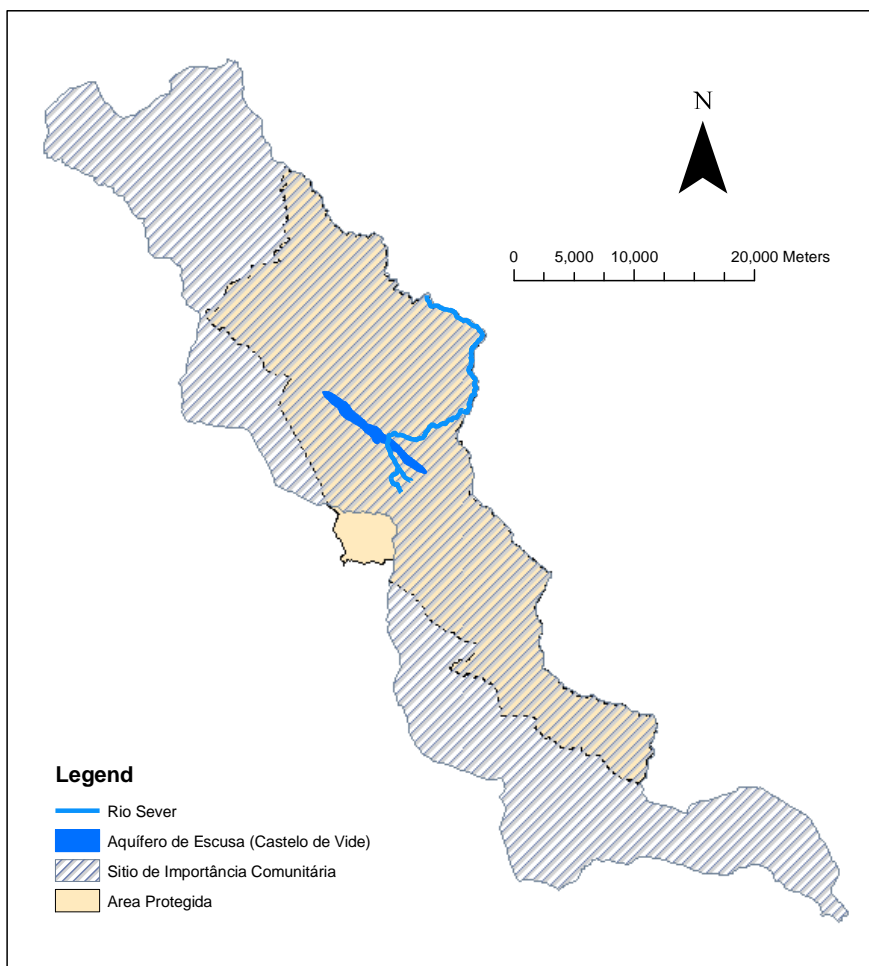


Figura 2.65 – Posição do rio Sever e do aquífero de Escusa (Castelo de Vide), no seio da Rede Nacional das Áreas Protegidas (Parque Natural da Serra de S. Mamede) e Sítio de Importância Comunitária da Serra de S. Mamede

2.1.2.5.5 A3 - Monforte – Alter do Chão

As linhas de água com conexão hidráulica com o sistema aquífero (do qual recebem caudal de base) apresentam uma orientação NE-SW, com o sentido de escoamento SW, são de Norte para Sul a ribeira de Alter, a ribeira de Vide e a ribeira Grande e cursos de água associados. Estas massas de água subterrânea encontram-se listadas no Quadro 2.25 e representados na Figura 2.66, de acordo com a cobertura cartográfica “ART13_MDRENA_PTCONT”).

Exceptuando o caso da ribeira Grande que apresentam caudal ao longo de todo o ano, as restantes ribeiras têm um regime temporário, intermitente, estando os caudais dependentes de episódios chuvosos nas respectivas bacias. No entanto a avaliação da escorrência das linhas de água no sistema mostra que aquelas que mantêm algum escoamento se encontram na dependência de nascentes.

Quadro 2.25 – Cursos de água na área do sistema aquífero de Monforte-Alter do Chão

| OBJECTID | EU_CD | RISK_TOTAL | RIVER_NAME |
|----------|-------------|------------|---------------------|
| 2650 | PT05TEJ1010 | Em risco | ribeira de Vide |
| 2652 | PT05TEJ1010 | Em risco | ribeira de Vide |
| 2653 | PT05TEJ1010 | Em risco | ribeira do Verdigão |
| 2654 | PT05TEJ1010 | Em risco | ribeira de Vide |
| 2672 | PT05TEJ1018 | Em risco | ribeira Grande |
| 2673 | PT05TEJ1018 | Em risco | ribeira Grande |
| 2676 | PT05TEJ1018 | Em risco | ribeira Grande |
| 2677 | PT05TEJ1018 | Em risco | ribeira Grande |
| 2678 | PT05TEJ1018 | Em risco | ribeira Grande |

As linhas de água associadas a esta massa de água subterrânea são pois EDAS. Tal como anteriormente referido, 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 do caudal de base (oriundo dos aquíferos) no total de escoamento do curso de água. Nos presentes casos, os rios existentes na área deste sistema aquífero variam entre situações de alta dependência e de dependência parcial das águas subterrâneas, no caso em que são permanentes (ribeira Grande), o escoamento neste tipo de cursos de água, durante os períodos de estiagem, inteiramente relacionado com a transferência de água oriunda dos aquíferos.

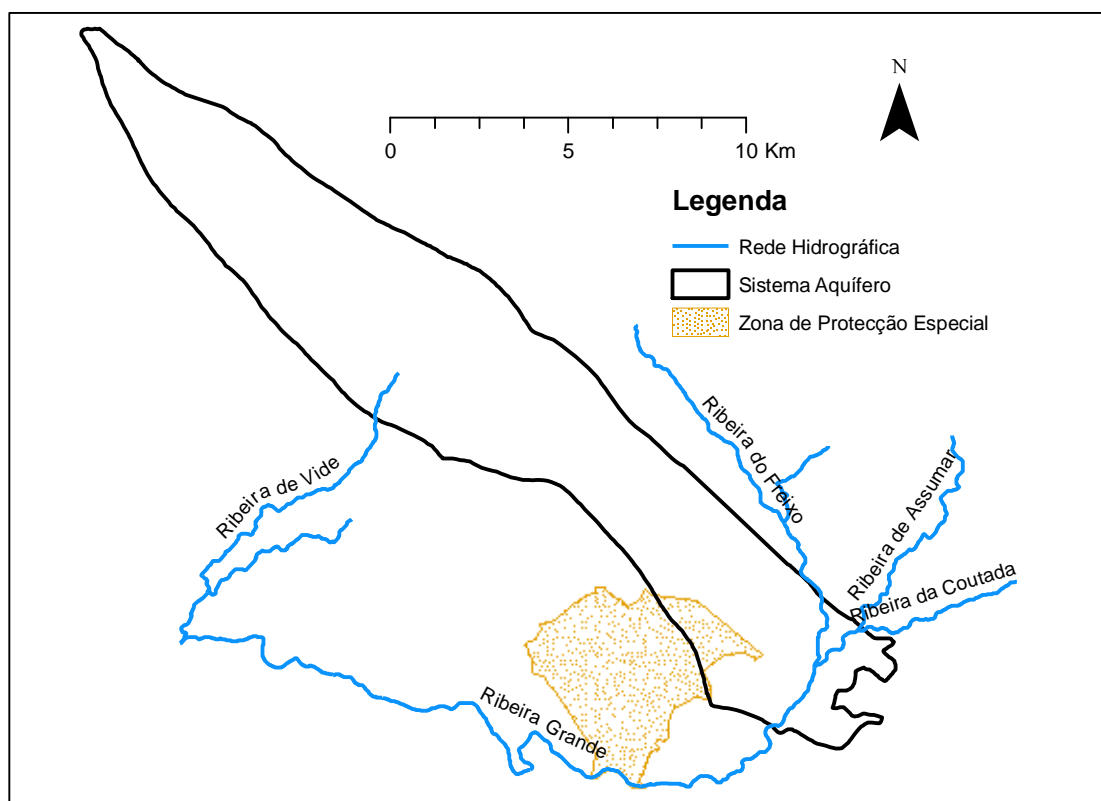


Figura 2.66 – Posição do rio Sever e do aquífero de Escusa (Castelo de Vide), no seio da Rede Nacional das Áreas Protegidas (Parque Natural da Serra de S. Mamede) e Sítio de Importância Comunitária da Serra de S. Mamede

Verifica-se que, à escala considerada nas coberturas cartográficas do presente plano a ribeira de Alter, cujas linhas de cabeceira são geradas no interior do sistema aquífero, na área de Alter do Chão, não está representada (na área do extremo Norte do sistema). Esta linha de água tem o seu caudal associado a nascentes na área do sistema aquífero pelo que a sua presença é importante em termos de definição das condições de fronteira que condicionam o funcionamento hidráulico deste sistema aquífero.

2.1.2.5.6 A4 - Estremoz – Cano

As relações rio-aquífero no sistema aquífero de Estremoz-Cano são menos importantes do que poderia fazer supor a sua importância hidrogeológica que é muito relevante à escala regional. Este facto deve-se a que, como frequentemente acontece em aquíferos cársicos a densidade de drenagem da rede hidrográfica seja muito baixa, dado o elevado valor das taxas de recarga. Nestas condições, o escoamento é predominantemente subterrâneo, sendo a rede hidrográfica praticamente inexistente na área de afloramento das rochas carbonatadas. É o que acontece no caso deste

sistema aquífero, já que, à escala de trabalho dos presentes PGBH, como se pode verificar a rede hidrográfica empregue no InterSIG (cobertura “ART13_MDRENA_PTCONT”) existe uma ausência quase total de cursos de água, o que indicia elevadas taxas de infiltração. Acresce-se ainda como factor que contribui para a baixa densidade da rede de drenagem superficial neste sistema aquífero, o elevado desenvolvimento dos fenómenos de dissolução e o intenso grau de fracturação das formações ocorrentes, que fazem com que praticamente todo o maciço seja considerado zona de recarga (apesar de na região a sudeste de Estremoz, constituída por dolomitos ter sido identificada uma zona preferencial de recarga, revelada pela presença de níveis piezométricos mais elevados neste sector do aquífero).

No caso deste sistema aquífero, tal como nos restantes casos em que existem modelos conceptuais de escoamento propostos para trabalhos anteriores ao presente plano, é possível descrever de forma justificada a natureza das interacções das águas subterrâneas com a rede de drenagem superficial.

O Quadro 2.26 sintetiza as relações rio-aquífero para o sistema aquífero de Estremoz-Cano.

Quadro 2.26 – Cursos de água na área do sistema aquífero de Estremoz-Cano

| OBJECTID | EU_CD | RISK_TOTAL | ENV_OBJECT | RIVER_NAME |
|----------|-------------|------------|------------------|---------------------------|
| 2747 | PT05TEJ1027 | At Risk | Zonas Sensíveis | ribeira do Vale do Freixo |
| 2797 | PT05TEJ1043 | At Risk | Zonas Sensíveis | ribeira Santo Estêvão |
| 2798 | PT05TEJ1043 | At Risk | Zonas Sensíveis | ribeira dos Mares |
| 2880 | PT05TEJ1067 | At Risk | Estado Ecologico | ribeira da Jordana |

Os cursos de água existentes em contacto ou na proximidade do sistema aquífero de Estremoz - Cano listados no Quadro 2.26 representam-se juntamente com os limites deste sistema aquífero no mapa da Figura 2.67. A ribeira do Vale do Freixo tem a sua área de cabeceira associada aos tufos calcários pliocénicas de Cano, numa área onde ocorrem nascentes. Este caso parece pois constituir a única situação onde existe contribuição de caudal de base para um curso de água a partir deste sistema aquífero, à escala da informação geográfica disponível para a elaboração do presente plano. Nos restantes casos apresentados, verifica-se que, na área Sul (ribeira da Jordana), não são identificadas nascentes ou saídas naturais oriundas das rochas carbonatadas e, na ribeira de Sousel, a geração de escoamento nas cabeceiras de linhas de água está relacionada predominantemente com as rochas cristalinas do núcleo do anticlinal de Estremoz e não com as rochas carbonatadas no curto trajecto do curso de água

sobre estas mesmas rochas carbonatadas. Considera-se assim que não existem elementos que levem a considerar a presença de relações rio-aquífero relevantes nesta área que permitam estabelecer relações causísticas de dependência de ecossistemas desta massa de água subterrânea.

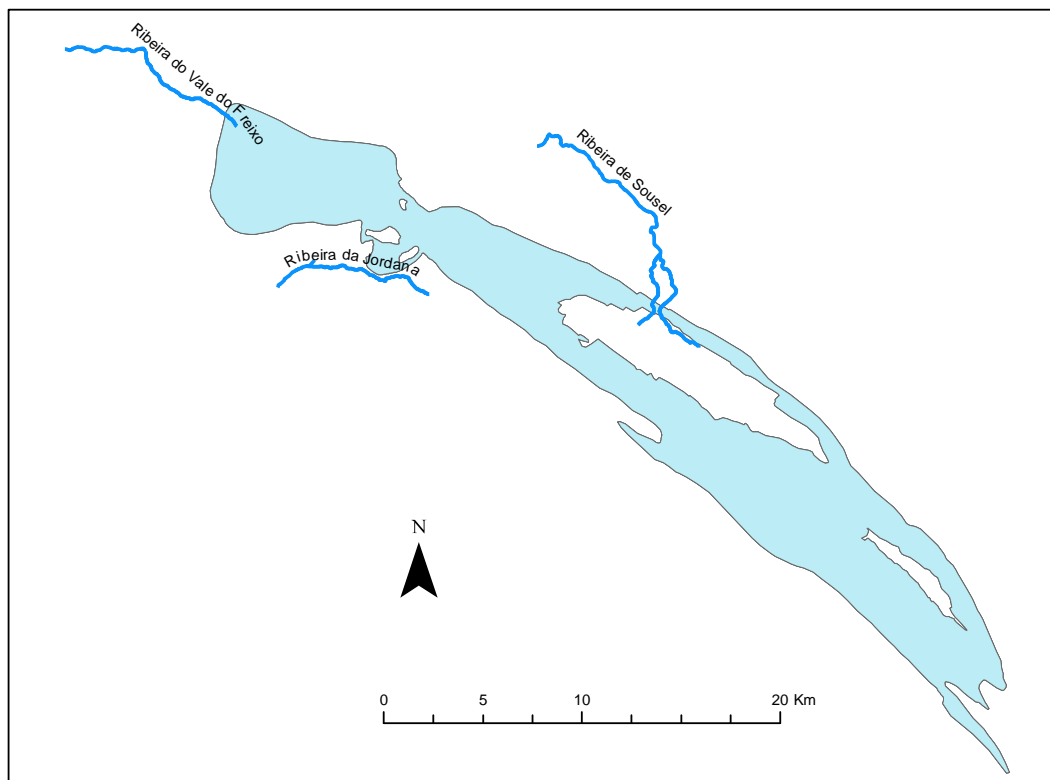


Figura 2.67 – Cursos de água e limites do Sistema aquífero Estremoz-Cano representados nas coberturas cartográficas empregues para a elaboração do presente PGBH

Relativamente às situações contempladas no Anexo IV da Directiva-Quadro da Água, respeitantes a “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 e da Directiva 79/409/CEE”, verifica-se que o sistema aquífero de Estremoz – Cano é um dos raros casos em que não existe em toda a sua extensão territorial qualquer caso deste tipo.

2.1.2.5.7 O01RH5 - Orla Ocidental Indiferenciado da Bacia do Tejo

Como se infere da secção 2.1.2.2.3.6, não estão definidos modelos conceptuais de funcionamento das diferentes zonas em que se pode dividir esta massa de águas subterrâneas. Desta forma, e de acordo com o estado actual do conhecimento, não é

possível estabelecer relações de interdependência entre a dinâmica de circulação de águas subterrâneas à escala, na entidade hidrogeológica actualmente denominada “Orla Ocidental Indiferenciado da Bacia do Tejo”, e as massas de água superficiais na sua área de ocorrência que se representam na Figura 2.68.

Para analisar as relações rio-aquífero seria pois necessário implementar uma rede de monitorização associada a cada curso de água de modo a obter dados suficientemente representativos que permitissem definir tal relação, o que seria desproporcionalmente oneroso. No entanto, recorrendo aos dados da rede de monitorização actual foi possível analisar a relação pontual rio-aquífero para um dos cursos de água que atravessam esta massa de água subterrânea (MAS), a ribeira do Boiçã, um afluente do rio Trancão. Esta ribeira passa perto do piezómetro 403/164, a uma cota de 120m, que apresenta como valor máximo de potencial hidráulico 123m, desta forma é possível que esta MAS, neste local, tenha alguma contribuição para o caudal de base deste curso de água.

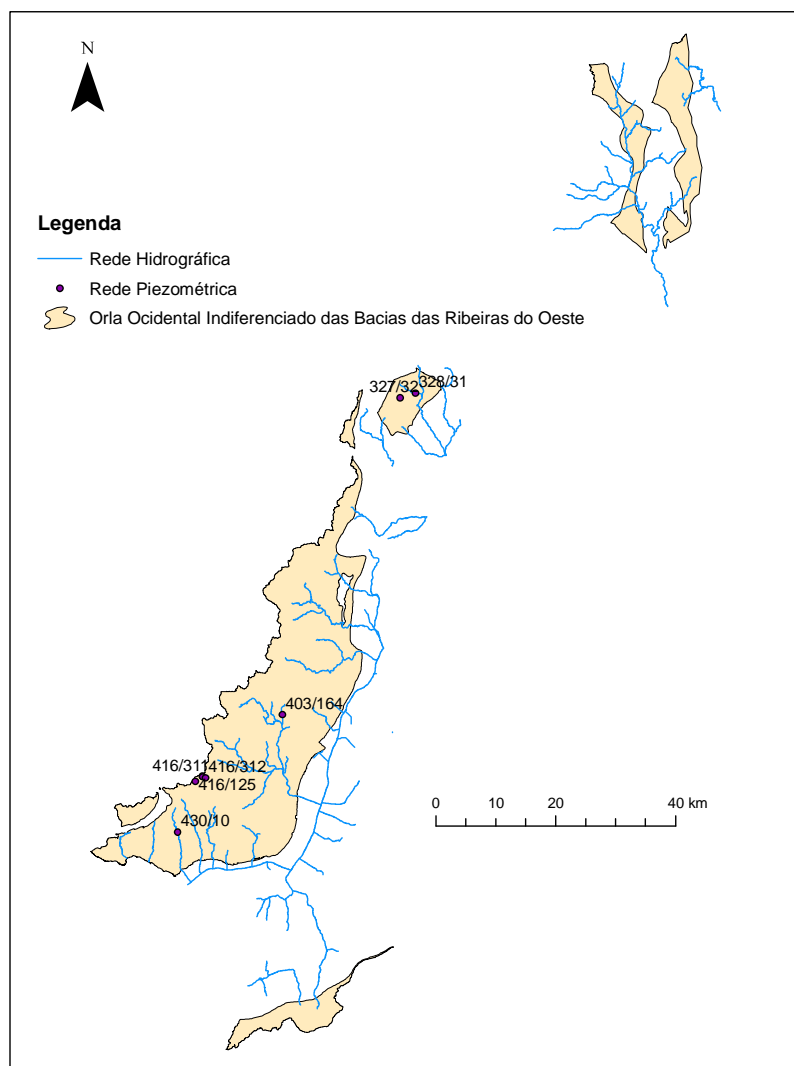


Figura 2.68 - Cursos de água e limites do Sistema aquífero Orla Ocidental Indiferenciado das Bacias das ribeiras do Oeste nas coberturas cartográficas empregues para a elaboração do presente PGBH

2.1.2.5.8 O9 – Penela – Tomar

Como se pode observar na Figura 2.69 o sistema aquífero de Penela – Tomar é constituído por dois aquíferos separados. No sector Sul a ribeira do Monhagal, com cabeceira neste sistema aquífero a uma cota de cerca de 170 m, juntamente com a ribeira de Ceras, que intercepta o sistema aquífero a uma cota de cerca de 180 m, coalescem, a uma cota de 146 m na ribeira do Chão das Eiras. Esta acaba por sair da área do sistema aquífero passando a ser denominada de ribeira da Milheira quando intersecta a área do sistema aquífero a uma cota de 130 m. Posteriormente esta ribeira acaba por sair do sistema a uma cota de 130 m coalescendo com o rio Nabão a uma cota de 70 m já fora da área do sistema aquífero. O rio Nabão intersecta esta

massa de água subterrânea, entrando na sua área a uma cota de cerca de 69 m, deixando depois a área do sistema aquífero, na sua extremidade mais a sul, a uma cota de 50 m. Comparando a altitude destes cursos de água com os valores de potencial hidráulico máximos dos piezómetros apresentados no Quadro 2.27, torna-se evidente que é possível que este sistema aquífero contribua para o caudal de base destes cursos de água, podendo por consequência considerar-se que existem condições para que estas massas de água superficiais e corredores ripários associados e respectivos ecossistemas apresentem dependência de águas subterrâneas. Verifica-se ainda que no sector Sul, a ribeira das Quebradas, um afluente do rio Nabão, tem parte do seu percurso sobre o sistema aquífero entrando a uma cota de 230 m e saindo a uma cota de cerca de 200 m. Comparando novamente estas cotas com o valor de potencial hidráulico do piezómetro mais próximo (299/79), verifica-se não ser verossímil considerar que se verifiquem trocas de água subterrânea por parte deste sistema aquífero para o referido curso de água.

Quadro 2.27 - Piezómetros no sistema aquífero de Penela - Tomar e registo de valores máximos, mínimos e amplitudes das séries

| NINV | PiezoMax (m) | PiezoMin (m) | Amplitude (m) |
|---------|--------------|--------------|---------------|
| 299/60 | 114,10 | 72,98 | 41,12 |
| 299/74 | 187,47 | 181,05 | 6,42 |
| 310/158 | 110,35 | 94,46 | 15,89 |
| 299/79 | 188,17 | 165,40 | 22,77 |

A partir da Figura 2.69, pode constatar-se que o sector Norte do sistema aquífero de Penela – Tomar não é monitorizado, não sendo possível desta forma realizar uma análise do tipo apresentado mais acima para o sector meridional do sistema. No entanto, apesar dos dados de piezometria, para este sistema aquífero, serem insuficientes para permitir este tipo de análise, referem-se as nascentes mais importantes, de acordo com Almeida *et al.* (2000), as nascentes permanentes de Alcabideque e Dueça. Estes autores referem ainda a existência de formações menos permeáveis em Vale de Pousada, Cernache, referem um nível freático bastante superficial em Chão de Couse, perto de Avelar e referem que nas imediações de Rabaçal, dada a quase ausência de uma rede de drenagem superficial organizada e a presença de depressões fechadas, a drenagem deverá ser vertical sendo esta uma área de recarga do sistema aquífero. Em termos de modelo conceptual do fluxo subterrâneo, estes autores consideram então três sectores, um sector norte, que será o de maior extensão, cuja drenagem principal se faz através da nascente de

Alcabideque, um sector central, de reduzida importância, cujo desenvolvimento maior se faz na região de Avelar, e um sector sul, cuja drenagem se faz para sul.

Ameida *et al.* (2000) referem ainda a existência de conexão hidráulica entre este sistema aquífero e o sistema aquífero de Sicó – Alvaiázere, afirmando que esta se encontra comprovada por traçagem e que se verifica uma difluência NE-SSW no sector de Chão de Ourique e um escoamento E-W para o Olho de Água de Ansião no Sector do Campo (Crispim, 1987).

A Figura 2.69 apresenta uma síntese da análise realizada identificando os ecossistemas considerados como dependentes de águas subterrâneas.

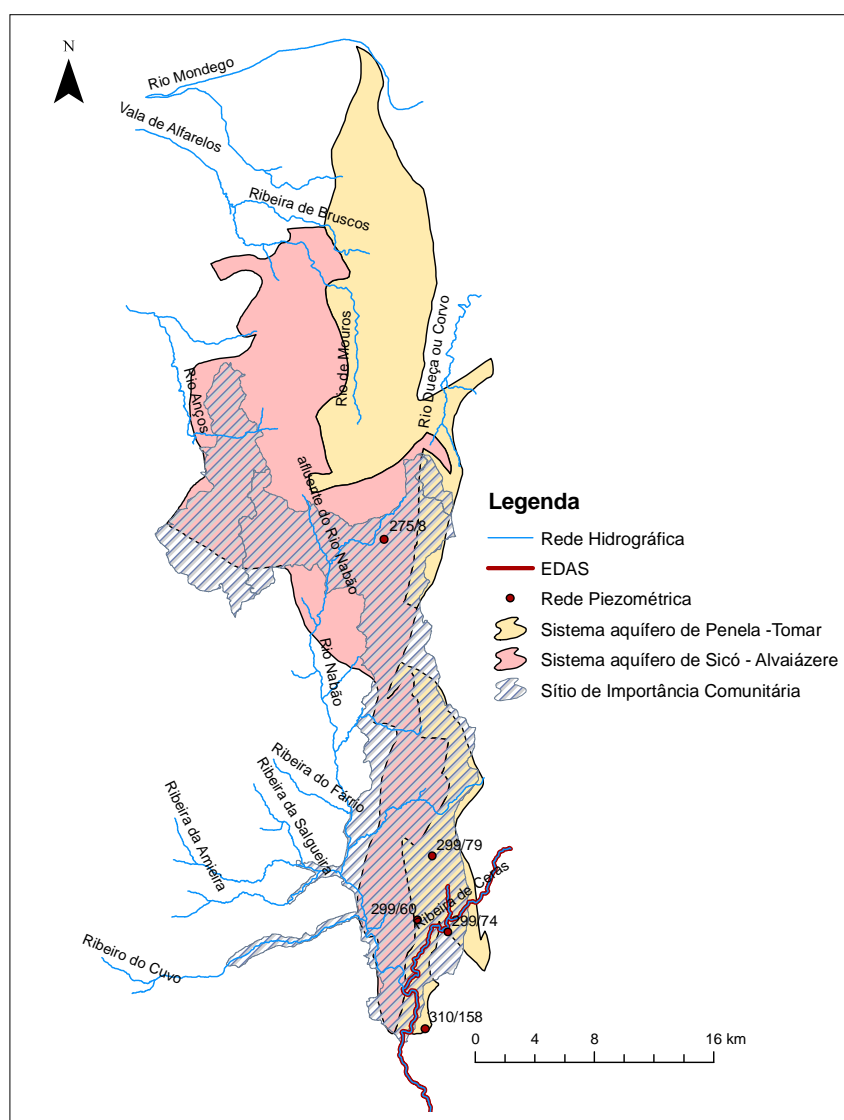


Figura 2.69 - Ecossistemas dependentes de águas subterrâneas (EDAS) no sistema aquífero Penela – Tomar

Verifica-se que a área do sector Sul do sistema aquífero de Penela – Tomar encontra-se inserida no Sítio de Importância Comunitária (SIC) Sicó / Alvaiázere (PTCON0045), estando os cursos de água nesta área 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. No entanto, considera-se que deverá ser tida em conta no dimensionamento da futura monitorização desta massa de água subterrânea o aprofundamento das relações rio-aquífero de forma integrada, tanto no sector Norte onde não existe actualmente qualquer monitorização, como no sector Sul onde os elementos actualmente existentes apontam para a transferência de caudais de base para os cursos de água por parte do sistema aquífero.

2.1.2.5.9 O11 – Sicó – Alvaiázere

A identificação de ecossistemas dependentes ou parcialmente dependentes de águas subterrâneas, para o sistema aquífero Sicó – Alvaiázere não foi possível recorrendo a dados de piezometria. Apesar dos dados de base para a realização do presente plano mencionarem a existência de um piezómetro (275/8) (ver Figura 2.69) não existem dados de séries piezométricas. Almeida *et al.* (2000) referem que, sendo este um aquífero tipicamente cársico, a drenagem subterrânea se encontra organizada em torno das poucas nascentes permanentes, de caudal elevado, sendo a piezometria condicionada pela presença destas nascentes cársicas. Os autores referem não existir indicações que permitam detectar qualquer tendência nos caudais destas nascentes, sendo provável que também não se verifiquem tendências nos níveis piezométricos. Mencionam ainda a existência de subsistemas independentes caracterizados por superfícies piezométricas próprias, decrescendo no sentido N-S, no sector oriental, indicando um escoamento no sentido das nascentes mais meridionais (Agroal e Mendacha). Em termos de nascentes, os autores salientam no sector oriental, para além das duas nascentes de carácter permanente, mencionadas anteriormente, situadas no extremo sul do sistema, nascentes temporárias com caudais de ponta significativos a norte do Agroal e para norte várias nascentes de carácter temporário, Olho de Água do Nabão (ou de Ansião), Olho de Vale de Casados e Olho do Tordo. Na área entre estes dois sectores, existem mais a norte nascentes permanentes de caudal reduzido. Assinala-se ainda uma nascente importante, Olho do Dueça, situada perto do limite leste do sistema. No sector ocidental, na vertente mais a oeste, aparecem as nascentes mais importantes, Anços, Ourão e Arrifana e outras

secundárias, nascente da Estrada, Caruncho, nascente da Rainha, entre outras. Na vertente virada a leste encontram-se as nascentes, Alcalamouque, Alvorge e Legação, tendo esta última um funcionamento mais efémero.

Sendo estas nascentes ecossistemas dependentes de águas subterrâneas (EDAS) considera-se importante a sua monitorização. Considera-se ainda importante aumentar a densidade da rede monitorização deste sistema aquífero de forma a permitir o esclarecimento do seu modelo conceptual, e determinar quais os cursos de água que recebem contribuições de águas subterrâneas por parte do sistema aquífero.

De referir que a grande maioria dos cursos de água que atravessam este sistema aquífero encontram-se inseridos no Sítio de Importância Comunitária (SIC) Sicó / Alvaiázere (PTCON0045), estando 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 (Figura 2.69). Não obstante, e como referido anteriormente é importante que o dimensionamento da futura monitorização vise o aprofundamento das relações rio-aquífero, de modo a que seja possível determinar os caudais ecológicos destes cursos de água evitando a sobreexploração do sistema e conseqüente perda de EDAS.

2.1.2.5.10 O15 – Ourém

A possibilidade de identificar os ecossistemas aquáticos de superfície ou ecossistemas terrestres dependentes de águas subterrâneas varia de acordo com o grau de conhecimento existente relativamente ao modelo conceptual de funcionamento hidrogeológico disponível. Nos casos em que existe conhecimento hidrogeológico de base que permita identificar de forma fiável as zonas de descarga das massas de água subterrânea é possível compreender em que medida os ecossistemas presentes dependem da sua presença. Nestes locais o estado da água subterrânea e o estado das águas superficiais associadas são factores que condicionam a protecção dos habitats e espécies presentes e, por consequência, o estado ecológico das massas de água superficiais associadas (em conexão hidráulica com os aquíferos) e os ecossistemas terrestres dependentes.

O sistema aquífero de Ourém corresponde a um dos casos em que o estado actual do conhecimento inclui um modelo conceptual de escoamento suficientemente detalhado para tornar possível a interpretação da distribuição espacial dos potenciais hidráulicos e a localização das áreas de recarga e descarga do sistema. As contribuições de

Paralta (1995), Almeida *et al.* (2000) e, mais recentemente, o trabalho desenvolvido por Nascimento (2010) permitem identificar dependência das ribeiras do Olival e da Sabacheira como cursos de água com caudais de base associado à descarga natural deste sistema aquífero.

As equipotenciais apresentadas por Nascimento (2010) permitem a interpretação do padrão regional de fluxo (Figura 2.13) do qual se conclui que as ribeiras do Olival e da Sabacheira constituem áreas de descarga natural deste sistema aquífero. Por outro lado, verifica-se igualmente que existe uma notável correspondência entre a localização destes alinhamentos de locais de descarga de águas subterrâneas com a disposição geográfica da área do Sítio de Importância Comunitária de Sicó - Alvaiázere que se desenvolve para Este e Norte deste sistema aquífero, sobrepondo-se ao mesmo na zona ripária destes dois cursos de água. No Quadro 2.28 apresenta-se a listagem dos troços deste cursos de água na sua área em conexão com o sistema aquífero de Ourém e imediatamente a jusante dos mesmos até ao rio Nabão.

Quadro 2.28 – Cursos de água na área do sistema aquífero de Ourém

| OBJECTID | EU_CD | RISK_TOTAL | RIVER_NAME |
|----------|-------------|--------------|-----------------------------|
| 2216 | PT05TEJ0882 | Não em risco | Ribeira da Salgueira |
| 2217 | PT05TEJ0882 | Não em risco | Ribeira do Casal do Ribeiro |
| 2218 | PT05TEJ0882 | Não em risco | Ribeira da Amieira |
| 2219 | PT05TEJ0882 | Não em risco | Ribeira da Urqueira |
| 2220 | PT05TEJ0882 | Não em risco | Ribeira da Salgueira |
| 2221 | PT05TEJ0882 | Não em risco | Ribeira de Caxarias |
| 2222 | PT05TEJ0882 | Não em risco | Ribeira do Olival |
| 2223 | PT05TEJ0882 | Não em risco | Ribeira de Caxarias |
| 2224 | PT05TEJ0882 | Não em risco | Ribeira do Olival |
| 2225 | PT05TEJ0882 | Não em risco | Ribeira do Olival |
| 2226 | PT05TEJ0882 | Não em risco | Ribeira do Almo |
| 2288 | PT05TEJ0889 | Não em risco | Ribeira de Sabacheira |
| 2289 | PT05TEJ0889 | Não em risco | Ribeiro do Cuvo |
| 2290 | PT05TEJ0889 | Não em risco | Ribeiro da Alvega |
| 2314 | PT05TEJ0898 | A determinar | Rio Nabão |
| 2315 | PT05TEJ0898 | A determinar | Rio Nabão |
| 2317 | PT05TEJ0898 | A determinar | Rio Nabão |

De acordo com estes elementos considera-se que estes cursos de água e áreas ripárias associadas constituem ecossistemas dependentes das águas subterrâneas associadas a este sistema aquífero. Quanto ao grau desta dependência, este pode ser

determinado a partir da monitorização destes cursos de água, desde que existam dados hidrométricos que permitam calcular o seu tempo de concentração e caudal de base (através da decomposição do hidrograma). Assim, logo que exista água em circulação neste curso de água para além do período correspondente ao seu tempo de concentração deverá considerar-se que esta provém do sistema aquífero e, por consequência, passado este período o escoamento nos cursos de água é totalmente dependente das águas subterrâneas. Por outro lado, enquanto se verificarem contribuições do escoamento directo nestes cursos de água a dependência de águas subterrâneas destes ecossistemas é parcial. Dada a pequena área das bacias hidrográficas em causa considera-se, neste caso, razoável admitir que o grau de dependência de águas subterrâneas seja bastante elevado.

Relativamente às possibilidades actualmente existentes de utilização de dados hidrométricos dos cursos de água com caudal associado ao sistema aquífero de Ourém existem limitações associadas à localização da estação hidrométrica do Agroal (15G/02H), como referido por Nascimento (2010). O registo de caudais resultante da monitorização do escoamento do rio Nabão obtido nesta estação é obtido numa secção deste rio que recebe contribuição dos caudais de base associados também aos aquíferos Sicó-Alvaiázere e Penela-Tomar. Deste modo a decomposição do hidrograma obtido nesta secção apenas permitirá estimativas da soma das transferências para a rede hidrográfica conjunta destes sistemas aquíferos e não de cada um deles em separado.

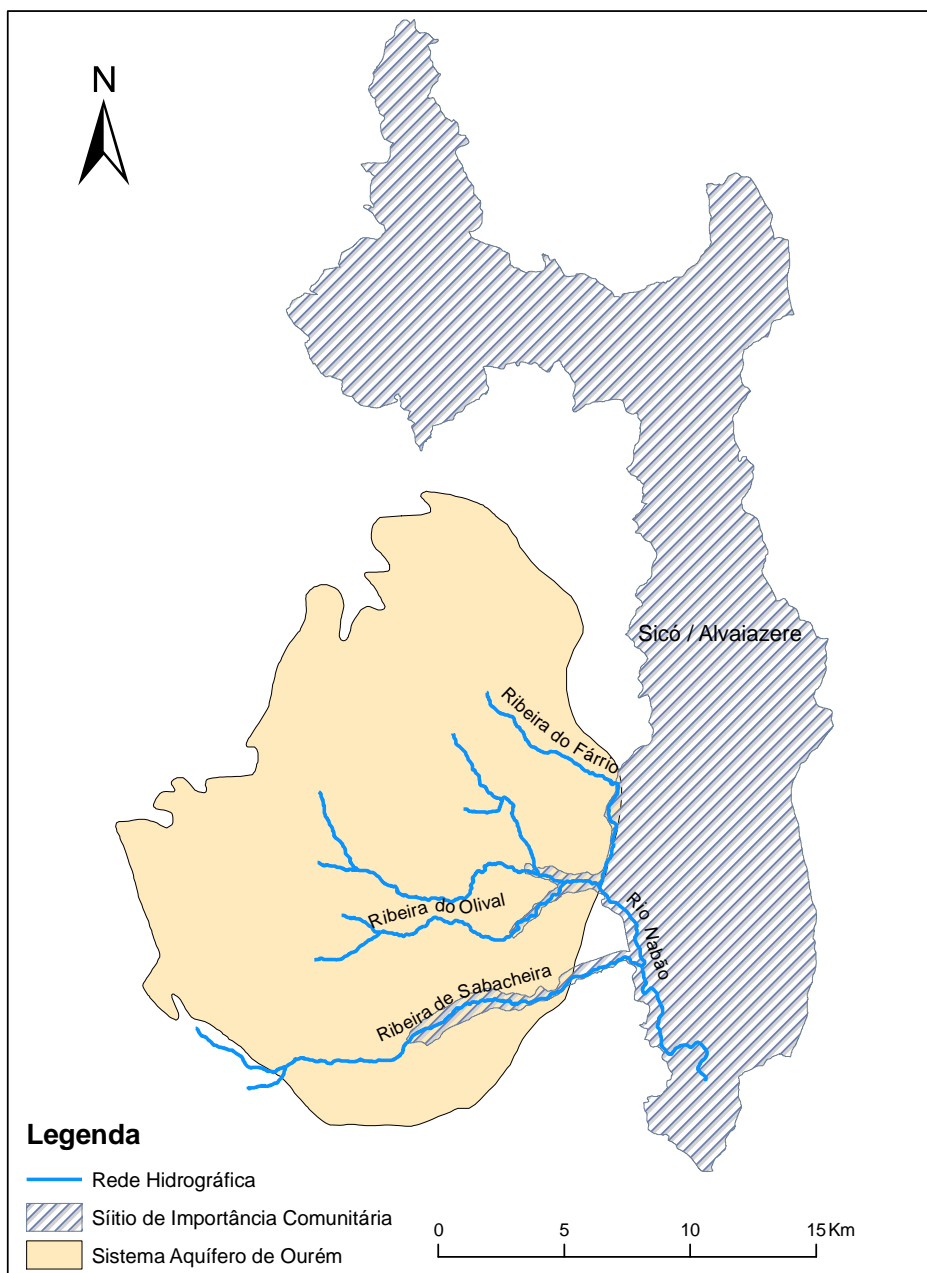


Figura 2.70 – Rede hidrográfica no sistema aquífero de Ourém e suas imediações e Sítio de Importância Comunitária de Sicó - Alvaizere que se desenvolve para E e N deste sistema aquífero, sobrepondo-se ao mesmo na zona ripária das ribeiras do Olival e da Sabacheira

Acresce-se ainda que se verifica para os casos acima identificados (ribeiras do Olival e da Sabacheira) que estas se enquadram nas situações descritas no Anexo IV da Directiva-Quadro da Água. Ou seja, trata-se de “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 e da Directiva 79/409/CEE”. Estes cursos de água e os ecossistemas ripários associados foram

reconhecidos como parte integrante do “Sítio de Importância Comunitária (SIC) de Sicó - Alvaiázere”, em resultado das decisões que adoptaram as áreas dos SIC das regiões biogeográfica atlântica mediterrânica (Figura 2.70).

2.1.2.5.11 O20 - Maciço Calcário Estremenho

O Maciço Calcário Estremenho é um sistema aquífero cársico que, apesar da sua grande complexidade, tem um modelo conceptual de escoamento bem estabelecido destacando-se a contribuição de Crispim (1995). Apesar de subsistirem ainda algumas incertezas relacionadas com o estabelecimento de relações entre áreas de recarga e descarga que poderiam ser reduzidas através da realização de traçagens, é actualmente possível estabelecer um quadro geral da dependência de diferentes cursos de água dependentes das saídas naturais deste sistema aquífero Crispim (2010).

Salienta-se a este respeito que o balanço estimado para este sistema se situa entre 300 e 500 hm³/ano (Crispim e Monteiro, 1990; Novo et al., 1991; Oliveira et al., 1994; Almeida et al., 1995b), verificando-se que o limite inferior de saídas proposto coincide aproximadamente com as principais nascentes cársicas do sistema: Alviela, com cerca de 120 hm³/ano, Almonda com cerca de 100 hm³/ano e Lis, com cerca de 60 hm³/ano. Estes recursos repartem-se por três bacias hidrográficas diferentes de acordo com o esquema já apresentado na Figura 2.14.

Quadro 2.29 – Rede de Drenagem superficial associada ao Maciço Calcário Estremenho

| OBJECTID | EU_CD | NAME | RISK_TOTAL | ENV_OBJECT |
|----------|-------------|-----------------------|--------------|----------------------------|
| 1164 | PT04LIS0709 | rio Lis | Em risco | Invertebrados 04/05 |
| 1166 | PT04LIS0709 | rio Lis | Em risco | Invertebrados 04/05 |
| 1167 | PT04LIS0709 | rio Lis | Em risco | Invertebrados 04/05 |
| 1171 | PT04LIS0709 | rio Lis | Em risco | Invertebrados 04/05 |
| 1172 | PT04LIS0709 | rio Lis | Em risco | Invertebrados 04/05 |
| 1177 | PT04LIS0711 | ribeiro dos Frades | A determinar | - |
| 1179 | PT04LIS0713 | ribeiro das Chitas | A determinar | - |
| 1181 | PT04LIS0715 | rio Lena | Não em risco | Invertebrados 04/05 |
| 1182 | PT04LIS0715 | rio Lena | Não em risco | Invertebrados 04/05 |
| 1183 | PT04LIS0715 | rio Lena | Não em risco | Invertebrados 04/05 |
| 1184 | PT04LIS0715 | rio Lena | Não em risco | Invertebrados 04/05 |
| 1185 | PT04LIS0715 | rio Lena | Não em risco | Invertebrados 04/05 |
| 1186 | PT04LIS0715 | rio Lena | Não em risco | Invertebrados 04/05 |
| 1187 | PT04LIS0715 | rio Lena | Não em risco | Invertebrados 04/05 |
| 1560 | PT04RDW1156 | ribeira do Mogo | A determinar | - |
| 1563 | PT04RDW1157 | rio Alcoa | Em risco | Estado Ecologico e Quimico |
| 1565 | PT04RDW1157 | rio Alcoa | Em risco | Estado Ecologico e Quimico |
| 1566 | PT04RDW1157 | rio Alcoa | Em risco | Estado Ecologico e Quimico |
| 1567 | PT04RDW1157 | rio Alcoa | Em risco | Estado Ecologico e Quimico |
| 1568 | PT04RDW1157 | rio Alcoa | Em risco | Estado Ecologico e Quimico |
| 1578 | PT04RDW1162 | rio da Fonte Santa | Não em risco | - |
| 1579 | PT04RDW1162 | rio da Fonte Santa | Não em risco | - |
| 1580 | PT04RDW1162 | rio da Fonte Santa | Não em risco | - |
| 2288 | PT05TEJ0889 | ribeira de Sabacheira | Não em risco | Invertebrados 04/05 |
| 2289 | PT05TEJ0889 | ribeira de Sabacheira | Não em risco | Invertebrados 04/05 |
| 2290 | PT05TEJ0889 | ribeira de Sabacheira | Não em risco | Invertebrados 04/05 |
| 2341 | PT05TEJ0907 | Cova da Areia | A determinar | - |
| 2368 | PT05TEJ0923 | rio Nabão | Em risco | Invertebrados 04/05 |
| 2369 | PT05TEJ0923 | rio Nabão | Em risco | Invertebrados 04/05 |
| 2370 | PT05TEJ0923 | rio Nabão | Em risco | Invertebrados 04/05 |
| 2371 | PT05TEJ0923 | rio Nabão | Em risco | Invertebrados 04/05 |
| 2372 | PT05TEJ0923 | rio Nabão | Em risco | Invertebrados 04/05 |
| 2373 | PT05TEJ0923 | rio Nabão | Em risco | Invertebrados 04/05 |
| 2375 | PT05TEJ0923 | rio Nabão | Em risco | Invertebrados 04/05 |
| 2390 | PT05TEJ0928 | Vale Escuro | A determinar | - |
| 2494 | PT05TEJ0970 | rio Alviela | Em risco | Estado Ecologico |
| 2687 | PT05TEJ1022 | Vala da Azambuja | Em risco | Estado Ecologico e Quimico |
| 2689 | PT05TEJ1022 | Vala da Azambuja | Em risco | Estado Ecologico e Quimico |
| 2690 | PT05TEJ1022 | Vala da Azambuja | Em risco | Estado Ecologico e Quimico |
| 2691 | PT05TEJ1022 | Vala da Azambuja | Em risco | Estado Ecologico e Quimico |
| 2694 | PT05TEJ1022 | Vala da Azambuja | Em risco | Estado Ecologico e Quimico |

A localização dos cursos de água cujas cabeceiras se localizam na área do maciço Calcário Estremenho anteriormente referidas está representada na Figura 2.71.

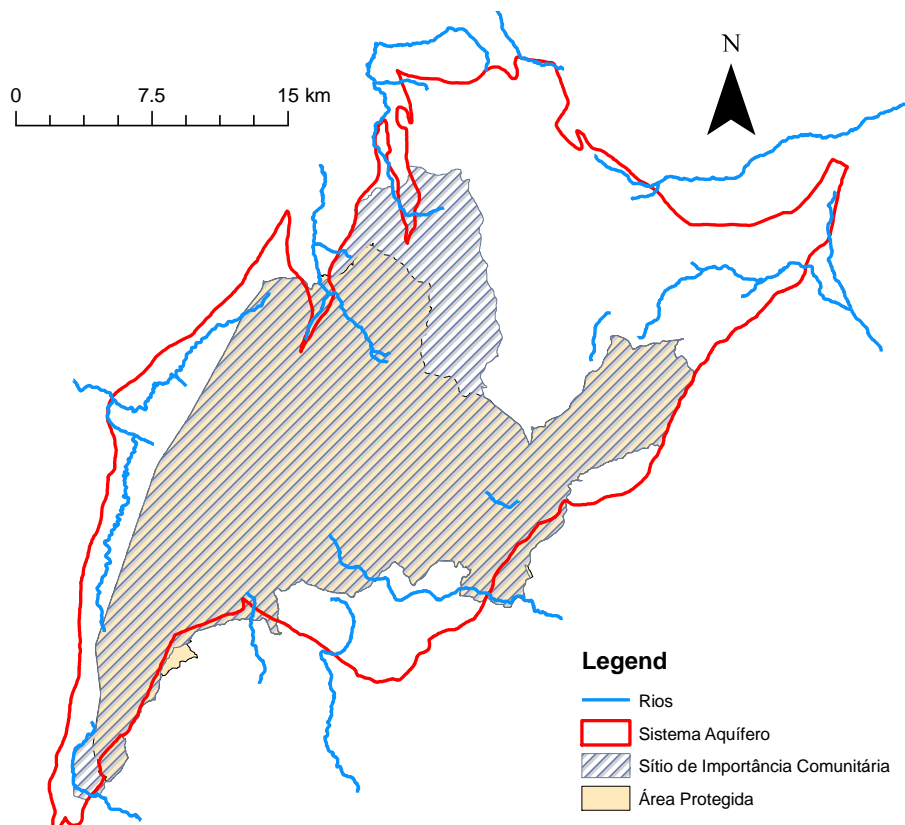


Figura 2.71 – Cursos de água ligados ao Maciço Calcário Estremenho

Relativamente ao disposto nas situações descritas no Anexo IV da Directiva-Quadro da Água. Ou seja, as “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 e da Directiva 79/409/CEE”, o Maciço Calcário Estremenho tem associadas a Área Protegida da Serra de Aires e Candeeiros e ainda a classificação como Sítio de Importância Comunitária (SIC) da Serra de Aires e Candeeiros das regiões biogeográfica atlântica mediterrânica.

2.1.2.5.12 O26 - Ota – Alenquer

O único curso de água com representação cartográfica à escala do presente plano na área do sistema aquífero Ota – Alenquer é o rio da Ota (EU_CD: PT05TEJ1028), que cruza o sistema aquífero no seu sector mais a norte, a uma cota de cerca de 60m a montante saindo do sistema a uma cota de cerca de 37m a jusante (Figura 2.72).

A identificação de ecossistemas dependentes ou parcialmente dependentes de águas subterrâneas (EDAS), deste sistema aquífero, não foi possível recorrendo a dados de piezometria, uma vez que o único piezómetro (376/138) localizado neste sistema, num

sector mais a sul, no pouco tempo de funcionamento, sensivelmente um ano, apenas registou 8 valores, sendo que três deles indicam artesianismo repuxante.

De acordo com Almeida *et al.* (2000) este sistema apresenta um comportamento típico de um aquífero cársico, sendo conhecidas algumas exurgências de carácter temporário. Estes autores referem que a informação existente sobre o sistema leva a que se admita que o afloramento da Formação da Ota constitua apenas uma pequena fracção visível do sistema aquífero, existindo conexão hidráulica entre esta e um aquífero que teria como suporte os calcários do Jurássico médio e superior da serra de Montejunto, sendo esta serra a principal área de recarga do sistema aquífero Ota - Alenquer.

Apesar de não terem sido identificados EDAS associados a este sistema aquífero, em parte pela falta de dados piezométricos em parte pela escala da rede de drenagem, e ainda que Almeida *et al.* (2000) considerem que o sistema não apresenta indícios de sobreexploração, julga-se importante que a futura monitorização desta MAS vise o aprofundamento do conhecimento das relações rio-aquífero.

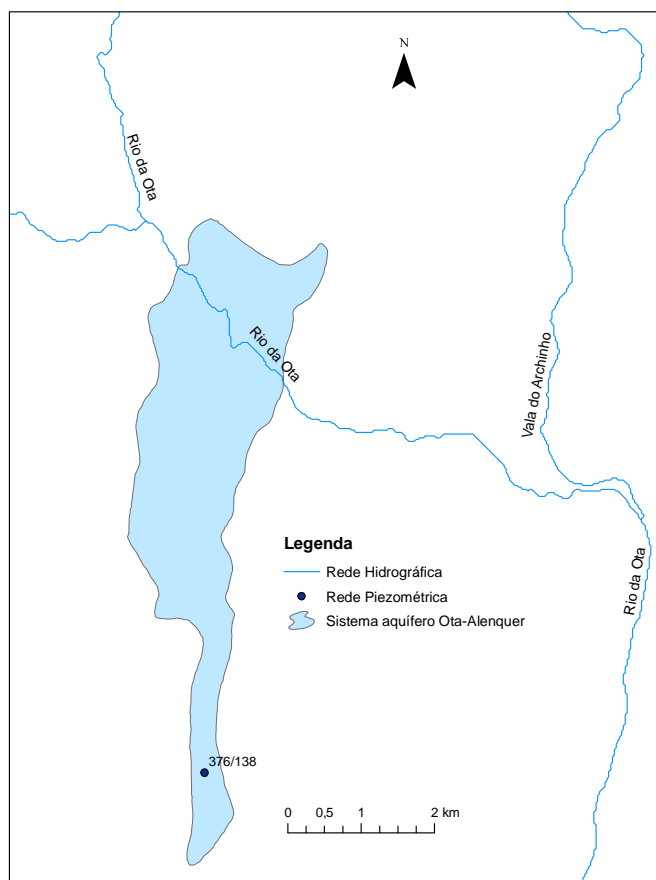


Figura 2.72 - Rede hidrográfica no Sistema aquífero Ota – Alenquer

2.1.2.5.13 O28 - Pisões – Atrozela

Os trabalhos de Almeida *et al.* (2000), Carvalho, 2000 e Oliveira *et al.* (2010) contribuem para uma caracterização hidrogeológica do Sistema aquífero de Pisões-Atrozela, através do qual é possível constatar que a informação de base disponível para a elaboração do presente plano, nomeadamente no que respeita à cobertura “ART13_MDRENA_PTCONT”, tem um grau de detalhe insuficiente para permitir a definição de um modelo conceptual de escoamento e, por consequência, numa fase mais adiantada do estudo deste sistema aquífero, a definição de condições de fronteira, indispensáveis para implementação de modelos matemáticos para simulação do seu funcionamento.

Este tipo de ocorrência não é rara entre os sistemas aquíferos com áreas menos importantes. Por outro lado, esta massa de águas subterrâneas inclui-se igualmente nas situações já referidas em que se verifica grande deficiência de dados, havendo apenas dados de piezometria num ponto de observação (piezómetro 416/227). Deste modo poderão verificar-se situações em que a existência de EDAS deverá ocorrer em diversas áreas onde estes ainda não podem ser detectados com base em dados hidrogeológicos.

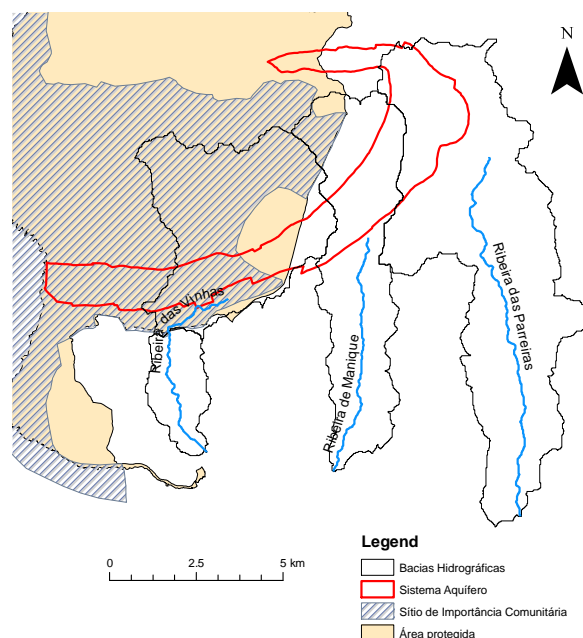
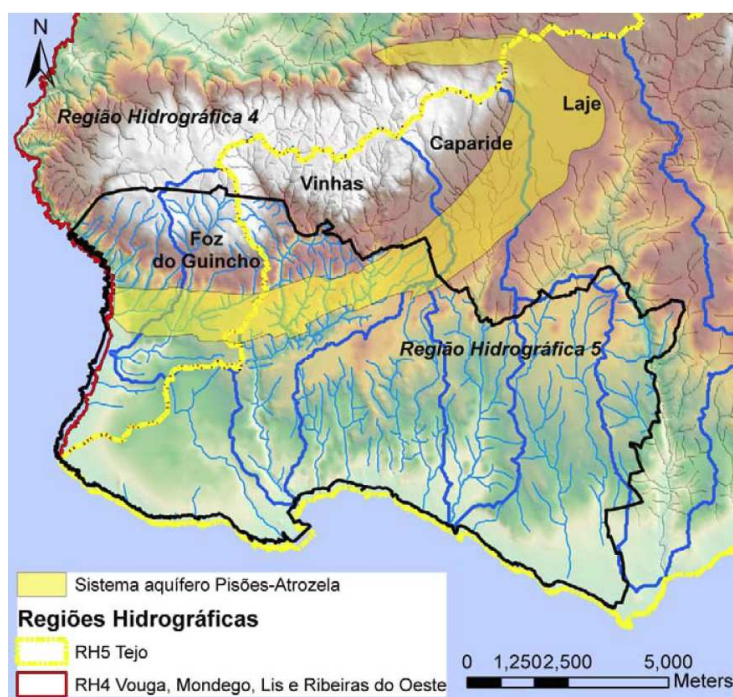


Figura 2.73 – Coberturas cartográficas do Sistema aquífero de Pisões-Atrozela, bacias hidrográficas e cursos de água da base cartográfica utilizada para realização dos PGBH

A cartografia de base apresentada na

Figura 2.73 contrasta visivelmente com o detalhe de informação utilizado em Oliveira et al. (2010) como se pode verificar nas Figura 2.74e Figura 2.75.



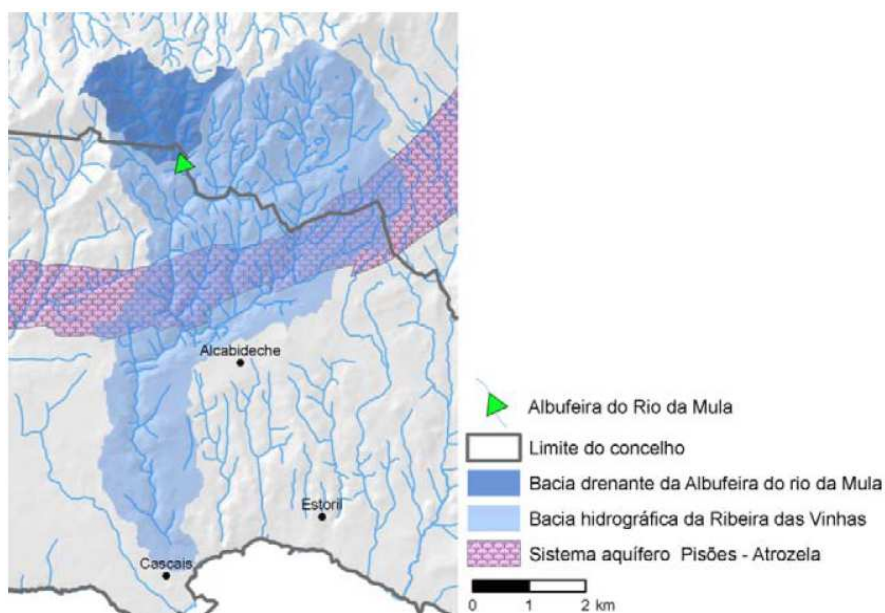
Fonte: Oliveira *et al.* (2010)

Figura 2.74 – Localização das principais bacias hidrográficas do concelho de Cascais e do sistema aquífero de Pisões-Atrozela

De acordo com o modelo conceptual proposto por Almeida *et al.* (2000) a recarga do sistema Pizões-Atrozela é feita directamente nas formações aflorantes, em especial onde se encontram carsificadas e são conhecidas, ocorrendo as descargas naturais a NW da Atrozela, na vertente norte do sinclinal de Alcabideche, na margem norte da ribeira da Penha Longa denominação dado ao troço da ribeira das Vinhas no local onde esta coalesce com os limites do sistema aquífero na

Figura 2.73. Deste modo pode afirmar-se que destes cursos de água, pelo menos a ribeira das vinhas tem alguma dependência do escoamento de base oriundo do escoamento subterrâneo neste sistema aquífero. No entanto, o trabalho de Oliveira *et al.* (2010), mostrou que o regime de escoamento de todas as ribeiras que cruzam o sistema aquífero apresentam uma grande irregularidade, fortemente influenciada pela variabilidade da precipitação.

As ribeiras têm escoamento sobretudo durante o Inverno, apresentando-se quase totalmente secas no Verão, com água apenas em pequenos pegos isolados. Neste trabalho é ainda referido que, na sequência de eventos pluviosos intensos podem ocorrer situações de cheias rápidas com um maior ou menor grau de gravidade. Este risco de cheias é particularmente significativo na ribeira das Vinhas cujo troço final atravessa a vila de Cascais. A perigosidade do fenómeno de cheias rápidas é ainda potenciada pela influência do Maciço Eruptivo de Sintra cujas características geomorfológicas proporcionam condições para a ocorrência de precipitações intensas sobre a bacia e determinam cursos de água com declive elevados.



Fonte: Oliveira *et al.* (2010)

Figura 2.75 – Bacia hidrográfica da ribeira das Vinhas com a delimitação da sub-bacia hidrográfica do rio da Mula e a localização da albufeira do rio da Mula

Relativamente ao modelo conceptual de circulação subterrânea, este é fortemente condicionado por factores tectónicos que provocam a existência de compartimentação associada à presença de falhas e ou Filões (Carvalho, 2000). As referências à forte dependência do escoamento destes cursos de água da precipitação indiciam um grau de dependência pouco elevado do caudal de base, ou seja da dependência de águas subterrâneas neste sistema aquífero. O estado actual do conhecimento sobre a relação entre águas subterrâneas e superficiais apenas poderá no entanto ser esclarecido através da implantação de uma rede de monitorização adequada dado que, como já foi referido, não existem dados piezométricos.

Relativamente ao disposto nas situações descritas no Anexo IV da Directiva-Quadro da Água. Ou seja, as “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 e da Directiva 79/409/CEE”, o sistema aquífero de Pizões Atrozela tem associadas a Área Protegida da Sintra Cascais e ainda a classificação como Sítio de Importância Comunitária (SIC) de Sintra Cascais das regiões biogeográfica atlântica mediterrânica.

2.1.2.5.14 T01RH5 - Bacia do Tejo-Sado Indiferenciado da Bacia do Tejo

O estado actual sobre o conhecimento das formações agrupadas na massa de água sob esta denominação não permitiu a proposta de um modelo conceptual de escoamento à escala desta massa de água. Os dados piezométricos existentes não permitem, por outro lado estabelecer qualquer tipo de análise das relações rio-aquífero, pelo que se considera não existirem condições para a identificação de interacções entre águas subterrâneas e superficiais, bem como para estabelecer relações causísticas entre as águas subterrâneas e as nevedades de água dos ecossistemas presentes nesta área. Faz-se notar no entanto que na carta de valor florístico na Bacia do Tejo, apresentada por Espírito Santo *et al.* (2001), a área mais a Sul desta massa de água subterrânea apresenta uma elevada densidade de Espécies RELAPE que justificará uma futura monitorização dos factores que controlam a sustentabilidade dos ecossistemas presentes nesta área. Dada a ausência de dados não poderá excluir-se nesta fase a possibilidade de existirem dependências entre estes ecossistemas e a ocorrência de águas subterrâneas.

2.1.2.5.15 T1 - Bacia do Tejo-Sado / Margem Direita e T3 - Bacia do Tejo-Sado / Margem Esquerda

As margens direita e esquerda da Bacia do Tejo-Sado, juntamente com as formações aluvionares do rio Tejo constituem um grande sistema aquífero cujo suporte são os sedimentos que preenchem a bacia terminal do Tejo-Sado. A rede de drenagem superficial destes dois sistemas é composta por 115 cursos de água na margem direita e 422 cursos de água na margem esquerda. Destes cursos de água 123 têm parte do seu percurso sobre a cobertura aluvionar do Tejo.

A análise individual do total de 537 massas de água superficiais, em termos do seu grau de dependência das interações com as águas subterrâneas associadas a estes sistemas aquíferos, não pode ser efectuada caso a caso no âmbito do presente plano (dado o seu elevado número). No entanto, de acordo com o modelo conceptual apresentado nas secções 2.1.2.2.3.14 e 2.1.2.2.3.15, a configuração geral do escoamento subterrâneo na bacia do Tejo deverá dar-se em direcção ao rio Tejo e ao longo do sistema aquífero até ao Oceano Atlântico. Isto é, das "terras altas" marginais, onde predomina a recarga, em direcção ao Tejo, onde poderá descarregar na formações aluvionares, por drenância ascendente, e em direcção ao Oceano, segundo uma direcção que, na península de Setúbal, se aproxima da perpendicular à linha de costa, nomeadamente a sul da cadeia da Arrábida.

Na área ocupada pelo preenchimento sedimentar da Bacia do Tejo-Sado/ Margem Esquerda e pelas formações aluvionares do Tejo existe ainda outro aspecto relevante a considerar, que corresponde à ocorrência de regossolos que representam, aproximadamente, 2% da área da bacia hidrográfica do Tejo, sendo classificados como regossolos êutricos (Espírito Santo *et al.*, 2001). As suas características mais representativas são a presença do nível freático a menos de um metro de profundidade a maior parte do ano e topografia natural ou artificialmente plana. Apresentam-se predominantemente e intermitentemente ao longo da margem esquerda do rio Tejo, intercalados por Fluvisolos entre as localidades de Alpiarça e Benavente, na zona estuarina nos concelhos de Alcochete e Montijo. Este é pois um exemplo em que o conhecimento actualmente existente ao nível do conhecimento ecológico de uma área, conjugado com o conhecimento sobre os solos, permite a identificação de dependências ecológicas de águas subterrâneas, recorrendo a uma via alternativa à análise dos modelos conceptuais dos sistemas aquíferos.

Em síntese, os modelos conceptuais anteriormente propostos permitem constatar que o próprio rio Tejo é um curso de água que recebe um importantíssima componente de caudal de base, pelo que tanto este rio como a elevado número de massas de água superficial que lhe estão associadas estão na base da sustentabilidade de ecossistemas que são dependentes de águas subterrâneas. A este respeito acrescenta-se para além das massas de água Bacia do Tejo-Sado/ Margem Direita, Bacia do Tejo-Sado / Margem Esquerda e Aluvião do Tejo, é ainda possível que as unidades limitrofes no sector Norte do sistema Margem Direita (nomeadamente o Maciço Calcário Estremenho), constituam igualmente origem de água importante para

que se assegure a sustentabilidade à escala regional dos balanços do caudal do rio Tejo e rede hidrográfica associada.

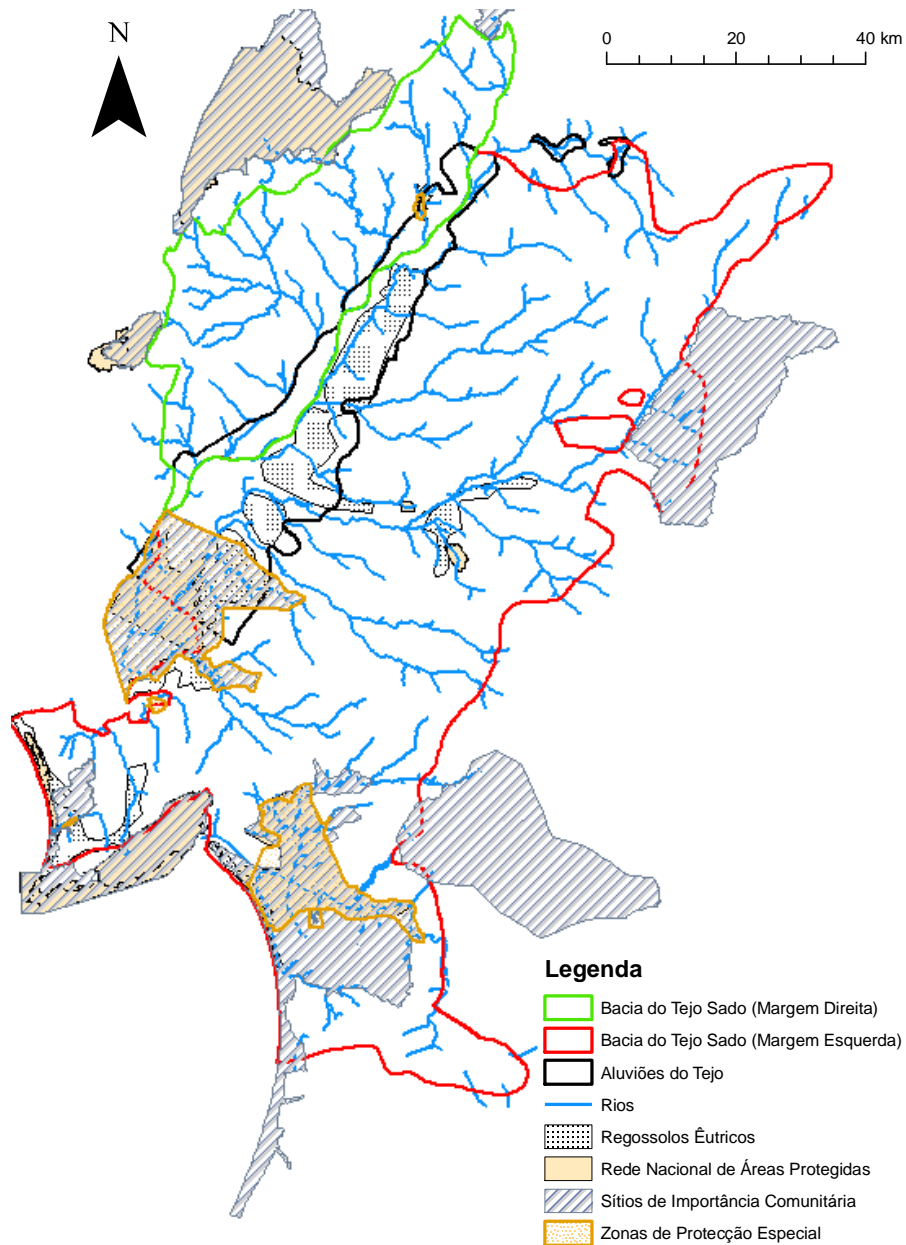


Figura 2.76 – Coberturas cartográficas das massas de água subterrânea e rede de drenagem superficial associadas aos sistemas aquíferos suportados pelo preenchimento sedimentar terciário e formações aluvionares do Tejo utilizada para realização dos PGBH

Relativamente ao disposto nas situações descritas no Anexo IV da Directiva-Quadro da Água. Ou seja, as “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 e da Directiva 79/409/CEE”, os sistemas aquíferos associados ao preenchimento sedimentar da bacia do Tejo, incluindo as suas formações aluvionares têm um elevado número de áreas que, pelas suas características foram institucionalmente reconhecidas pelo seu valor ambiental. Assim, ocorrem, total ou parcialmente, na área destas massas de água subterrânea as Área Protegidas de Serras de Aire e Candeeiros, do Açude da Agulada, do Estuário do Tejo, do Açude do Monte da Barca, do Estuário do Sado, da Serra de Montejunto, da Arriba Fossil da Costa da Caparica, da Pedreira do Avelino, do Paúl do Boquilobo, da Arrábida e da Gruta do Zambujal.

Foram igualmente reconhecidas como Sítios de Importância Comunitária (SIC) das regiões biogeográfica atlântica mediterrânica seguintes: Estuário do Tejo; Cabeção; Cabrela; Estuário do Sado; Arrábida/ Espichel; Comporta/ Galé; Sicó / Alvaizere; Fernão Ferro / Lagoa de Albufeira; Serras de Aire e Candeeiros e Serra de Montejunto.

Foram ainda classificadas como Zonas de Protecção Especial (ZPE) seguintes: Paúl do Boquilobo, Estuário do Sado, Lagoa Pequena, Açude da Murta e Estuário do Tejo.

Para além das referências já efectuadas no quadro da relação destas áreas protegidas com outras massas de águas subterrâneas merece especial referência de entre as diversas áreas protegidas a Lagoa de Albufeira, onde diversos estudos científicos permitem uma caracterização aprofundada e ainda a análise de diversas medidas propostas no quadro desses mesmo estudos para efeito de factores que influenciam a sua gestão (Freitas e Ferreira, 2004; Costa, 2004; Araújo e Farinha, 2004).

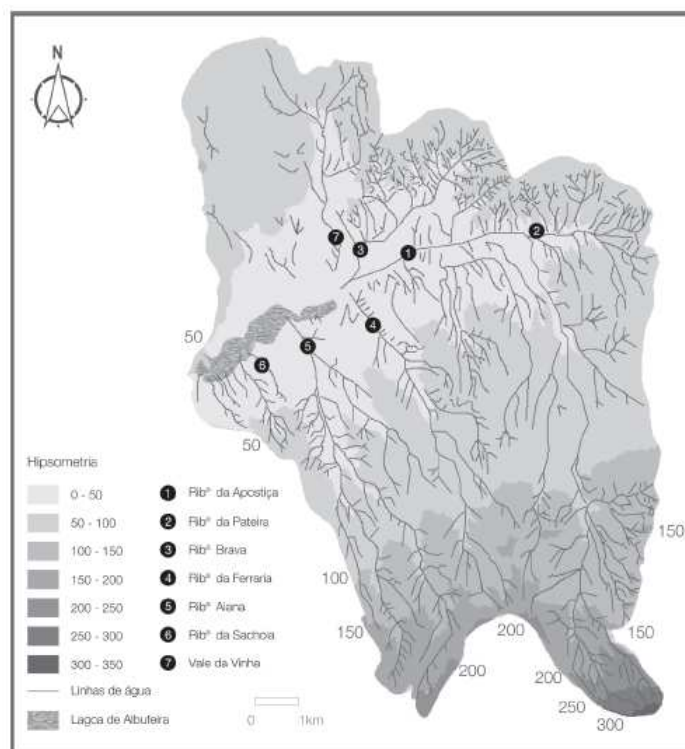
A área circundante da Lagoa de Albufeira é uma das zonas de ocorrência de solos regossolos éutricos. Tal como já anteriormente referido, este tipo de solos indiciam a presença do nível freático a menos de um metro de profundidade a maior parte do ano. Por outro lado, apesar desta área ser menos estudada sob o ponto de vista hidrogeológico do que as lagunas costeiras do mesmo tipo que existem mais para Sul, na área do sistema aquífero de Sines (já fora do âmbito do presente plano), os dados existentes relativos aos cursos de água que desaguam na ribeira de Albufeira parecem claramente indicar existe nesta lagoa uma componente de balanço relacionado com o aquífero detrítico superficial que circunda esta lagoa, que se estabelece através da conexão hidráulica que os cursos de água que desaguam na lagoa estabelecem com as águas subterrâneas nesta área. A confirmar-se este tipo de relações, com base na similaridade do ambiente hidrogeológico similar que ocorre mais a Sul, deverá

verificar-se dependência parcial de águas subterrâneas neste caso, de forma similar à detectada e descrita por Monteiro *et al.* (2008) para as lagoas costeiras de Melides (0,4 km²), Santo André (2,5 km²) e Sancha (0,2 km²) que, tal como a lagoa de Albufeira (1,3 km²) está igualmente associadas a depósitos holocénicos. Apesar do seu carácter predominantemente marinho (que está relacionado com a abertura artificial ao mar periodicamente das lagoas), estas lagoas têm igualmente uma componente de contribuição hidrológica continental que depende de transferências do aquífero detrítico superficial existente nesta área, pelo que se considera que estas são ecossistemas parcialmente dependentes de águas subterrâneas.

A baixa condutividade hidráulica destes depósitos no fundo das lagoas (devida à elevada componente de sedimentos finos), limita a conexão hidráulica entre as lagoas e o aquífero detrítico freático existente nas suas imediações. Existem no entanto excepções em alguns sectores das lagoas mais afastadas da sua abertura ao mar. No caso da Lagoa de Albufeira este facto é referido para a Lagoa Pequena, mais a montante (Freitas e Ferreira, 2004). No entanto, as ribeiras associadas às lagoas são efluentes na sua relação com os aquíferos locais superficiais, como toda a evidência indica que deverá acontecer igualmente para a Lagoa de Albufeira. Assim, uma vez que todos os cursos de água que confluem para estas lagoas costeiras são efluentes nos seus sectores terminais (que estão normalmente associados a zonas húmidas), a componente continental que contribui para o balanço hidrológico destas áreas é predominantemente controlada pela dinâmica dos aquíferos detríticos superficiais que circundam estas lagoas superficiais que, assim, podem ser ecossistemas dependentes de água subterrâneas. De salientar que o grau da componente continental destas lagoas tende a aumentar naturalmente, tal como o grau de dependência dos respectivos ecossistemas (Monteiro *et al.*, 2008). De facto, a sua componente marinha destas lagoas é actualmente controlada antropicamente, através da abertura anual de todas estas lagoas costeiras ao mar. Isto porque, dadas as condições naturais prevaletentes a entrada mar nestas lagoas de forma natural é actualmente muito rara (Freitas e Ferreira, 2004). Estas autoras apresentam uma descrição detalhada da rede de drenagem superficial associada à Lagoa de Albufeira que se transcreve de forma abreviada, dado o grande interesse deste estudo para o desenvolvimento do desenvolvimento do presente plano.

Assim, de acordo com Freitas e Ferreira (2004), o sistema fluvial da bacia hidrográfica da Lagoa de Albufeira ocupa uma área de aproximadamente de 106 km² e tem um perímetro de 53 km (Figura 2.77), As linhas de água mais importante são formadas na

dependência da confluência das ribeiras da Apostiça (que no seu troço montante se designa ribeira da Pateira) da ribeira da Brava e do Vale da Vinha (afluentes da margem direita) e da ribeira da Ferraria (afluente da margem esquerda). Todas estas linhas de água desembocam no extremo E da Lagoa de Albufeira (Lagoa Pequena). Outras sub-bacias menores existem apenas na margem esquerda da laguna: a da ribeira de Aiana, cujo cone de dejectação é responsável por parte da constrição entre os dois corpos lagunares, e a da ribeira da Sachola. Na margem direita da laguna, existem linhas de água muito localizadas, devido à natureza arenosa da cobertura dunar de origem eólica recente (onde há maior infiltração que escorrência). O padrão de drenagem é, na grande maioria de tipo dendrítico ou arborescente, característico de áreas homogéneas e substrato de rochas sedimentares brandas, podendo considerar-se ainda drenagem paralela, principalmente em algumas linhas de água da margem sul e, muito pontualmente, drenagem rectangular, controlada por fracturação. A densidade de drenagem média é de 3,4 km/km², valor que corresponde a uma bacia bem drenada. A altitude máxima da bacia é de 322 m, tendo 80% da área cotas inferiores a 100 m.



Fonte: Freitas e Ferreira (2004)

Figura 2.77 – Bacia e rede de drenagem do Sistema fluvial da Lagoa de Albufeira

2.1.2.5.16 T7 - Aluviões do Tejo

A relevância da área geográfica a que corresponde a MAS suportada pelas formações aluvionares do Tejo é reconhecida institucionalmente através da delimitação do Paúl do Boquilobo e do próprio Estuário do Tejo como partes integrantes da rede nacional de áreas protegidas. Estas duas áreas são igualmente classificadas como Zonas de Protecção Especial. Ao estuário do Tejo é ainda igualmente atribuído igualmente o estatuto de sítio de importância comunitária,

A caracterização das relações entre as massas de água subterrânea subjacentes e estas zonas protegidas é requerida de acordo com o 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).

No caso da massa de água suportada pelas formações aluvionares do Tejo tem-se uma relação geométrica entre os limites deste sistema aquífero, a rede hidrográfica e as áreas para as quais existem valores ambientais para os quais existe reconhecimento institucional ilustrada no mapa da (Figura 2.78).

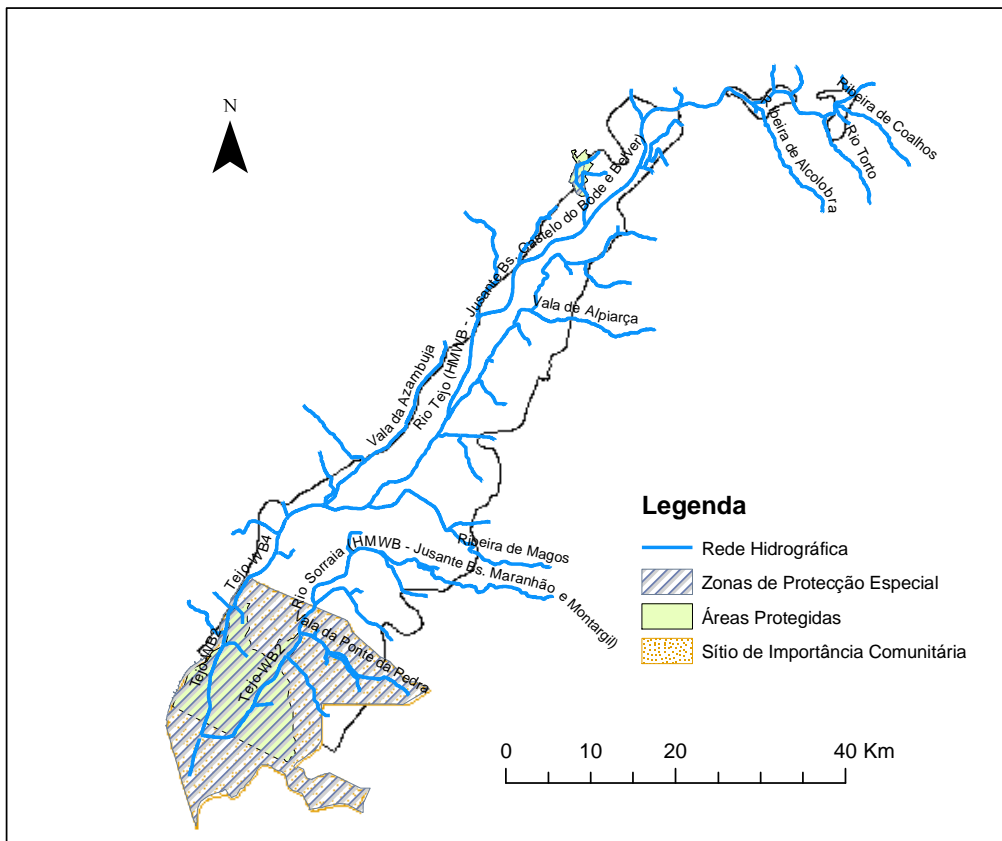


Figura 2.78 – Cursos de água e limites do Sistema aquífero dos Aluviões do Tejo, representados nas coberturas cartográficas empregues para a elaboração do presente PGBH

2.1.2.5.17 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 2.30.

Quadro 2.30 – Charcos temporários na Região Hidrográfica do Tejo e 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 | Polje de Minde |
| 14 | 140032.37 | 231633.68 | Azambuja 3 - Aluvio 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 2.30 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 2.79).

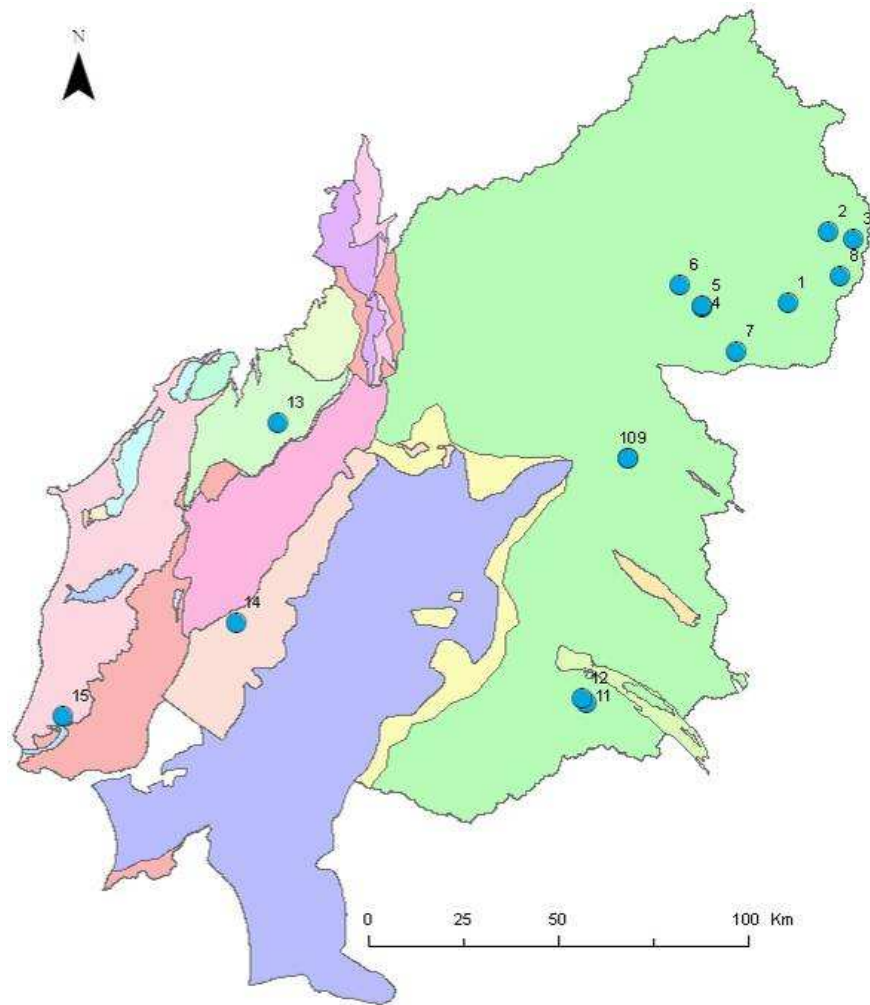


Figura 2.79 – Localização das lagoas temporárias identificadas como ecossistemas dependentes das águas subterrâneas na área do PGBH do Tejo e ribeiras do Oeste

Identificação: Castelo Branco - Boca Larga

Distrito: Castelo Branco

Concelho: Idanha-a-Nova

Folha 294 da carta topográfica de escala 1:25 000 do IgeoE.

Tal como ilustrado na Figura 2.80 este charco localiza-se sobre a cabeceira de uma linha de água tributária da ribeira da Boca Larga.

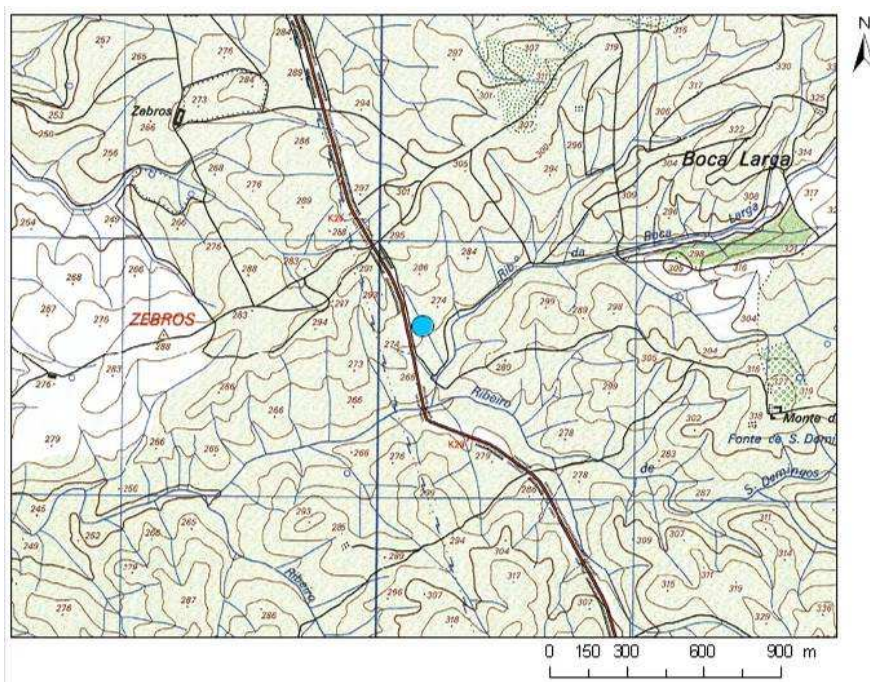


Figura 2.80 – Localização do charco temporário mediterrânico Castelo Branco - Boca Larga, representado sobre a carta topográfica de escala 1:25 000 do IgeoE

Sob o ponto de vista geológico, este charco localiza-se na área de ocorrência da Formação de Malpica, constituída por turbiditos e conglomerados.

Esta formação inclui-se na massa de água subterrânea “A0x1RH5 - Maciço Antigo Indiferenciado da Bacia do Tejo”.

Identificação: Castelo Branco - Eucaliptal

Distrito: Castelo Branco

Concelho: Idanha-a-Nova

Folha 271 da carta topográfica de escala 1:25 000 do IgeoE.

Este charco temporário localiza-se na cabeceira de um pequeno curso de água tributário da ribeira de Arades (Figura 2.81).

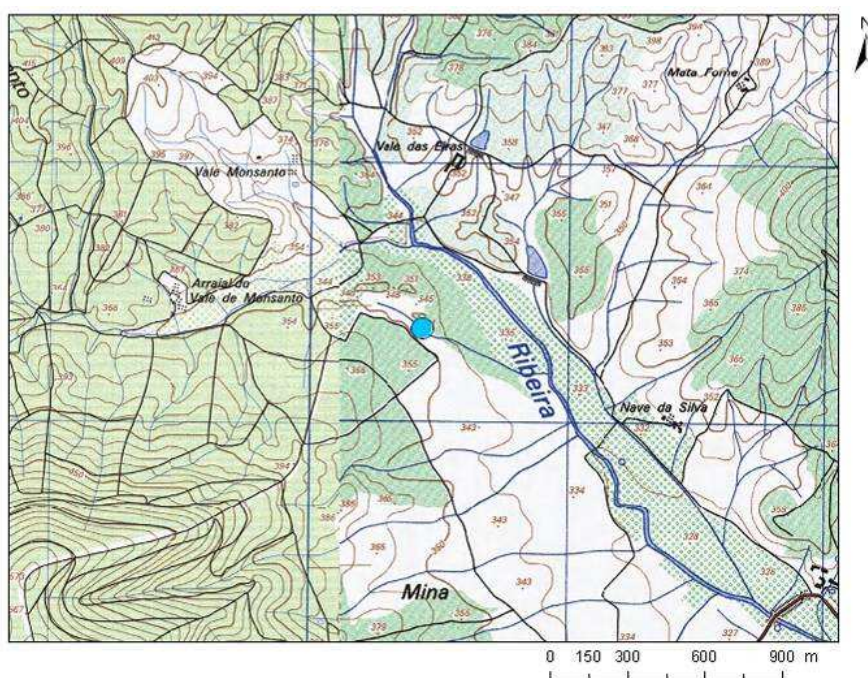


Figura 2.81 – Localização do charco temporário mediterrânico Castelo Branco – Eucaliptal, representado sobre a carta topográfica de escala 1:25 000 do IgeoE

Sob o ponto de vista geológico, este charco localiza-se na área de ocorrência dos Conglomerados de Sarzedas e das Areias arcósicas de Silveirinha de Figos.

Estas formações incluem-se na massa de água subterrânea “A0x1RH5 - Maciço Antigo Indiferenciado da Bacia do Tejo”.

Identificação: Castelo Branco - Lagoa da Torre

Distrito: Castelo Branco

Concelho: Idanha-a-Nova

Folha 271 da carta topográfica de escala 1:25 000 do IgeoE.

De acordo com a toponímia que consta da carta 25k (folha 271) esta lagoa é igualmente denominada Lagoa das Polainas. A sua localização pode ser observada na Figura 2.82.

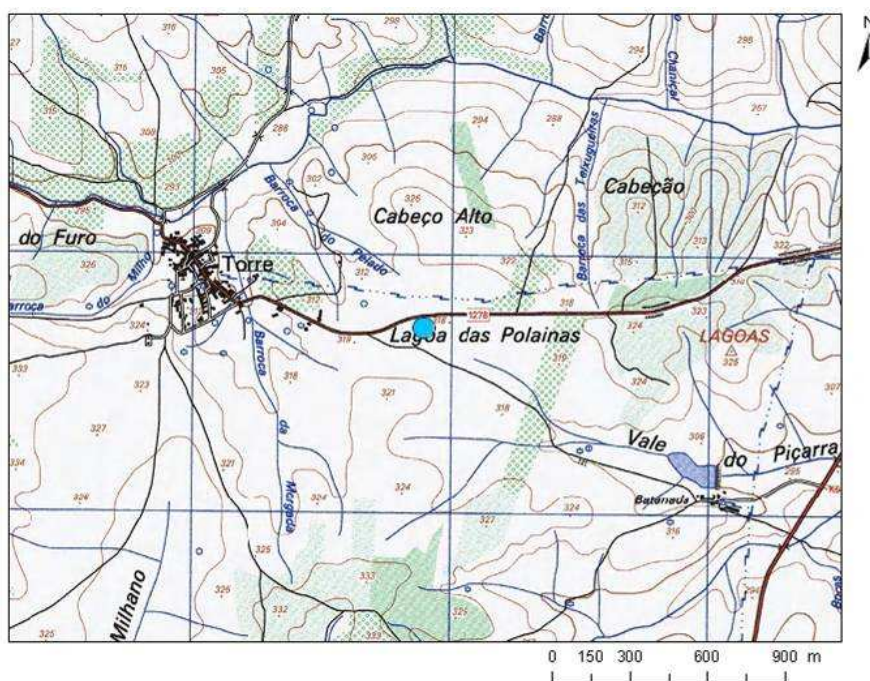


Figura 2.82 – Localização do charco temporário mediterrânico Castelo Branco - Lagoa da Torre, representado sobre a carta topográfica de escala 1:25 000 do IgeoE

Sob o ponto de vista geológico, este charco localiza-se na área de ocorrência dos Conglomerados de Sarzedas e das Areias arcólicas de Silveirinha de Figos.

Estas formações incluem-se na massa de água subterrânea “A0x1RH5 - Maciço Antigo Indiferenciado da Bacia do Tejo”.

Identificação: C. Branco - Malhada Velha (1 e 2)

Distrito: Castelo Branco

Concelho: Castelo Branco

Folha 292 da carta topográfica de escala 1:25 000 do IgeoE.

Neste caso observa-se a presença de dois charcos temporários, cuja localização se pode observar na Figura 2.83. Estes situam-se numa pequena área de planalto (com cerca de 50ha) da qual divergem cabeceiras de linhas de água tributárias do rio Ponsul, situado cerca de 1 km para Sul.

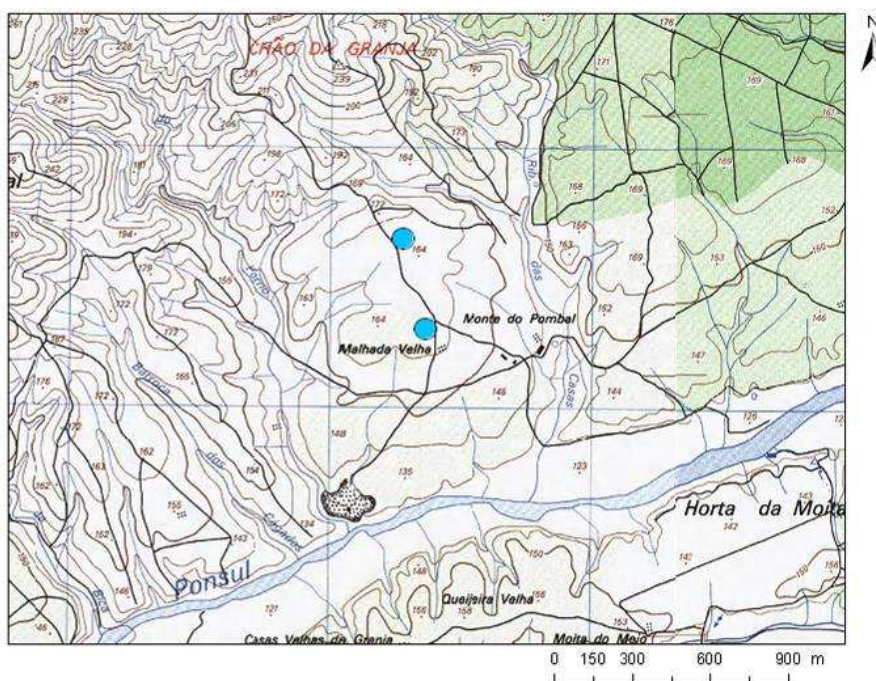


Figura 2.83 – Localização dos dois charcos temporários mediterrânicos Castelo Branco - Malhada Velha, representados sobre a carta topográfica de escala 1:25 000 do IgeoE

Sob o ponto de vista geológico, estes charcos localizam-se na área de ocorrência dos Conglomerados arcósicos de Cabeço do Infante (Beira Baixa). No caso da lagoa situada mais a Sul, esta encontra-se já no limite dos depósitos aluvionares do rio Ponsul.

Estas formações incluem-se na massa de água subterrânea “A0x1RH5 - Maciço Antigo Indiferenciado da Bacia do Tejo”.

Identificação: Castelo Branco – Feiteira

Distrito: Castelo Branco

Concelho: Castelo Branco

Folha 280 da carta topográfica de escala 1:25 000 do IgeoE.

Este charco temporário localiza-se na cabeceira de uma das linhas de água tributárias da ribeira de S. Bartolomeu (Figura 2.84).

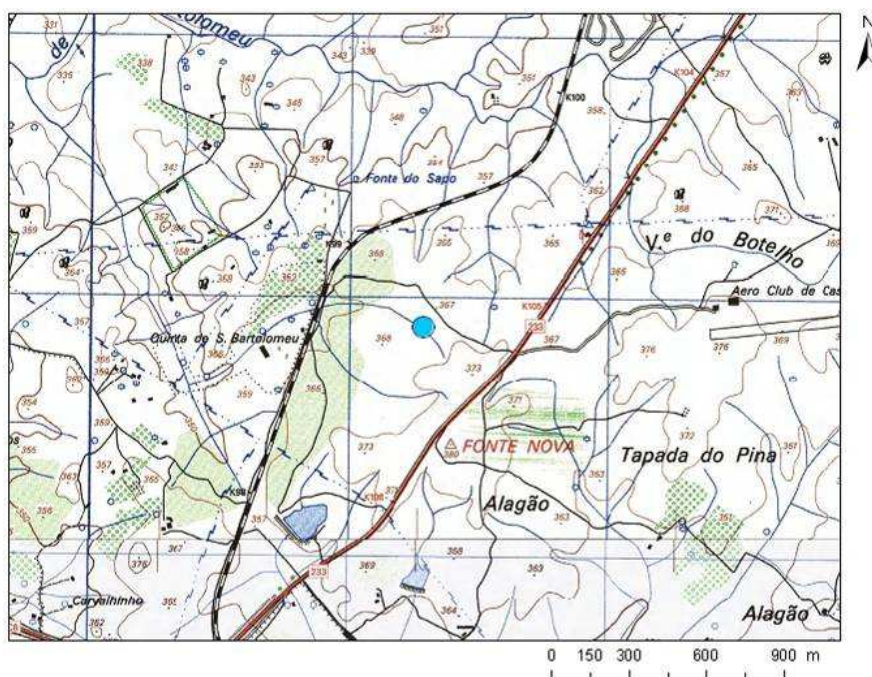


Figura 2.84 – Localização do charco temporário mediterrânico Castelo Branco – Feiteira, representado sobre a carta topográfica de escala 1:25 000 do IgeoE

Sob o ponto de vista geológico, este charco localiza-se na área de ocorrência de Granitos monzoníticos com megacristais esparsos, que integram a massa de água subterrânea “A0x1RH5 - Maciço Antigo Indiferenciado da Bacia do Tejo”.

Identificação: Castelo Branco – Castiça

Distrito: Castelo Branco

Concelho: Castelo Branco

Folha 305 da carta topográfica de escala 1:25 000 do IgeoE.

Tal como em numerosos outros casos, também este charco temporário se localiza junto a uma cabeceira de linhas de água, neste caso numa área de festo, a partir da qual se desenvolvem diversos pequenos cursos de água que escoam nesta área para Norte e para Sul (Figura 2.85).

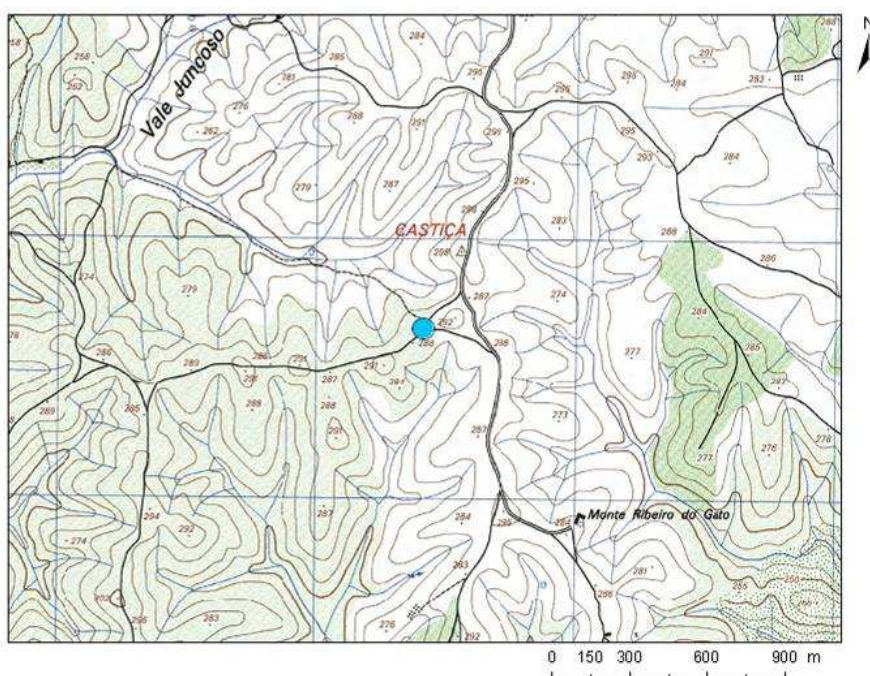


Figura 2.85 – Localização do charco temporário mediterrânicos de Castelo Branco – Castiça, representado sobre a carta topográfica de escala 1:25 000 do IgeoE

Sob o ponto de vista geológico, este charco localiza-se na área de ocorrência dos Conglomerados arcósicos de Cabeço do Infante (Beira Baixa), uma unidade areno-conglomerática do Eocénico superior a Eocénico médio incluída na massa de água subterrânea “A0x1RH5 - Maciço Antigo Indiferenciado da Bacia do Tejo”.

Identificação: Castelo Branco – Malhão

Distrito: Castelo Branco

Concelho: Idanha-a-Nova

Folha 283 da carta topográfica de escala 1:25 000 do IgeoE.

O charco temporário de Castelo Branco – Malhão situa-se junto a uma área divergente de cabeceiras de linhas de água que coincide com uma linha de fecho orientada numa direcção sensivelmente NNWSSE (Figura 2.86).

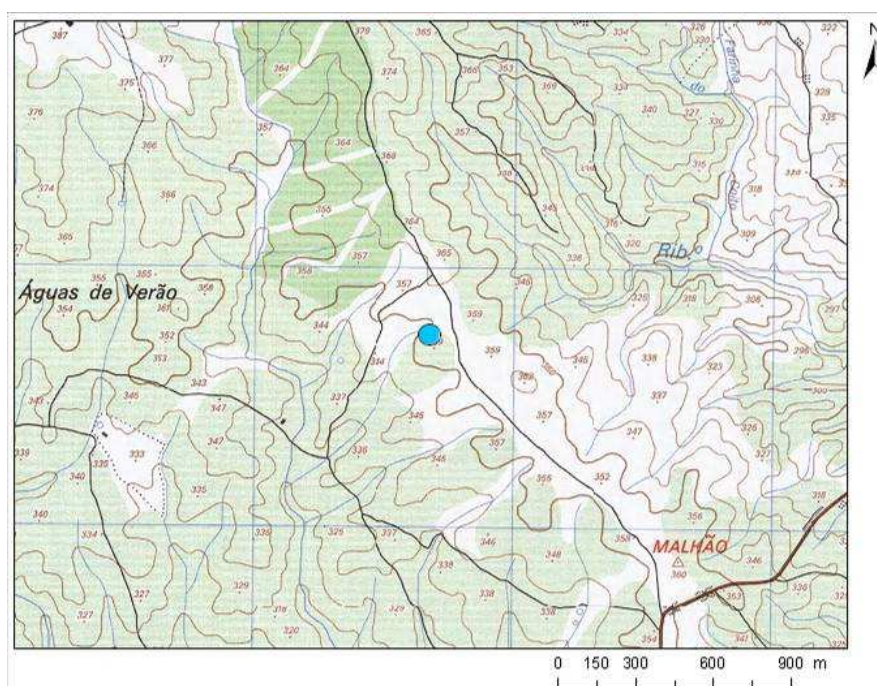


Figura 2.86 – Localização do charco temporário mediterrânico Castelo Branco – Malhão, representado sobre a carta topográfica de escala 1:25 000 do IgeoE

Sob o ponto de vista geológico, este charco localiza-se na área de ocorrência da Formação de Rosmaninhal, constituída por turbiditos finos que se incluem na massa de água subterrânea “A0x1RH5 - Maciço Antigo Indiferenciado da Bacia do Tejo”.

Identificação: Portalegre - Alpalhão (1 e 2)

Distrito: Portalegre

Concelho: Nisa

Folha 334 da carta topográfica de escala 1:25 000 do IgeoE.

Estes dois charcos temporários são bastante próximos localizando-se junto ao Monte do Carvalho (Figura 2.87).

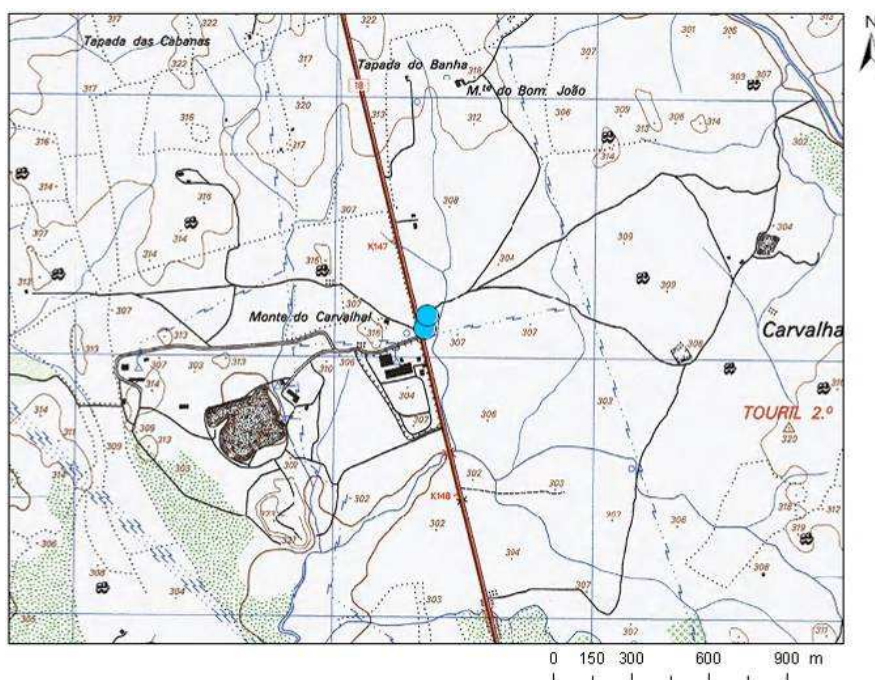


Figura 2.87 - Localização dos dois charcos temporários mediterrânicos Portalegre – Alpalhão, representados sobre a carta topográfica de escala 1:25 000 do IgeoE

Sob o ponto de vista geológico, este charco localiza-se na área de ocorrência do Granito biotítico de Alpalhão, encontrando-se este incluído no conjunto de formações que integram a massa de água subterrânea “A0x1RH5 - Maciço Antigo Indiferenciado da Bacia do Tejo”.

Identificação: Estremoz (1)

Distrito: Évora

Concelho: Arraiolos

Folha 411 da carta topográfica de escala 1:25 000 do IgeoE.

Este charco temporário localiza-se num pequeno planalto com altitude pouco superior a 240m, a partir do qual divergem, para Norte e para Sul, as cabeceiras de numerosas linhas de água que são tributárias, respectivamente, da ribeira das Cavaleiras e da ribeira de Tera (Figura 2.88).

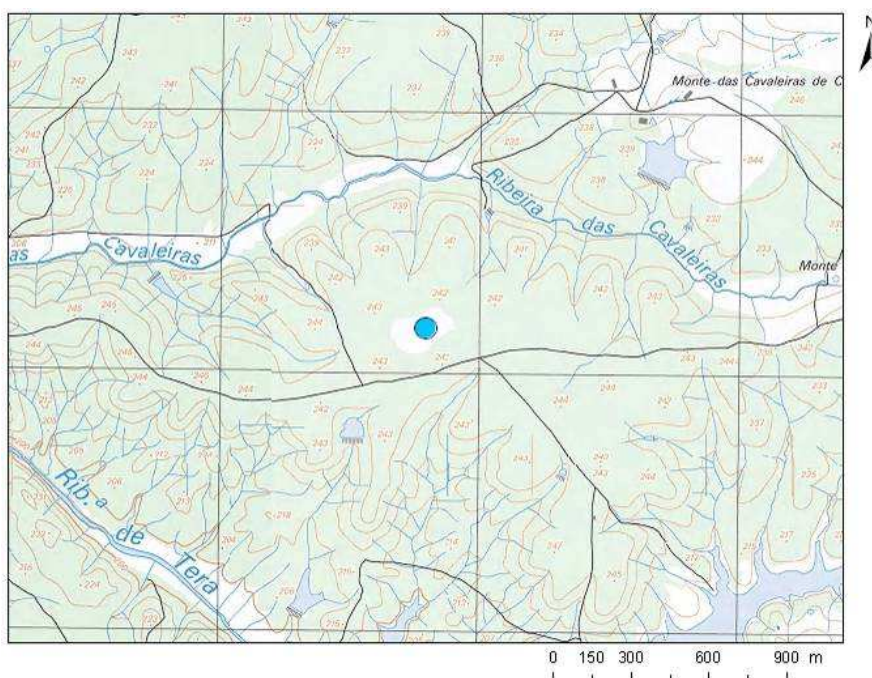


Figura 2.88 – Localização do charco temporário mediterrânico Estremoz (1), representado sobre a carta topográfica de escala 1:25 000 do IgeoE

Sob o ponto de vista geológico, este charco localiza-se na área de ocorrência da formação de Vale de Guizo de idade paleogénica que corresponde a uma alternância de conglomerados, arenitos arcósicos e sedimentos silto - argilosos, encontrando-se esta, nesta área, incluída no conjunto de formações que integram a massa de água subterrânea “A0x1RH5 - Maciço Antigo Indiferenciado da Bacia do Tejo”.

Identificação: Estremoz (2)

Distrito: Évora

Concelho: Arraiolos

Folha 410 da carta topográfica de escala 1:25 000 do IgeoE.

Este charco temporário, tal como o anterior, localiza-se num pequeno planalto com altitude pouco superior a 240m, a partir do qual divergem, neste caso para Norte e para Sul, as cabeceiras de numerosas linhas de água que são tributárias, respectivamente, da ribeira de Valbaço e da ribeira das Cavaleiras (Figura 2.89).

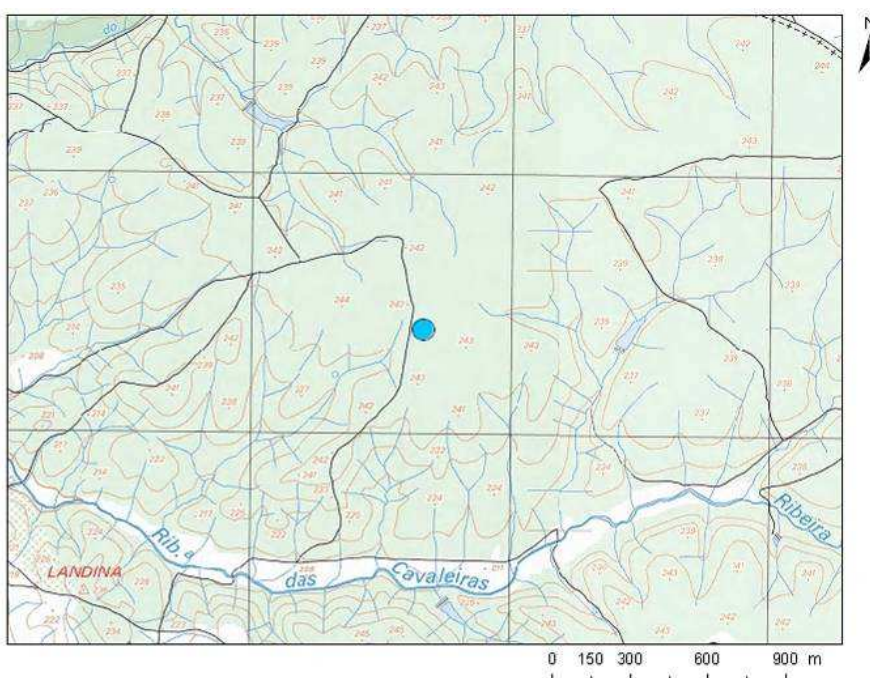


Figura 2.89 – Localização do charco temporário mediterrânico Estremoz (2), representado sobre a carta topográfica de escala 1:25 000 do IgeoE

Sob o ponto de vista geológico, este charco localiza-se, tal como o anterior, na área de ocorrência da formação de Vale de Guizo de idade paleogénica que corresponde a uma alternância de conglomerados, arenitos arcósicos e sedimentos silto - argilosos, encontrando-se esta, nesta área, incluída no conjunto de formações que integram a massa de água subterrânea “A0x1RH5 - Maciço Antigo Indiferenciado da Bacia do Tejo”.

Identificação: Polje de Minde

Distrito: Santarém

Concelho: Alcanena

Folha 280 da carta topográfica de escala 1:25 000 do IgeoE.

Este charco temporário localiza-se no interior do Polje de Minde. Apesar de se encontrar na área da Massa de Água Subterrânea “O20 - Maciço Calcário Estremenho”, a sua presença não está relacionada com a dinâmica de circulação profunda deste sistema aquífero, mas sim com o facto dos depósitos sedimentares que preenchem o fundo aplanado desta importante estrutura exocársica, dada a sua baixa permeabilidade facultarem a presença de água subterrânea a pequena profundidade (Figura 2.90).

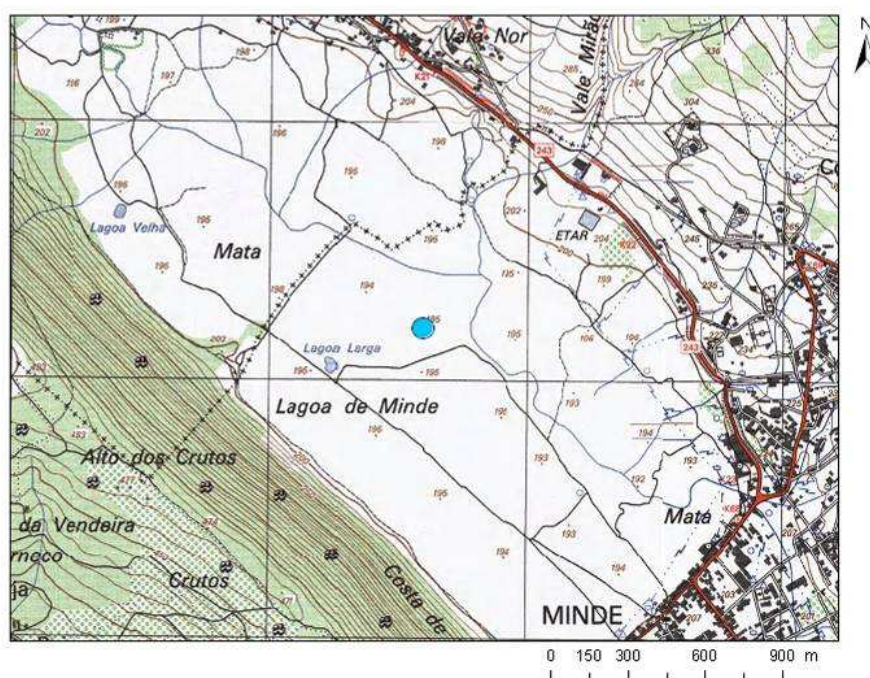


Figura 2.90 – Localização do charco temporário mediterrânico Polje de Minde, representado sobre a carta topográfica de escala 1:25 000 do IgeoE

Sob o ponto de vista geológico, este charco localiza-se na área de ocorrência dos denominados “Depósitos do Maciço Calcário Estremenho” na carta geológica de Portugal de escala 1:500 000, numa área em que estes se sobrepõem à formações carbonatadas jurássicas que suportam o sistema aquífero do Maciço Calcário Estremenho.

Neste caso, como noutros exemplos em que a presença de charcos temporários está referenciada na cartografia de escala 1:25 000 do IgeoE (neste caso com a toponímia "Lagoa Larga"), esta situa-se algumas centenas de metros para SW da área da actualmente referenciada. Este facto denota a posição flutuante com o tempo de algumas ocorrências de charcos deste tipo em alguns ambientes hidrogeológicos. Este charco temporário encontra-se desde 2005 classificado como Sítio Ramsar "Polje de Mira-Minde e nascentes associadas".

Identificação: Azambuja - Aluvião do Tejo

Distrito: Lisboa

Concelho: Azambuja

Folha 377 da carta topográfica de escala 1:25000 do IgeoE.

Este charco temporário localiza-se, no concelho da Azambuja a cerca de 1 km do rio Tejo (Figura 2.91).

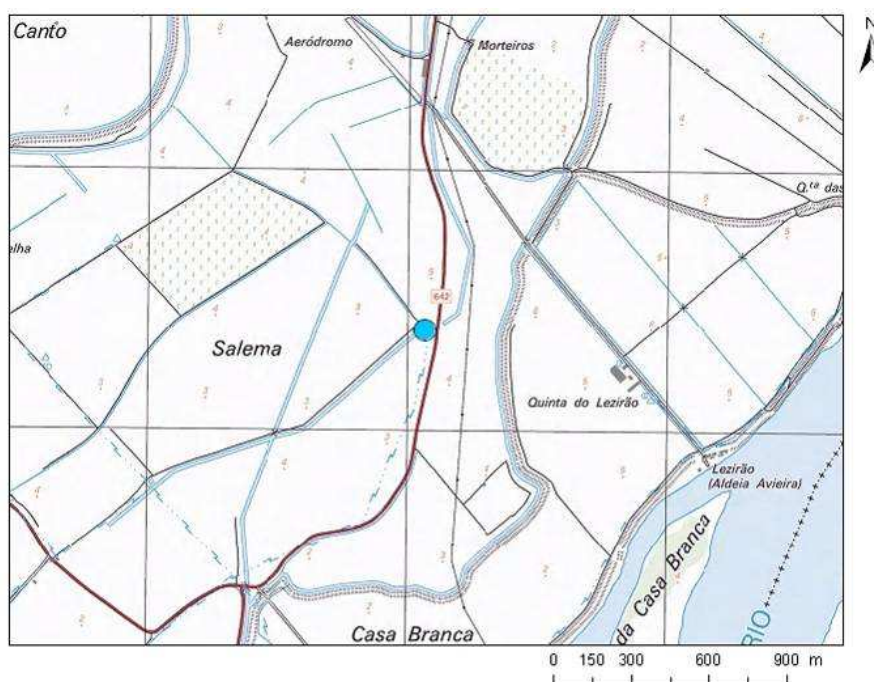


Figura 2.91 – Localização do charco temporário mediterrânico Azambuja - Aluvião do Tejo, representado sobre a carta topográfica de escala 1:25 000 do IgeoE

Sob o ponto de vista geológico, este charco localiza-se na área de ocorrência das formações aluvionares do Tejo, sendo estas que fornecem a denominação “T7 - Aluviões do Tejo” à massa de água subterrânea considerada neste plano.

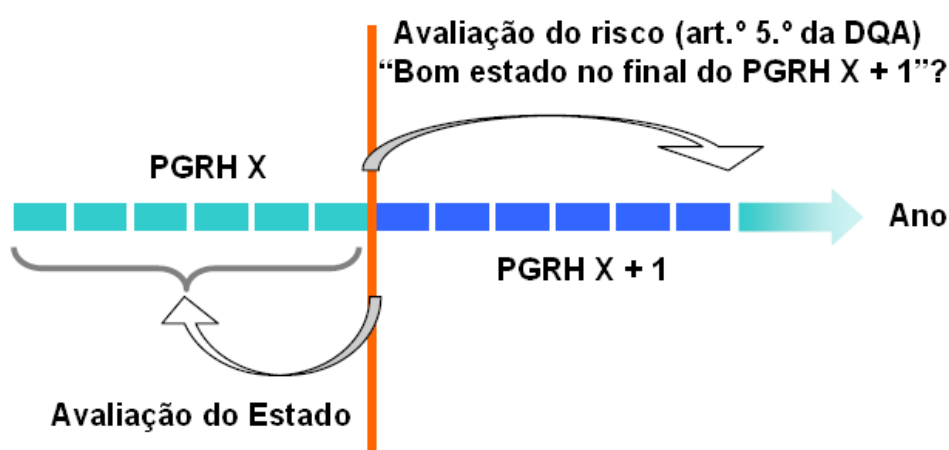
2.1.2.6 Massas de água em risco (2.2.2.5)

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 2.92).



Fonte: Documento Guia n.º 18

Figura 2.92 – 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 impacto em massas com elevada vulnerabilidade. Encontram-se nas duas primeiras condições as seguintes massas de águas subterrâneas:

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

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)

No anterior Plano procurou-se identificar e caracterizar as principais fontes de poluição, as cargas poluentes correspondentes e a situação das redes de saneamento e tratamento das águas residuais urbanas nos vários concelhos da BHT.

Em redes de drenagem, o índice médio de atendimento da BHT era de 86%. A Sub-Região do Pinhal Litoral não possuía qualquer infra-estrutura de drenagem e tratamento de águas residuais na área abrangida pelo PBH Tejo, uma vez que só parte do concelho de Porto de Mós pertence à área em estudo.

Na Sub-Região do Pinhal Interior Norte, com o índice de atendimento de redes de drenagem de 24,6%, destacavam-se os concelhos de Alvaiázere, Ansião, Figueiró dos Vinhos e Góis, com índices de atendimento de redes de drenagem inferiores ao da Sub-Região.

Na Sub-Região do Pinhal Interior Sul, com o índice de 32%, os concelhos de Mação e Oleiros com índices de 55% e 39%, respectivamente, apresentavam-se como os menos carenciados da Sub-Região.

As Sub-Regiões do Médio Tejo, Oeste, Beira Interior Norte, Lezíria do Tejo, Cova da Beira e Alentejo Central, apresentavam também níveis de atendimento inferiores ao da bacia, entre 53% a 80%.

Na Sub-Região do Médio Tejo salientava-se o concelho de Ferreira do Zêzere com um índice de atendimento em redes de drenagem de 7%, o mais reduzido da bacia.

Na Sub-Região da Beira Interior Norte, a parte do concelho do Sabugal inserida no PBH Tejo, era a mais carenciada em infra-estruturas de saneamento, com o índice de atendimento em redes de drenagem de 20,5%.

A região com melhor nível de atendimento em redes de drenagem era a Sub-Região da Grande Lisboa com o índice de 98%, seguindo-se as Sub-Regiões da Beira Interior Sul (89%), Península de Setúbal (88%) e Alto Alentejo (86%).

O índice médio de atendimento em tratamento de águas residuais urbanas na BHT era de 60%, representando o somatório dos vários tipos de tratamento: fossas sépticas, tratamento primário, secundário e terciário.

Para além das regiões já referidas, muito carenciadas em infra-estruturas de saneamento no campo do tratamento de águas residuais, destacam-se as Sub-Regiões da Península de Setúbal, Cova da Beira, Alto Alentejo e Lezíria do Tejo em que cerca de 60%, 47%, 33% e 32%, respectivamente, da população descarrega as águas residuais colectadas por redes de drenagem directamente nas linhas de águas sem qualquer tratamento. Incluem-se nesta situação grandes centros urbanos nomeadamente, Almada, Barreiro, Montijo, Seixal e Moita.

Constatava-se que os concelhos mais carenciados em infra-estruturas de tratamento eram os com predominância de áreas urbanas, pertencentes à Sub-Região da Península de Setúbal e o concelho de Vila Franca de Xira, pertencente à Sub-Região da Grande Lisboa, lançando as águas residuais colectadas, sem qualquer tratamento no estuário do Tejo.

As sub-regiões mais carenciadas em infra-estruturas de saneamento eram as constituídas por concelhos com predominância de povoamentos dispersos, pertencentes às Sub-Regiões do Pinhal Litoral, Pinhal Interior Norte e Sul, apresentando percentagens elevadas de população não servida, 100%, 75% e 68%, respectivamente.

A conclusão nos próximos anos das obras então em curso e das obras em fase de adjudicação, permitia antever um salto qualitativo dos níveis de atendimento, desde que os sistemas sejam convenientemente explorados e que sejam também concretizadas a construção e ligação das correspondentes redes de drenagem e as ligações domiciliárias respectivas.

Referia-se existirem à data grandes sistemas em fase de adjudicação/projecto ou em candidatura ao Fundo de Coesão que não foram considerados para o cálculo dos índices na situação a curto prazo, prevendo-se para breve o início da sua construção. Estes grandes sistemas iriam beneficiar, nomeadamente as Sub-Regiões da Grande Lisboa e da Península de Setúbal.

A curto prazo, previa-se um aumento de 6 % do índice médio de atendimento em tratamento de águas residuais, diminuindo os índices de atendimento em tratamento

com nível primário e secundário de 18% e 1%, respectivamente. Em compensação, o índice de atendimento com nível terciário aumentaria cerca de 26 %.

A actividade industrial tem associada uma importante carga poluente pelo que, tendo em vista a identificação das principais fontes de poluição, no PBH Tejo foi considerado o seguinte universo:

- indústria extractiva (minas);
- instalações licenciadas de classe A, B e C relativamente aos sectores da Indústria Transformadora (cujas actividades produtivas geram efluentes líquidos) e de Produção de Electricidade;
- instalações pecuárias abrangidas pela Directiva IPPC (aviculturas e suiniculturas acima de uma determinada dimensão).

Para o estudo da poluição industrial recorreu-se a um exaustivo inquérito às próprias unidades industriais, bem como a estudos existentes sobre a matéria, tendo sido possível retirar, como mais importantes, as seguintes conclusões:

- o valor anual de rejeição de efluentes industriais para a BHT foi estimado em aproximadamente 95 milhões de m³/ano;
- de um modo geral, os sectores com maior contribuição para a carga poluente na sub-bacia eram os da indústria química (cerca de 40% da poluição em CBO₅), alimentar (responsável por 36% da poluição em CBO₅) e siderúrgica (com carga poluente em CQO que corresponde a 29% do total da bacia). As suiniculturas IPPC assumem uma importância significativa, com cerca de 11% da carga total da bacia em CBO₅;
- o sector de pasta e papel aparece como o quarto com maior carga poluente, quer em termos de CBO₅, quer em termos de CQO, o que seria de esperar face à existência de duas unidades de fabricação de pasta e um número significativo de fábricas de papel;
- os sectores de fabricação de produtos metálicos e fabricação de equipamentos eléctricos não assumem grande importância como fontes poluentes (em termos de CBO₅, CQO e SST), no contexto global da bacia. Quanto ao sectores de curtumes, de fabricação de produtos minerais não metálicos, máquinas e equipamentos e veículos automóveis, verificava-se que, na sua globalidade, apesar de constituírem, a seguir à indústria alimentar e à indústria química, os

sectores com maior predominância na bacia, são responsáveis no seu conjunto apenas por 3,57% da poluição em termos de CQO e 4,1% em termos de CBO₅. Em relação a estes sectores, é de salientar que os seus maiores problemas não se prendem ao nível das cargas de CQO e CBO₅, mas sim em termos da existência, nos seus efluentes de substâncias perigosas, como é o caso de metais pesados, resultantes de processos de tratamento de superfícies e pinturas, hidrocarbonetos (óleos de corte e outros), utilizados nas operações de corte e moldagem e substâncias utilizadas como solventes, entre outras.

- em termos da distribuição espacial da poluição na BHT, a maior carga de poluição verificava-se na NUT III Grande Lisboa, na zona litoral. Este facto era mais evidente nos concelhos de Amadora, Loures, Lisboa e Vila Franca de Xira. Na Península de Setúbal também era gerada uma carga poluente significativa, centrada nos concelhos do Barreiro e do Seixal;
- as regiões da Cova da Beira, Médio Tejo e Lezíria do Tejo também eram responsáveis por uma carga poluente de algum significado, sendo que nestas regiões que os sectores de actividade da indústria do vinho e do azeite assumem maior significado. As sub-regiões onde se verifica uma menor carga poluente são as da Beira Interior Norte, Pinhal Interior Norte e Pinhal Interior Sul e Alentejo Central, não só pelo seu baixo grau de industrialização, como pela pequena área abrangida pela BHT;
- tendo em conta a poluição gerada por sub-bacia, em valor absoluto, as do Estuário e Grande Lisboa apresentavam claramente maiores cargas poluentes. Estas duas sub-bacias, no seu conjunto, geravam cerca de 50% da carga poluente do total da bacia, em termos de SST, 52% em termos de CBO₅ e 63% em termos de CQO, ocupando apenas 5,9% da área total do PGRH Tejo. Segue-se a sub-bacia do Trancão, com a terceira carga poluente gerada em valor absoluto. Considerando a sub-bacia do Trancão em conjunto com as duas anteriormente referidas verifica-se que 63% da carga poluente, em termos de SST, 61% em termos de CBO₅ e 70% em termos de CQO, era gerada nesta três sub-bacias, cuja área ocupada corresponde a 7% da área total da bacia;
- ainda em termos de carga poluente gerada em valor absoluto, na margem direita do Rio Tejo, as sub-bacias Alenquer, Rio Maior, Sorraia, Alviela e Zêzere apresentavam uma carga poluente de algum significado,

representando, no seu conjunto, 17%, 13% e 17% da carga total gerada na bacia, em termos de SST, CBO5 e CQO, respectivamente. Na margem esquerda do rio Tejo apenas a sub-bacia do Sorraia apresenta uma carga poluente de algum significado;

- constata-se que 51% da poluição total gerada em termos de SST, 61% em termos de CBO5 e 44% em termos de CQO era gerada na margem direita do rio, 41% em termos de SST, 30% em termos de CBO5 e 52% em termos de CQO era gerada na sub-bacia do Tejo Troço Principal e Estuário e apenas 9% em termos de SST, 7% em termos de CBO5 e 4% em termos de CQO, na margem esquerda do Rio Tejo, em resultado quer da maior ocupação industrial da margem direita, quer da maior área envolvida (56% do total da Bacia). Já a margem esquerda, para além de corresponder a uma área territorial com bastante menor ocupação, ocupa uma área mais pequena (36% do total da Bacia);
- tendo em conta a carga poluente gerada por unidade de área, as sub-bacias Grande Lisboa, Trancão e Estuário apresentavam uma maior densidade de poluição para os três parâmetros considerados.

2.2.1.1.1 Situação actual

2.2.1.1.1.1 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, 1 253, 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 como os lagares 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 CBO₅, em 39 000 de Azoto e 34 000 de Fósforo.

Analisando a pressão por região hidrográfica, concluiu-se ser mais importante na RH 3-Douro, na RH 5-Tejo/Ribeiras do Oeste e na RH 7-Guadiana, traduzindo a importância da produção de azeite em, respectivamente, Trás-os-Montes/Alto Douro, Beira Interior/Tejo e Alentejo.

Finalmente foram identificados os concelhos e as regiões de maior pressão e definidos Núcleos de Acção Prioritária (NAP), interessando à bacia hidrográfica do Tejo os seguintes:

- Núcleo B: concelhos de Castelo Branco, Fundão e Proença-a-Nova
- Núcleo C: concelhos de Santarém, Alvaiázere, Ourém, Torres Novas, Abrantes, Tomar e Ferreira do Zêzere;
- Núcleo D: concelhos de Crato, Sousel, Estremoz, Elvas e Portalegre.

Para o núcleo B (na Região Centro) e núcleo C (na região Lisboa e Vale do Tejo) foi possível identificar cerca de 70% das unidades na informação ambiental, concluindo-se que na sua maioria procedem ao espalhamento dos seus efluentes em solos agrícolas, tendo apenas cerca de 15% no núcleo B e cerca de 12% no núcleo C, ligação ao colector municipal. Para o Núcleo D (na Região Alentejo) identificaram-se praticamente todas as unidades, concluindo-se que a maioria das unidades possui ligação ao colector municipal.

Tendo em conta as limitações da informação existente, 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 (LAGARES_Coordenadas_TOTAL_14092.xls), apresentando-se no Quadro X, em anexo, os mesmos.

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).

Os dados disponibilizados pela ARH Tejo dizem respeito a 278 licenças de lagares, dos quais: 65 não disponham de dados quantitativos, 11 estavam em duplicado e em 49 não foi possível determinar a sua localização.

Segundo esta fonte de informação, há 266 lagares localizados na Bacia Hidrográfica do Tejo mas, segundo os dados recolhidos nas Direcções Regionais de Agricultura e Pescas do Centro, de Lisboa e Vale do Tejo e do Alentejo, existem mais 90 lagares em concelhos abrangidos por esta região hidrográfica. Não é possível considerá-los no cálculo devido à insuficiência de dados sobre localização e cargas.

Refira-se que o consórcio se encontra a levantar os dados dos processos da ARH Centro, disponibilizados apenas em meados de Dezembro de 2010 pelo que serão incluídos no próximo relatório (Conteúdos para consulta pública do PGRH Tejo).

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.

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.

Quando 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 m³ por tonelada de azeitona (LIFE, 2010), valor bastante superior ao que o método tradicional permite

obter: 0,09 m³ 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 2.31 – 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 ³ /ton) |
|------------------------|---|
| Tradicional | 0,60 (Cartaxo) |
| Contínuo de Duas Fases | 0,20 (Albuquerque) |
| | 0,12 (Azbar) |
| Contínuo 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 O₂/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 que se encontraram na bibliografia consultada.

Quadro 2.32 – Cargas do efluente por tonelada de azeitona processada para os diferentes métodos de extração de azeite

| Fontes | Di Giovacchino | | Paredes | Fiesta e Borjas | | Cartaxo | Curinha |
|--------|----------------|---------|---------|-----------------|---------|---------|---------|
| | Prensa | 3 Fases | 3 Fases | Prensa | 3 Fases | Prensa | Prensa |
| 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 m³ 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 2.33 – Concentrações de efluentes adoptados para os diferentes sistemas de extracção de azeite

| Concentrações (g/l) | Sistema de extracção | | | |
|------------------------|----------------------|-----------------|---------|-----------------|
| | Prensas | | 3 Fases | |
| 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 |

Devido à escassez de dados para o processo contínuo de 2 fases, assumiu-se serem semelhantes ao processo de 3 fases, ficando 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 (m³/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 m³/campanha), multiplicou-se o respectivo valor pelas concentrações que se admitiram para o sistema de extracção utilizado nesse lagar.

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 lagar. 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 contínuo de 3 fases por ser o mais poluente.

Quando não se dispunha de qualquer dado quantitativo (quantidades de azeite produzido, de azeitona utilizada ou caudais efluentes), não se consideraram esses lagares para os cálculos efectuados.

Praticamente todas as instalações analisadas indicam a utilização da água residual na rega ou as lamas no espalhamento. Apenas 1 das instalações indica tratar as águas residuais em ETAR e 3 indicam que encaminham as suas águas residuais para ETAR doméstica.

Na instalação que refere tratar o seu efluente, considerou-se uma eficiência de remoção de 70% para CQO, de 75% para CBO₅, e de 30% e 20% para Azoto e Fósforo, respectivamente.

Nas situações em que o efluente é encaminhado para ETAR doméstica, foi considerado que não havia impacto directo na envolvente.

Nas restantes situações, o processo de tratamento é predominantemente a lagoa de evaporação com posterior espalhamento, considerando-se que não há qualquer tratamento.

Resultados

As cargas poluentes dos lagares que constituem fontes de poluição tóxica serão calculadas por sub-bacia, apresentando-se no quadro seguinte os resultados obtidos. No próximo relatório serão apresentados os resultados finais, incluindo os processos da ARH Centro.

Quadro 2.34 – Poluição Tóxica: cargas poluentes dos Lagares calculadas por sub-bacias

| Sub-Bacia Hidrográfica | Caudal de descarga (m ³ /campanha) | Cargas (por/campanha) | | | |
|------------------------|--|-----------------------|----------------|-------------|-------------|
| | | CQO (ton/C) | CBO (ton/C) | N (kg/C) | P (Kg/C) |
| Aviz | 960 | 102,240 | 44,280 | 780 | 228 |
| Maior | 204 | 20,808 | 8,568 | 143 | 41 |
| Nabão | 280 | 28,560 | 11,760 | 196 | 56 |
| Sever | 600 | 112,500 | 49,050 | 870 | 255 |
| Sôr | 790 | 19,440 | 8,550 | 153 | 45 |
| Tejo | 1609 | 175,386 | 73,405 | 1226 | 352 |
| Zêzere | 62 | 6,324 | 2,604 | 43 | 12 |
| Total | 4505 | 465,258 | 198,217 | 3411 | 989 |

2.2.1.1.1.2 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 1 000 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 1 000 hl em todo o país. Para a mesma campanha, a informação ambiental fornecida pelas CCDR apenas permite 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 CBO₅, 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 do Tejo os seguintes:

- Núcleo A: concelhos de Borba e Estremoz;
- Núcleo B: concelhos de Almeirim, Alpiarça e Cartaxo;
- Núcleo C: concelhos de Alenquer, Arruda dos Vinhos, Cadaval, Mafra e Torres Vedras;

- Núcleo D: Montijo, Palmela, Setúbal.

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 pelos estagiários deste organismo (Adegas_Coordenadas_TOTAL_13092.xls), apresentando-se no Quadro X, em anexo, os mesmos.

Os dados recolhidos, todos referentes ao CAE 11021, podem agrupar-se da seguinte forma:

- Identificação do titular (nome, NIF, morada) e dos processos (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 50 adegas na BHT das quais só 3 têm dados de autocontrolo. Segundo informação recolhida junto das Direcções Regionais de Agricultura e Pescas do Centro, de Lisboa e Vale do Tejo e do Alentejo existem mais 62 adegas em concelhos abrangidos por esta região hidrográfica, mas foi impossível determinar a sua localização ou cargas devido à escassez de dados.

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 n.º 209/2008, 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.

Refira-se que o Consórcio se encontra a levantar informação dos processos da ARH Centro, disponibilizados em meados de Dezembro de 2010 e que serão integrados no próximo relatório.

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.

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 a informação de autocontrolo de que se dispõe não é suficiente, 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. 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 CBO₅, 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 nº23/95, de 23 de Agosto, referir 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% rejeita 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 afluentes 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 consultada 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 ainda de salientar a falta de dados bibliográficos para as cargas de azoto e fósforo o que se deve à reduzida carga que 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 2.35 – Cargas produzidas por uma tonelada de matéria-prima na indústria vitivinícola

| Uvas | Vinho | Efluente | CQO | CBO5 | SST |
|------------|---------------------|--------------------|--------|--------|--------|
| 1 tonelada | 0,75 m ³ | 1,5 m ³ | 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 (m³/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 m³/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.

Quando apenas se dispunham dos dados de volumes efluentes diários, admitiu-se que o funcionamento da adega era de 60 dias por ano. Aos volumes anuais de efluente assim obtidos, aplicaram-se os coeficientes indicados no quadro anterior.

Nesta região hidrográfica foram identificadas 4 instalações sem qualquer tipo de dados quantitativo que, em consequência não foram consideradas nos cálculos.

Devido à grande variedade de processos de tratamento utilizados por estas indústrias e à escassez de dados quantitativos e qualitativos característicos do efluente tratado por estes, foi necessário separar as explorações por tipo de tratamento de efluentes. Verificou-se que 29 adegas (63%) tratam os seus efluentes recorrendo a tratamento secundário, 7 (15%) dizem tratar mas não especificam o tratamento, 2 (5%) recorrem a fossa séptica e 8 (17%) nada referem.

No quadro seguinte apresentam-se as eficiências que foram consideradas para os sistemas de tratamento de efluentes existentes nas adegas em análise.

Quadro 2.36 - Eficiências de remoção por tipo de tratamento de efluentes (%)

| Parâmetros | Tratamento Primário (%) | Tratamento Secundário (%) |
|------------------|-------------------------|---------------------------|
| CQO | 25 | 70 |
| CBO ₅ | 25 | 75 |
| SST | 50 | 90 |

No caso das adegas que dizem dispor de tratamento mas não definem o sistema, considerou-se que seria apenas primário. Quantos às adegas que nada referem, considerou-se que não fazem tratamento.

Resultados

Para as adegas que fazem descarga de águas residuais em linha de água de acordo com o TURH e que são portanto fontes de poluição tóxica, obtiveram-se os seguintes resultados por sub-bacia. No próximo relatório serão actualizados os resultados com os dados provenientes das licenças da ARH Centro.

Quadro 2.37 - Poluição Tóxica. Cargas produzidas pelas Adegas por sub-bacia

| Sub-bacia | | Efluente | Cargas do Efluente (ton/ano) | | |
|------------|-------------|-----------------------|------------------------------|------------------|-----|
| Designação | Código | (m ³ /ano) | CQO | CBO ₅ | SST |
| Almansor | PT05TEJ1115 | 10804,2 | 1,1 | 0,7 | 0,0 |
| Aviz | | 37,8 | 1,7 | 1,2 | 0,1 |
| Divor | | 15,0 | 3,8 | 2,6 | 0,1 |
| Maior | | 10923,0 | 4,1 | 2,6 | 0,4 |
| Nabão | | 1811,0 | 0,4 | 0,2 | 0,0 |
| Raia | | 1105326,2 | 0,0 | 0,0 | 0,0 |
| Tejo | | 243,0 | 8,7 | 6,3 | 0,3 |
| Zêzere | | 12,0 | 0,9 | 0,6 | 0,0 |
| Total | | 1129172,2 | 20,6 | 14,1 | 1,0 |

2.2.1.1.1.3 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. Interessam à BHT:

- NAP B, que inclui os concelhos de Borba e Redondo;
- NAP C, que inclui apenas o concelho de Nisa;
- NAP D, com os concelhos de Fundão, Castelo Branco e Idanha-a-Nova;
- NAP E, de que interessa o concelho da Guarda;
- NAP F, que inclui os concelhos de Palmela e de Setúbal.

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 CBO₅, 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 (LACTICINIOS_coordenadas_TOTAL_13092.xls).

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, apresentando-se no Quadro X, em anexo, os mesmos. Os dados recolhidos, todos referentes ao CAE 10510, 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).

Segundo os dados da ARH Tejo, nesta região hidrográfica existem 20 indústrias de lacticínios. Destas 20 licenças, 3 não continham dados quantitativos, 3 apresentavam dados de auto controlo e 1 menciona descarga de água no solo no TURH para, sendo por isso fonte de poluição difusa. Há pois 16 licenças que são fontes de poluição tónica.

É de esperar que as licenças emitidas pela ARH Tejo não abranjam a totalidade dos produtores pois as mesmas podem ser emitidas por outros organismos. Aliás, segundo dados recolhidos junto das Direcções Regionais de Agricultura e Pescas do Centro e Lisboa e Vale do Tejo, existem mais 31 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.

Refira-se a propósito que o Consórcio está a levantar os dados dos processos da ARH Centro, disponibilizados em meados de Dezembro de 2010 e que serão incluídos no próximo relatório.

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.

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 para todos os casos, 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 micro organismos 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 2.38 Volumes produzidos por m³ de leite recebido, em função do produto fabricado

| Volume de efluente /m ³ de leite utilizado | |
|---|--------------------|
| Pasteurização e engarrafamento de leite | 1,3 m ³ |
| Indústria do queijo | 7,5 m ³ |
| Indústria de lacticínios | 5,0 m ³ |

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 lacticínios segundo os vários autores consultados.

Quadro 2.39 – Concentrações de efluentes de indústrias de lacticínios

| Parâmetro (m/g) | IPPC | ABIQ | Cartaxo, (*) | | |
|--------------------|-----------|-----------|-----------------------------------|------------------------|-----------------------------|
| | | | Pasteurização e Engarrafamento | Indústria do Queijo | Indústria de Lacticínios |
| 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 GTAIPL, 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, 2066; e os valores médios do intervalo indicado por IPPC, 2006 no que se refere ao azoto e fósforo. No quadro seguinte indicam-se os coeficientes considerados neste estudo.

Quadro 2.40 – Coeficientes adoptados para as indústrias de lacticínios

| Parâmetro (m/gl) | Pasteurização e Engarrafamento | Indústria do Queijo |
|-----------------------------|---|--------------------------------|
| 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 (m³/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 m³/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 2.41 – Eficiências de remoção por sistema de tratamento para indústrias de lacticínios (%)

| 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 os valores acima indicados, adoptaram-se as seguintes eficiências:

Quadro 2.42 – Eficiências de remoção adoptadas por sistema de tratamento para indústrias de lacticínios (%)

| 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 seguinte apresentam-se os resultados obtidos por sub-bacia. No próximo relatório serão incluídos os processos provenientes da ARH Centro, actualizando-se os resultados obtidos

Quadro 2.43 – Poluição tóxica: cargas poluentes resultantes das Indústrias de lacticínios na BHT

| Designação | Efluente (m ³ /ano) | Cargas (kg/ano) | | | | |
|------------|--------------------------------|-----------------|----------|----------|---------|---------|
| | | CQO | CBO5 | SST | N | P |
| Almonsor | 13,950 | 19,910 | 10,264 | 13,089 | 1,368 | 0,712 |
| Aviz | 52,500 | 236,751 | 51,752 | 7,219 | 46,496 | 6,422 |
| Ocresa | 750,000 | 778,846 | 389,423 | 375,000 | 66,471 | 30,705 |
| Raia | 1110,000 | 486,046 | 258,269 | 97,167 | 37,750 | 27,606 |
| Tejo | 5567,250 | 6111,190 | 1825,854 | 1082,694 | 433,512 | 132,526 |
| Zêzere | 250,000 | 346,154 | 173,077 | 250,000 | 24,375 | 11,500 |
| Soma | 7743,700 | 7978,897 | 2708,639 | 1825,168 | 609,970 | 209,471 |

2.2.1.1.1.4 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 o 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 CBO₅, 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 REAL. 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 pelos estagiários deste organismo (MATADOUROS_Coordenadas_TOTAL_13092.xls), apresentando-se no Quadro X, em anexo, os mesmos. 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, 19 referem-se a matadouros localizados na bacia hidrográfica do Tejo. Dasquelas 19 licenças, verificou-se que 2 estão em duplicado e 1 não apresenta dados quantitativos, o que reduziu o universo de estudo para 16 licenças. Destas, 38% encaminha os seus efluentes para ETAR Municipal, 63% possuem ETAR própria e posteriormente encaminham os efluentes para a linha de água, constituindo fontes de poluição tópica.

É de esperar que as licenças emitidas pela ARH Tejo não abranjam a totalidade dos matadouros. Aliás, segundo dados recolhidos junto das Direcções Regionais de Agricultura e Pescas do Centro, de Lisboa e Vale do Tejo e do Alentejo, existem mais 111 destas instalações em concelhos abrangidos por esta região hidrográfica, mas foi impossível determinar a sua localização exacta ou cargas devido à insuficiência de dados.

Refira-se que o Consórcio está a levantar informação dos processos disponibilizados pela ARH Centro em meados de Dezembro de 2010, que serão incluídos no próximo relatório.

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, concentração do afluente e do efluente, volumes de valorização e reutilização, 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 de dados 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 m³ por tonelada de animal abatido, coeficiente que pode variar entre 4 e 20 m³ 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 2.44 – Volume de efluentes produzido por tonelada de animal para abate

| Fonte | Volume de efluente /Peso de animal para abate |
|----------------------|---|
| Pires, 2002: Aves | 9 m ³ /ton |
| Azevedo Netto e Hess | 15 m ³ /ton |
| Cartaxo, 1985: Aves | 9 m ³ /ton |
| Cartaxo, 1985: Reses | 6 m ³ /ton |

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 2.45 – Concentrações de efluentes de matadouros de aves e reses

| Parâmetro (kg/m ³ l) | Miranda et al | Mata Alvarez et al. | Pires | Cartaxo | |
|------------------------------------|---------------|------------------------|-------|---------|------|
| | Reses | Reses | Aves | Reses | Aves |
| CBO ₅ | - | - | 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 | - | - | - |

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. Admitiram-se os seguintes coeficientes:

Quadro 2.46 – Coeficientes adoptados para o cálculo das cargas geradas pelos matadouros

| Parâmetro (kg/m3) | 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 ³ /ton) | 6 | Cartaxo | 9 | Pires |

Resultados

As 16 licenças que, de acordo com os dados da ARH Tejo interessam a este Plano, fazem descarga de águas residuais para linhas de água, sendo por isso fontes de poluição tóxica.

No quadro seguintes apresentam-se os resultados obtidos por sub-bacia. Estes resultados serão revistos com os dados provenientes das licenças de matadouros emitidas pela ARH Centro no próximo relatório.

Quadro 2.47 – Poluição Tóxica originada pelos matadouros da BHT

| Sub- Bacia | Efluente | Cargas do Efluente (ton/ano) | | | |
|------------|-----------------------|------------------------------|------------------|---------|---------|
| | (m ³ /ano) | CQO | CBO ₅ | SST | N |
| Almansor | 27000,000 | 11,340 | 4,725 | 1,620 | 1,890 |
| Maior | 493750,000 | 35,099 | 14,788 | 74,063 | 96,786 |
| Ocresa | 30000,000 | 40,500 | 22,500 | 4,500 | 10,500 |
| Raia | 51750,000 | 13,457 | 1,915 | 6,728 | 5,380 |
| Tejo | 397750,000 | 107,918 | 27,735 | 50,190 | 19,223 |
| Zezeze | 109200,000 | 368,550 | 245,700 | 81,900 | 54,600 |
| Almansor | 1109450,000 | 576,864 | 317,363 | 219,000 | 188,380 |
| Total | 27000,000 | 11,340 | 4,725 | 1,620 | 1,890 |

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

No que se refere à poluição difusa associada à actividade agrícola (actividade que ocupa 49,9% da área da BHT), verificaram-se pontos de contaminação de águas

subterrâneas com nitratos de origem agrícola, principalmente nas regiões nas quais a agricultura é mais intensa e que recorre a mais factores de produção, principalmente os fertilizantes químicos.

As zonas de regadio suscitam preocupações especiais por utilizarem grandes volumes de água de rega e haver uma grande agressividade nas práticas de adubação e na utilização de produtos fitofarmacêuticos. Destacam-se, neste contexto, no âmbito da BHT, o Vale do Tejo a jusante da foz do Zêzere, a envolvente NE do Estuário do Tejo e a planície da Beira Interior, havendo inúmeros concelhos onde a área afectada a culturas regadas é superior a 50% da área do concelho, como é o caso dos concelhos a seguir indicados:

- Alvaiázere, Ansião, Constância, Góis, Golegã, Leiria, Ourém, Penela, Pombal, Santarém, Sertã e Torres Novas, quanto ao milho;
- Batalha, Cadaval, Entroncamento, Porto de Mós e Vila Nova da Barquinha, quanto aos pomares;
- Marvão e Vila Velha de Ródão, quanto à forragem;
- Crato, quanto ao prado.

Em relação aos nutrientes provenientes das explorações agro-pecuárias, segundo estudos de 2000, as densidades da carga poluente anual, quer em azoto total quer em fósforo total, eram particularmente significativas nos concelhos de Alcochete, Ferreira do Zêzere, Montijo, Porto de Mós, Rio Maior e Seixal, embora em termos mais latos, essa situação seja comum a toda a área da margem direita do Zêzere para jusante da zona da Pampilhosa da Serra, a toda a área a Poente do curso do rio Tejo para jusante de Constância, bem como aos concelhos da margem esquerda do Tejo a jusante da Chamusca.

A avaliação da presença de nitratos e fosfatos nos meios hídricos no âmbito do PBH Tejo permitiu concluir o seguinte:

- quanto às águas superficiais, os valores mais elevados observam-se sobretudo no próprio rio Tejo e com maior expressão a jusante da foz do Zêzere; todavia, os valores encontrados só muito raramente excedem 10 mg/l, nunca atingindo limites a partir dos quais as águas se consideram poluídas;
- quanto às águas subterrâneas, e em relação aos limites impostos aos teores em nitratos para as águas destinadas a consumo humano;

- os dados de 1 364 amostras nos vários aquíferos da BHT permitiram identificar 7% de amostras com teores superiores ao VMA (maioritariamente concentradas no aquífero de Elvas-Vila Boim, nas Aluviões de Abrantes, nas Aluviões de Constância, no aquífero Estremoz-Cano e nas Aluviões do Tejo + Bacia do Tejo-Sado) e 9% de amostras com valores entre o VMA e o VMR (sobretudo no aquífero Estremoz-Cano e nas Aluviões do Tejo + Bacia do Tejo-Sado); 84% das amostras tinham teores em nitratos inferiores ao VMR;
- a análise da presença de nitratos em excesso em águas subterrâneas consoante o tipo de ocupação dominante do solo, evidenciou também que as zonas agrícolas (com 3,0% de amostras com teor superior ao VMA e 10,6% de amostras com teor entre o VMR e o VMA, num total de 1 095 amostras) são a principal preocupação;
- idêntica análise por concelho, salienta o papel relevante dos concelhos de Alcanena, Arraiolos, Estremoz e Montemor-o-Novo, todos com mais de 20% de amostras com teores superiores ao VMA;
- existem algumas áreas peri-urbanas com contaminação por nitratos: Alagoa (concelho da Golegã) e Freguesia (concelho de Santarém).

No que se refere aos produtos fitofarmacêuticos, a avaliação da situação no contexto do PBH Tejo resumia-se da seguinte forma:

- em termos de águas superficiais, os dados disponíveis reportam-se, em geral, a produtos cuja comercialização está proibida desde 1988 e as concentrações detectadas são muito baixas;
- em termos de águas subterrâneas, dados de 1988 para a Região do Ribatejo e Oeste permitiram identificar em águas subterrâneas na região da Lezíria do Tejo, no Baixo Sorraia e na península de Setúbal, situações com teores em alguns herbicidas superiores a 1,0 µg/l.

2.2.1.2.2 [Situação actual](#)

2.2.1.2.2.1 [Áreas mineiras abandonadas](#)

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. As 16 minas inventariadas situam-se todas na bacia hidrográfica do Tejo. Quanto às 12 pedreiras inventariadas, verifica-se que 5 se localizam na bacia do Tejo, 1 na bacia hidrográfica das ribeiras do Oeste e 6 em nenhuma destas bacias. Refira-se que destas últimas 6 pedreiras, 3 (Alcaria, Barrosinho e Penedos Negros) 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 do Tejo, as minas abandonadas encontram-se distribuídas por vários concelhos, sendo de salientar que o concelho do Sabugal alberga a totalidade das 5 minas de minérios radioactivos, exclusivamente para extracção de urânio. As 11 minas de minérios não radioactivos distribuem-se por 7 concelhos (Castelo Branco, Covilhã, Estremoz, Góis, Idanha-a-Nova, Penamacor e Sertã) e delas extraía-se estanho, volfrâmio, ouro e metais básicos. As 5 pedreiras

distribuem-se por 3 concelhos (Alcanena, Ourém e Torres Novas) e dedicavam-se todas à extracção de calcários.

Quadro 2.48 – Distribuição das Indústrias extractivas abandonadas por Concelho

| Concelho | Minas Radioactivas | Matéria-prima Explorada | Minas Não Radioactivas | Matéria-prima Explorada | Pedreiras | Matéria-prima Explorada |
|----------------|--------------------|-------------------------|------------------------|-------------------------------------|-----------|-------------------------|
| Alcanena | 0 | | 0 | | 2 | Calcários |
| Castelo Branco | 0 | | 1 | Estanho e Volfrâmio | 0 | |
| Covilhã | 0 | | 2 | Estanho e Volfrâmio | 0 | |
| Estremoz | 0 | | 1 | Metais Básicos | 0 | |
| Góis | 0 | | 1 | Ouro | 0 | |
| Idanha-a-Nova | 0 | | 2 | Ouro, Estanho e Volfrâmio | 0 | |
| Ourém | 0 | | 0 | | 1 | Calcários |
| Penamacor | 0 | | 3 | Metais Básicos, Estanho e Volfrâmio | 0 | |
| Sabugal | 5 | Urânio | 0 | | 0 | |
| Sertã | 0 | | 1 | Metais Básicos | 0 | |
| Torres Novas | 0 | | 0 | | 2 | Calcários |

Nos quadros seguintes apresenta-se a distribuição por sub-bacias e massas de água, verificando-se que a pedreira inventariada se localiza na sub-bacia Oeste 2 (PT1395) e no Maciço Calcário Estremenho.

As 5 minas de minérios radioactivos localizam-se na sub-bacia do Zêzere, onde se situam também 4 minas de minérios não radioactivos. As restantes minas de minérios não radioactivos distribuem-se pelas sub-bacias do Erges (2), do Ocreza (1), do Ponsul (3), Raia (1) e Zêzere (4). Quanto às pedreiras inventariadas, 4 localizam-se na sub-bacia do Tejo e 1 na sub-bacia do Nabão.

Quadro 2.49 – Distribuição das Indústrias extractivas abandonadas por sub-bacias

| Sub-Bacia | Minas Radioactivas (nº) | Matéria-prima Explorada | Minas Não Radioactivas (nº) | Matéria-prima Explorada | Pedreiras (nº) | Matéria-prima Explorada |
|-----------|-------------------------|-------------------------|-----------------------------|-------------------------------------|----------------|-------------------------|
| Erges | 0 | - | 2 | Ouro, Estanho e Volfrâmio | 0 | - |
| Nabão | 0 | - | 0 | | 1 | Calcários |
| Ocreza | 0 | - | 1 | Estanho e Volfrâmio | 0 | - |
| Ponsul | 0 | - | 3 | Metais Básicos, Estanho E Volfrâmio | 0 | - |
| Raia | 0 | - | 1 | Metais Básicos | 0 | - |
| Tejo | 0 | - | 0 | - | 4 | Calcários |
| Zêzere | 5 | Urânio | 4 | Ouro, Estanho e Volfrâmio | 0 | - |

Finalmente, conclui-se que as 5 pedreiras se encontram todas na mesma massa de água, Maciço Calcário Estremenho ao passo que as 16 minas se encontram todas no Maciço Antigo Indiferenciado da Bacia do Tejo.

Quadro 2.50 – Distribuição das Indústrias extractivas abandonadas por massas de água

| Massa de Água | Minas Radioactivas | Matéria-prima Explorada | Minas Não Radioactivas | Matéria-prima Explorada | Pedreiras | Matéria-prima Explorada |
|---|--------------------|-------------------------|------------------------|---|-----------|-------------------------|
| Maciço Antigo Indiferenciado da Bacia do Tejo | 5 | Urânio | 11 | Ouro, Metais Básicos, Estanho e Volfrâmio | 0 | |
| Maciço Calcário Estremenho | 0 | - | 0 | - | 5 | 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 chumbo e do níquel, não estão incluídos no Quadro 4, Lista de substâncias para avaliação do estado químico das Especificações Técnicas, que se refere fundamentalmente a contaminantes orgânicos

No que se refere às minas de minérios não radioactivos e tendo em conta os minérios explorados, serão de esperar contaminantes metálicos como o estanho, ferro, cobre, chumbo, zinco, volfrâmio antimónio, bário, níquel e ouro. Como a dissolução destes metais se processa, fundamentalmente, em ambientes ácidos (devido aos processos

extractivos ou à composição do minério) e tendo em consideração que se trata de minas muito antigas, algumas delas com mais de 100 anos, é expectável que estes contaminantes tenham já sido lixiviados ou estabilizados. Esta hipótese é suportada também pela vegetação que já ocupou estas áreas.

As minas de minérios radioactivos apresentam maiores problemas, quer pela perigosidade dos contaminantes (radioactivos), quer porque geralmente aparecem sob a forma de sulfuretos que originam sulfatos por oxidação, criando um ambiente por vezes fortemente ácido, propício à dissolução dos metais, acidificação dos solos e da água. Acresce ainda que todas estas minas se encontram na mesma bacia hidrográfica (Zêzere) e concelho (Sabugal) como se pode observar nos quadros apresentados.

De entre as minas de minérios radioactivos, destaca-se a mina da Bica para a qual o relatório da EDM refere a existência de contaminantes como o urânio, rádio (isótopos ^{224}Ra e ^{226}Ra), alumínio, arsénio, ferro, manganês, cobalto, cobre, cádmio, níquel, zinco, chumbo e fósforo e reduzidos valores de pH e elevada condutividade, contaminantes esses que, com excepção do níquel e do chumbo, não constam do Quadro 4, (Lista de substâncias para avaliação do estado químico) das Especificações Técnicas e que são parcialmente removidos na Estação de Tratamento de efluentes mineiros existente.

Para estas mesmas minas, é de salientar a presença de chumbo e níquel em quantidades abaixo do valor de detecção do método utilizado. Apenas no caso das minas da Bica e de Vale d'Arca, os teores em Níquel são superiores ao valor mínimo de detecção.

É ainda de referir que o Quadro de Referência Estratégico Nacional (QREN 2007-2013), contempla a recuperação das minas de urânio abandonadas nas regiões Centro, Noroeste e Alentejo incluídas no Programa Nacional de Valorização do Território, o que indica um maior controlo da contaminação destas explorações.

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 (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 áreas mineiras abandonadas no presente plano.

2.2.1.2.2.2 Lagares

No ponto relativa à poluição tóxica fez-se o enquadramento da situação referente aos lagares de azeite e apresentaram-se e descreveram-se os dados utilizados.

Como foi aí referido, a informação de base utilizada no presente estudo corresponde ao ficheiro EXCEL, onde os estagiários ARH Tejo compilaram os dados recolhidos nos processos de licenciamento existentes neste organismo,

Os dados disponibilizados pela ARH Tejo dizem respeito a 278 licenças de lagares, dos quais: 65 não disponham de dados quantitativos, 11 estavam em duplicado e em 49 não foi possível determinar a sua localização.

Segundo esta fonte de informação, há 266 lagares localizados na Bacia Hidrográfica do Tejo mas, segundo os dados recolhidos nas Direcções Regionais de Agricultura e Pescas do Centro, de Lisboa e Vale do Tejo e do Alentejo, existem mais 90 lagares em concelhos abrangidos por esta região hidrográfica. Não foi possível considerar estes no cálculo devido à insuficiência de dados sobre localização e cargas.

Os dados existentes estão a ser completados pelo Consórcio com a informação proveniente dos processos da ARH Centro, disponibilizados em meados de Dezembro de 2010 e que serão incluídos no próximo relatório.

Metodologia e procedimentos

No ponto relativo à poluição tóxica apresentou-se metodologia proposta para o cálculo das cargas poluentes originadas pelos lagares de azeite. A metodologia descrita foi também a utilizada no âmbito da poluição difusa.

Resultados

As cargas poluentes dos lagares que constituem fontes de poluição difusa foram calculadas por sub-bacia e por massa de água subterrânea, apresentando-se nos quadros seguintes os resultados obtidos. Note-se que estes resultados serão revistos no próximo relatório de forma a incluir os dados dos processos da ARH Centro.

No que toca às cargas poluentes por sub-bacias, verifica-se que as cargas de CQO e de CBO₅ se concentram na sub-bacia do Tejo, sendo ainda de assinalar a sub-bacia do Nabão e as sub-bacias do Zêzere e do Raia.

Quadro 2.51 – Poluição difusa. Cargas poluentes dos Lagares calculadas por sub-bacias

| Sub-Bacia Hidrográfica | Caudal de descarga (m ³ /campanha) | Cargas (por/campanha) | | | |
|------------------------|--|-----------------------|----------------|-------------|-------------|
| | | CQO (ton/C) | CBO (ton/C) | N (kg/C) | P (Kg/C) |
| Aviz | 195 | 19,89 | 8,19 | 0,1365 | 0,039 |
| Maior | 2526 | 300,06 | 125,808 | 2,1402 | 0,6168 |
| Nabão | 12120,4 | 1340,933 | 557,7108 | 9,40228 | 2,69948 |
| Ocreza | 263 | 56,808 | 24,985 | 0,4471 | 0,1315 |
| Ponsul | 80 | 8,16 | 3,36 | 0,056 | 0,016 |
| Raia | 5159,5 | 556,194 | 230,6115 | 3,87415 | 1,11065 |
| Rio Alviela | 900 | 91,8 | 37,8 | 0,63 | 0,18 |
| Sever | 990 | 118,08 | 49,53 | 0,843 | 0,243 |
| Sôr | 200 | 20,4 | 8,4 | 0,14 | 0,04 |
| Tejo | 16063 | 2214,012 | 942,243 | 16,2931 | 4,7273 |
| Zêzere | 4849 | 640,176 | 271,339 | 4,6713 | 1,3529 |

As cargas poluentes por massa de água subterrânea para a bacia hidrográfica do Tejo encontram-se indicadas no quadro seguinte. Como se conclui da sua análise, é na Bacia do Tejo - Sado /Margem Direita que se encontram as maiores cargas de CQO e de CBO₅, sendo ainda de assinalar no Maciço Antigo Indiferenciado da Bacia do Tejo e a Orla Ocidental Indiferenciada da bacia do Tejo.

Quadro 2.52 – Poluição difusa. Cargas poluentes dos Lagares calculadas por massa de água subterrânea

| Massa de Água Subterrânea | | Caudal de descarga | Cargas (toneladas por campanha) | | | |
|--|------------|----------------------------|---------------------------------|-------------|----------|----------|
| Nome | Código | (m ³ /campanha) | CQO (ton/C) | CBO (ton/C) | N (kg/C) | P (Kg/C) |
| Bacia do Tejo – Sado/ Margem Direita | PT_T1 | 17281,5 | 2418,441 | 1030,679 | 17,84905 | 5,1819 |
| Bacia do Tejo – Sado/ Margem Esquerda | PT_T3 | 3722,0 | 383,748 | 158,232 | 2,6414 | 0,7552 |
| Bacia do Tejo – Sado Indiferenciado da Bacia do Tejo | PT_T01RH5 | 928 | 94,656 | 38,976 | 0,6496 | 0,1856 |
| Escusa | PT_A2 | 840 | 85,68 | 35,28 | 0,588 | 0,168 |
| Estremoz – Cano | PT_A4 | 2000 | 204 | 84 | 1,4 | 0,4 |
| Maciço Antigo Indiferenciado da Bacia do Tejo | PT_A0x1RH5 | 11044,5 | 1380,816 | 582,0855 | 9,96165 | 2,87805 |
| Maciço Calcário Estremenho | PT_O20 | 60 | 12,96 | 5,7 | 0,102 | 0,03 |
| Orla Ocidental Indiferenciado da Bacia do Tejo | PT_O01RH5 | 5718,9 | 605,8998 | 250,6878 | 4,20123 | 1,20318 |
| Ourém | PT_O15 | 837 | 93,924 | 39,129 | 0,6609 | 0,1899 |
| Penela – Tomar | PT_O9 | 120 | 12,24 | 5,04 | 0,084 | 0,024 |
| Sicó – Alvaiázere | PT_O11 | 854 | 87,108 | 35,868 | 0,5978 | 0,1708 |
| Total | | 43405,9 | 5379,5 | 2265,7 | 38,7 | 11,2 |

2.2.1.2.2.3 Adeegas

Enquadramento e informação de base

No ponto relativo à poluição tóxica gerada pelas adeegas fez-se o enquadramento desta agro-indústria e foram apresentados e descritos os dados de base utilizados neste estudo.

Como aí se referiu, a ARH Tejo promoveu o tratamento dos processos de licenciamento relativos aos lagares existente neste organismo, tendo os estagiários da ARH Tejo compilado num ficheiro EXCEL os dados das licenças emitidas.

No ficheiro fornecido (Adeegas_coordenadas_TOTAL_13092.xls), há um total de 50 adeegas na BHT das quais só 3 têm dados de autocontrolo. Segundo informação recolhida junto das Direcções Regionais de Agricultura e Pescas do Centro, de Lisboa

e Vale do Tejo e do Alentejo existem mais 62 adegas em concelhos abrangidos por esta região hidrográfica, mas foi impossível determinar a sua localização ou cargas devido à insuficiência dos dados.

Estão a ser recolhidos pelo consórcio os dados relativos aos processos de licenciamento da ARH Centro. Como só foram disponibilizados em meados de Dezembro de 2010, serão incluídos no próximo relatório.

Metodologia e procedimentos

No ponto relativo à poluição tóxica gerada pelas adegas foi apresentada a metodologia e os procedimentos neste estudo. Esta metodologia foi também aplicada ao cálculo da poluição difusa gerada pelas adegas.

Resultados

Para as adegas que fazem descarga de águas residuais nos solo de acordo com o TURH, sendo portanto fontes de poluição difusa, obtiveram-se os seguintes resultados por massa de água subterrânea e por sub-bacia. Note-se que estes valores serão actualizados no próximo relatório com os dados provenientes da ARH Centro.

Quadro 2.53 - Poluição Difusa. Cargas produzidas pelas Adegas por Massa de Água Subterrânea

| Massa de Água Subterrânea | | Uvas | Efluente | Cargas do Efluente (ton/ano) | | |
|--|------------|-----------|-----------------------|------------------------------|------------------|-----|
| Designação | Código | (ton/ano) | (m ³ /ano) | CQO | CBO ₅ | SST |
| Aluviões do Tejo | PT_T7 | 1231,0 | 661,5 | 4,6 | 2,9 | 0,3 |
| Bacia do Tejo - Sado/ Margem Esquerda | PT_T3 | 7100,0 | 10650,0 | 13,3 | 9,6 | 0,4 |
| Estremoz – Cano | PT_A4 | 15,2 | 22,8 | 0,1 | 0,1 | 0,1 |
| Maciço Antigo Indiferenciado da Bacia do Tejo | PT_A0x1RH5 | 8,0 | 3,0 | 0,0 | 0,0 | 0,0 |
| Orla Ocidental Indiferenciado da Bacia do Tejo | PT_O01RH5 | 2000,0 | 18320,0 | 3,8 | 1,3 | 1,3 |
| Total | | 10 354,2 | 29 657,3 | 21,8 | 13,9 | 2,0 |

Quadro 2.54 - Poluição difusa. Cargas produzidas pelas Adeegas por sub-bacia

| Sub-Bacia | Uvas | Efluente | Cargas do Efluente (kg/ano) | | |
|-----------|----------|---------------------|-----------------------------|------------------|-----|
| | ton/ano | m ³ /ano | CQO | CBO ₅ | SST |
| Raia | 23,2 | 25,8 | 0,1 | 0,1 | 0,0 |
| Tejo | 10331,0 | 29631,5 | 21,7 | 13,8 | 2,0 |
| Total | 10 354,2 | 29 657,3 | 21,8 | 13,9 | 2,0 |

2.2.1.2.2.4 Lacticínios

Enquadramento e informação de base

No ponto relativo à poluição tóxica gerada pelas indústrias de lacticínios fez-se o enquadramento desta agro-indústria e foram apresentados e descritos os dados de base utilizados neste estudo.

Como aí se referiu, a ARH Tejo promoveu o tratamento dos processos de licenciamento relativos às unidades de lacticínios existentes neste organismo, tendo os dados das licenças emitidas sido compilados num ficheiro EXCEL pelos estagiários da ARH Tejo.

Segundo os dados da ARH Tejo, nesta região hidrográfica existem 20 indústrias de lacticínios. Destas 20 licenças, 3 não continham dados quantitativos, 3 apresentavam dados de auto controlo e apenas 1 menciona descarga de água no solo no TURH, sendo por isso a única a ser considerada como fonte de poluição difusa.

As licenças emitidas pela ARH Tejo não abrangem 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 31 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.

Estão a ser recolhidos pelo Consórcio os dados relativos a indústrias de lacticínios licenciadas pela ARH Centro. Como estes processos só foram disponibilizados em meados de Dezembro de 2010, serão incluídos no próximo relatório.

Metodologia e procedimentos

No ponto relativo às indústrias de lacticínios como fonte de poluição tóxica foi apresentada a metodologia e os procedimentos propostos. Para o cálculo da poluição difusa foi utilizada a mesma metodologia.

Resultados

No quadro seguintes apresentam-se os resultados obtidos por sub-bacia e massa de água subterrânea. Estes resultados serão actualizados no próximo relatório com os dados da ARH Centro.

Quadro 2.55 – Poluição Difusa. Cargas poluentes resultantes das Indústrias de lacticínios na BHT

| Sub-bacia | Massa de água subterrânea | Efluente | Cargas (kg/ano) | | | | |
|-----------|--|----------|-----------------|----------|------|------|------|
| | | | Designação | (m3/ano) | CQO | CBO5 | SST |
| Tejo | Orla Ocidental Indiferenciada da Bacia do Tejo | 0,2 | 0,21 | 0,10 | 0,10 | 0,02 | 0,01 |

2.2.1.2.2.5 Matadouros

Enquadramento e informação de base

No ponto relativa aos matadouros como fonte de poluição tóxica, foi feito o enquadramento da situação relativa aos matadouros e foram apresentados e descritos os dados de base utilizados neste estudo.

Como referido, a ARH Tejo promoveu o tratamento dos processos de licenciamento relativos às unidades de matadouros existentes neste organismo, tendo os seus estagiários compilados os dados provenientes das licenças num ficheiro Excel (MATADOUROS_coordenadas_TOTAL_13092.xls). Analisando os dados daquele ficheiro, concluiu-se que existem 19 matadouros localizados na bacia hidrográfica do Tejo dos quais 2 estão em duplicado e 1 não apresenta dados quantitativos, o que reduziu o universo de estudo para 16 licenças. Destas, 38% encaminha os seus efluentes para ETAR Municipal, 63% possuem ETAR própria e posteriormente encaminham os efluentes para a linha de água, ou seja, nenhuma contempla descarga de águas residuais no solo e por isso não constituem fontes de poluição difusa.

É expectável 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, de Lisboa e Vale do Tejo e do Alentejo, existem mais 111 destas instalações em concelhos abrangidos por esta região hidrográfica, mas foi impossível determinar a sua localização exacta ou cargas devido à ausência de dados.

O Consórcio está a levantar os dados das licenças emitidas pela ARH Centro, fornecidas em Dezembro de 2010 à ARH Tejo. A informação actualizada será pois apresentada no próximo relatório.

Metodologia e procedimentos

No ponto relativa aos matadouros como fonte de poluição tóxica, foi apresentada a metodologia e os procedimentos utilizados, que se propõe utilizar também para o cálculo da poluição difusa.

Resultados

Caso surjam dados de matadouros da ARH Centro que configurem uma fonte de poluição difusa, os resultados obtidos serão apresentados por sub-bacia e por massa de água subterrânea.

[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 Tejo é

abrangida 89% da população. Destes, 98 % tem os seus efluentes tratados em ETAR e 2% em Fossa Séptica Comunitária (FSC).

Sendo de 3.138.079 o total de habitantes desta região hidrográfica, pode concluir-se que 345.189 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 532 licenças para fossas sépticas, das quais 206 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 (160 l/hab.dia), estimando-se a população servida com base nos volumes de água residual referidos nas licenças.

Estimou-se assim que os dados destas licenças da ARH Tejo abrangem um total de 4.469 habitantes, ou seja, 0,2% do valor estimado pelo INSAAR, valor que fica muito abaixo da realidade na região.

Refira-se que o Consórcio se encontra a recolher os dados relativos a processos da ARH Centro, disponibilizados em meados de Dezembro de 2010 pelo que serão incluídos no próximo relatório.

Para fazer cumprir os objectivos da Directiva Quadro da Água, é necessário que o recurso a fossas sépticas deixe de ser uma prática corrente. Sempre que possível, a população deve ser servida por uma rede de drenagem de águas residuais; quando esta ligação não seja 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 não há licenças para os concelhos de: de Alcanena, Almada, Alpiarça, Alter do Chão, Amadora, Ansião, Arganil, Arraiolos, Arronches, Arruda dos Vinhos, Avis, Barreiro, Borba, Castanheira de Pêra, Castelo de Vide, Chamusca, Constância, Crato, Elvas, Entroncamento, Estremoz, Évora, Figueiró dos Vinhos, Fronteira, Gavião, Góis, Golegã, Gouveia, Lousã, Marinha Grande, Marvão, Miranda do Corvo, Moita, Monforte, Montemor-o-Novo, Mora, Nisa, Oleiros, Pampilhosa da Serra, Penela, Ponte de Sor, Porto de Mós, Redondo, Seia, Setúbal, Sobral de Monte Agraço, Soure, Sousel, Vendas Novas, Vila de Rei e Vila Nova da Barquinha.

Esta situação dever-se-á não à ausência de fossas sépticas mas a deficiências na informação existente.

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 até 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 à 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 enviado para 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 de eficiência de remoção indicados no quadro seguinte.

Quadro 2.56 – Eficiências de remoção nas fossas sépticas

| Parâmetros | Eficiência de remoção (%) |
|-------------------|----------------------------------|
| CBO5 | 25 |
| CQO | 25 |
| SST | 50 |
| N | 9,1 |
| P | 11,1 |

Fonte: Norma ATV-DVWK-A 131 E

O efluente não é armazenado nestes depósitos mas as lamas são-no, sendo portanto necessária a sua remoção. O manual “Soluções Tipo para Pequenas Instalações de Tratamento de Águas Residuais” aconselha a recolha das lamas, 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 sistema 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 colectador municipal, 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 que 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, é impossível determinar as 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 2.57 – Eficiências de remoção nas ETAR compactas

| Parâmetros | Eficiência de remoção (%) |
|------------|---------------------------|
| 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.º 152/97, 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 2.58 – 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 nos quadros seguintes, por massa de água subterrânea e por sub-bacia. Estes resultados serão revisto no próximo relatório, de forma a incorporar os dados dos processos da ARH Centro.

Quadro 2.59 – Poluição difusa originada pelas fossas sépticas e ETAR compactas na BHT por massas de água subterrâneas

| Massa de água subterrânea | | Efluente | Cargas do Efluente (ton/ano) | | | | |
|---------------------------|--|-----------------------|------------------------------|------------------|---------|--------|--------|
| Código | Designação | (m ³ /ano) | CQO | CBO ₅ | SST | N | P |
| PT_T7 | Aluviões do Tejo | 4413,6 | 2482,7 | 1241,3 | 1241,3 | 301,2 | 98,2 |
| PT_T1 | Bacia do Tejo-Sado / margem direita | 60317,6 | 33587,0 | 16771,6 | 16780,3 | 4082,7 | 1338,8 |
| PT_T3 | Bacia do Tejo-Sado / margem esquerda | 44880,0 | 17521,3 | 8317,5 | 7683,8 | 2345,4 | 919,6 |
| PT_T01RH5 | Bacia do Tejo-Sado indiferenciado da bacia do Tejo | 1784,0 | 401,4 | 167,3 | 100,4 | 66,9 | 33,5 |
| PT_A0x1RH5 | Maciço antigo indiferenciado da bacia do Tejo | 34108,0 | 18969,0 | 9472,4 | 9448,3 | 2308,1 | 756,7 |
| PT_O20 | Maciço calcário estremenho | 3600,0 | 1552,5 | 750,0 | 697,5 | 202,7 | 75,2 |
| PT_O01RH5 | Orla ocidental indiferenciado da bacia do Tejo | 34333,6 | 18736,8 | 9324,5 | 9450,7 | 2279,0 | 758,9 |
| PT_O26 | Ota – Alenquer | 680,0 | 382,5 | 191,3 | 191,3 | 46,4 | 15,1 |
| PT_O15 | Ourém | 12313,6 | 7001,4 | 3500,7 | 3575,7 | 843,1 | 275,1 |
| PT_O9 | Penela – Tomar | 320,0 | 180,0 | 90,0 | 90,0 | 21,8 | 7,1 |
| PT_O28 | Pisões – Atrozela | 8600,0 | 2812,5 | 1293,8 | 1068,8 | 402,5 | 170,4 |
| | Soma | 205 350 | 103 627 | 51 120 | 50 328 | 2 863 | 4 448 |

Quadro 2.60 – Poluição difusa originada pelas fossas sépticas e ETAR compactas na BHT por sub-bacias

| Sub-bacias | Efluente | Cargas do Efluente (ton/ano) | | | | |
|-----------------------------------|-----------------------|------------------------------|------------------|---------|--------|--------|
| Designação | (m ³ /ano) | CQO | CBO ₅ | SST | N | P |
| Almansor | 6960,0 | 2902,5 | 1395,0 | 1282,5 | 382,8 | 144,4 |
| Costeiras entre o Oeste2 e o Tejo | 8864,0 | 3026,7 | 1400,9 | 1241,6 | 422,8 | 177,2 |
| Erges | 492,0 | 276,8 | 138,4 | 138,4 | 33,6 | 10,9 |
| Maior | 25910,4 | 14075,1 | 7009,8 | 6954,3 | 1722,9 | 571,3 |
| Nabão | 36704,0 | 20721,0 | 10360,5 | 10435,5 | 2507,8 | 817,8 |
| Ocreza | 1580,8 | 889,2 | 444,6 | 444,6 | 107,9 | 35,2 |
| Ponsul | 1952,0 | 1098,0 | 549,0 | 549,0 | 133,2 | 43,4 |
| Raia | 408,8 | 92,0 | 38,3 | 23,0 | 15,3 | 7,7 |
| Sor | 1137,6 | 639,9 | 320,0 | 320,0 | 77,6 | 25,3 |
| Sorraia | 5206,4 | 2928,6 | 1464,3 | 1464,3 | 355,3 | 115,8 |
| Tejo | 97720,8 | 46698,4 | 22864,6 | 22348,7 | 5891,0 | 2090,5 |
| Zêzere | 18413,6 | 10278,8 | 5135,0 | 5126,3 | 1249,6 | 408,9 |
| Soma | 205 350 | 103 627 | 51 120 | 50 328 | 2 863 | 4 448 |

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 subterrâneas.

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 expressão constante do documento das Boas Práticas Agrícolas:

$$F=N - (S+A+B+R)+(I+P+L),$$

Em que 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 45,41% da área total. No quadro seguinte indicam-se as classes de ocupação do solo do nível 3, concluindo-se que as classes “Sistemas agro-florestais” (9%), “Culturas temporárias de sequeiro” (8,6%), “Sistemas culturais e parcelares complexos” (7%) 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 agro-florestais” incluem culturas anuais ou pastagens e terras incultas ou em pousio ocupando menos de 50% de superfície; as árvores florestais surgem imbricadas com árvores de fruto/oliveiras. 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 2.61 – Classes de ocupação do solo na BHT com base no CLC, 2006 (em %) e culturas representativas

| Culturas – nível 3 da nomenclatura CLC | % | Cultura representativa |
|---|------|--|
| C. Temporárias de sequeiro | 8,62 | Aveia, cevada e trigo |
| C. Temporárias de regadio | 4,08 | Tomate e milho grão |
| Arrozais | 0,98 | Arroz |
| Vinhas | 1,92 | Vinha para vinho e para uva de mesa |
| Pomares | 0,53 | Pomares de cerejeira de regadio |
| Pastagens permanentes | 0,29 | Pastagens permanentes |
| Olival | 4,67 | Olival |
| Culturas temporárias e/ou pastagens associadas a culturas permanentes | 1,88 | Pastagens permanentes e olival |
| Sistemas culturais e parcelares complexos | 7,17 | Batata, pastagens e pomares de macieira e pereira de sequeiro |
| Agricultura com espaços naturais e semi-naturais | 6,13 | Consociação aveia-tremocilha, pomares de macieira e pereira de sequeiro e horta familiar |
| Sistemas agro-florestais | 9,14 | Olival, pastagem permanente e aveia |

Em Portugal, a informação relativa a dados de campo que permitam o cálculo efectivo das quantidades de nutrientes que são transportadas a partir dos solos para as massas de água, é escassa. 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 et. al, 2002 foram obtidas em Dal e Kurtar (vide Tanik, 1999), Waller e Hart (vide Castro, 1986), Novotny (1994) e HARP-NUT (1999).

Quadro 2.62 – 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 agrícolas heterogêneas | 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 do Tejo, foram aplicadas as seguintes taxas de exportação:

Quadro 2.63 – 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 agrícolas heterogêneas | Culturas temporárias e/ou pastagens associadas a culturas permanentes; Sistemas culturais e parcelares complexos; Agricultura com espaços naturais e semi-naturais. Sistemas agro-florestais | 3,9 | 0,7 |

Resultados

Nos quadros seguintes apresentam-se os resultados obtidos por massa de águas subterrâneas e por sub-bacia.

Quadro 2.64 – Poluição difusa: cargas originada pelas culturas agrícolas na BHT, por massa de água subterrânea

| Massa de Água Subterrânea | | Cargas (ton/ano) | |
|--|------------|------------------|---------|
| Nome | Código | N | P |
| Sicó - Alvaiázere | PT_O11 | 349,942 | 4,427 |
| Maciço calcário estremenho | PT_O20 | 443,060 | 15,182 |
| Penela -Tomar | PT_O9 | 737,359 | 5,101 |
| Maciço antigo indiferenciado da bacia do Tejo | PT_A0x1RH5 | 84,607 | 305,200 |
| Escusa | PT_A2 | 1,751 | 0,263 |
| Monforte - Alter do Chão | PT_A3 | 41,117 | 3,072 |
| Estremoz -Cano | PT_A4 | 1.766,688 | 5,727 |
| Orla ocidental indiferenciado da bacia do Tejo | PT_O01RH5 | 93,508 | 39,125 |
| Ourém | PT_O15 | 18,536 | 6,444 |
| Ota - Alenquer | PT_O26 | 236,751 | 0,042 |
| Pisões - Atrozela | PT_O28 | 0,245 | 0,165 |
| Bacia do Tejo-Sado indiferenciado da bacia do Tejo | PT_T01RH5 | 37,957 | 14,607 |
| Bacia do Tejo- Sado / margem direita | PT_T1 | 31,607 | 76,168 |
| Bacia do Tejo-Sado / margem esquerda | PT_T3 | 0,917 | 133,095 |
| Aluviões do Tejo | PT_T7 | 27,389 | 64,563 |
| | Soma | 3.871,433 | 673,181 |

Quadro 2.65 – Poluição difusa: cargas originada pelas culturas agrícolas na BHT, por sub-bacia

| Sub-bacia | | Cargas (ton/ano) | |
|---|--------|------------------|--------|
| Nome | Código | N | P |
| Ocreza | | 168,489 | 40,908 |
| Aravil | | 67,284 | 3,402 |
| Almonda | | 64,490 | 6,567 |
| Alviela | | 101,192 | 11,558 |
| Vala de Alpiarça e Rib ^a . de Ulme | | 73,571 | 5,744 |
| Rib ^a . de Muge | | 63,667 | 12,133 |
| R. Maior | | 206,289 | 2,695 |
| Alenquer | | 59,777 | 8,957 |
| R. Grande da Pipa | | 36,514 | 10,779 |
| Trancão | | 58,299 | 16,039 |
| Grande Lisboa | | 18,965 | 8,338 |
| Erges | | 49,250 | 5,553 |
| Sever | | 37,814 | 36,221 |
| Nisa | | 34,144 | 29,039 |
| Zêzere | | 477,210 | 40,525 |

| Sub-bacia | | Cargas (ton/ano) | |
|---------------------------|--------|------------------|---------|
| Nome | Código | N | P |
| Ribeiras Costeiras do Sul | | 14,898 | 6,328 |
| Tejo Superior | | 208,758 | 188,839 |
| Magos | | 34,978 | 10,403 |
| Pônsul | | 237,739 | 82,643 |
| Sorraia | | 1069,205 | 21,058 |
| Tejo Inferior | | 120,751 | 34,430 |
| Estuário | | 229,586 | 12,154 |
| | Soma | 3432,871 | 594,312 |

2.2.1.2.2.8 Actividades pecuárias - Bovinos

Enquadramento e dados de base

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, 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 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 hídricos 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 CBO_5 e 57,6% da carga de Azoto. A pressão que o sector de bovinicultura exerce sobre a região hidrográfica do Tejo e Ribeiras do Oeste era 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 Foram identificados nos NAP os seguintes concelhos abrangidos pela bacia hidrográfica do Rio Tejo:

- núcleo G: Batalha, Porto-de-Mós e Leiria
- núcleo F: Santarém;
- núcleo E: Coruche, Évora, Montemor-o-Novo e Redondo;
- núcleo BS: Montijo, Moita e Palmela.

Partindo dos dados cedidos pela DGV (2010) para os 94 concelhos abrangidos pela bacia hidrográfica do Rio Tejo, concluiu-se que existem no total 5 003 unidades de exploração de bovinos com um efectivo animal de 335 619 na BHT. No caso de concelhos que pertencem a mais de uma bacia hidrográfica, aplicou-se aos valores da DGV um coeficiente de área. No quadro abaixo apresentam-se os dados referentes ao número de explorações e de efectivos fornecidos pela DGV:

Quadro 2.66 – Número de explorações e distribuição populacional de bovinos, por género

| Concelho | Coeficiente área | Nº Explorações | Bovinos (Fêmeas) | Bovinos (Machos) | Total Geral |
|-------------------|------------------|----------------|------------------|------------------|-------------|
| Abrantes | 1,00 | 25 | 956 | 202 | 1158 |
| Alcanena | 1,00 | 94 | 1719 | 502 | 2221 |
| Alcobaça | 0,01 | 4 | 46 | 55 | 101 |
| Alcochete | 1,00 | 20 | 3686 | 1245 | 4931 |
| Alenquer | 0,95 | 142 | 1696 | 2114 | 3810 |
| Almada | 1,00 | 22 | 100 | 143 | 243 |
| Almeirim | 1,00 | 22 | 766 | 313 | 1079 |
| Alpiarça | 1,00 | 14 | 690 | 151 | 841 |
| Alter do Chão | 1,00 | 95 | 9511 | 1793 | 11304 |
| Alvaiázere | 1,00 | 59 | 92 | 115 | 207 |
| Amadora | 1,00 | 3 | 55 | 79 | 134 |
| Ansião | 0,80 | 50 | 103 | 180 | 283 |
| Arraiolos | 0,95 | 142 | 17713 | 3973 | 21686 |
| Arronches | 0,03 | 3 | 332 | 75 | 407 |
| Arruda dos vinhos | 1,00 | 43 | 606 | 253 | 859 |

| | | | | | |
|---------------------|------|-----|-------|------|-------|
| | | | | | |
| Avis | 1,00 | 64 | 10227 | 2128 | 12355 |
| Azambuja | 1,00 | 89 | 2851 | 735 | 3586 |
| Barreiro | 1,00 | 10 | 136 | 127 | 263 |
| Batalha | 0,24 | 17 | 56 | 60 | 116 |
| Belmonte | 1,00 | 24 | 441 | 63 | 504 |
| Benavente | 1,00 | 128 | 12154 | 4920 | 17074 |
| Borba | 0,38 | 18 | 798 | 417 | 1215 |
| Cadaval | 0,15 | 9 | 100 | 109 | 208 |
| Caldas da Rainha | 0,02 | 3 | 19 | 53 | 72 |
| Cartaxo | 1,00 | 55 | 1845 | 1601 | 3446 |
| Cascais | 0,81 | 11 | 22 | 28 | 50 |
| Castanheira de Pêra | 1,00 | 3 | 5 | 8 | 13 |
| Castelo Branco | 1,00 | 77 | 2953 | 1297 | 4250 |
| Castelo de Vide | 1,00 | 122 | 5442 | 935 | 6377 |
| Chamusca | 1,00 | 40 | 5677 | 1121 | 6798 |
| Constância | 1,00 | 1 | 22 | 27 | 49 |
| Coruche | 1,00 | 144 | 13899 | 3734 | 17633 |
| Covilhã | 1,00 | 152 | 2242 | 418 | 2660 |
| Crato | 1,00 | 127 | 10923 | 2097 | 13020 |
| Elvas | 0,11 | 20 | 2323 | 590 | 2913 |
| Entroncamento | 1,00 | 2 | 3 | 28 | 31 |
| Estremoz | 0,90 | 98 | 5290 | 1934 | 7223 |
| Évora | 0,07 | 22 | 2810 | 612 | 3422 |
| Ferreira do Zêzere | 1,00 | 33 | 129 | 205 | 334 |
| Figueiró dos Vinhos | 0,99 | 27 | 4 | 33 | 37 |
| Fronteira | 1,00 | 50 | 5233 | 950 | 6183 |
| Fundão | 1,00 | 154 | 2076 | 454 | 2530 |
| Gavião | 1,00 | 10 | 307 | 52 | 359 |
| Góis | 0,37 | 7 | 10 | 13 | 24 |
| Golegã | 1,00 | 6 | 50 | 17 | 67 |
| Guarda | 0,21 | 87 | 926 | 200 | 1126 |
| Idanha-a-Nova | 1,00 | 232 | 16734 | 3064 | 19798 |
| Leiria | 0,02 | 16 | 77 | 45 | 123 |
| Lisboa | 1,00 | 7 | 27 | 31 | 58 |
| Loures | 1,00 | 84 | 2169 | 561 | 2730 |
| Mação | 1,00 | 19 | 128 | 245 | 373 |
| Mafra | 0,16 | 55 | 1154 | 1036 | 2190 |
| Manteigas | 0,84 | 2 | 2 | 1 | 3 |

| | | | | | |
|------------------------|------|-----|-------|------|-------|
| | | | | | |
| Marvão | 1,00 | 75 | 2106 | 371 | 2476 |
| Moita | 1,00 | 46 | 6521 | 1797 | 8318 |
| Monforte | 0,90 | 122 | 15995 | 4511 | 20505 |
| Montemor-o-Novo | 0,54 | 207 | 22735 | 4805 | 27540 |
| Montijo | 0,98 | 63 | 3839 | 1481 | 5320 |
| Mora | 1,00 | 58 | 6991 | 1345 | 8336 |
| Nisa | 1,00 | 119 | 5509 | 1296 | 6805 |
| Odivelas | 1,00 | 1 | 3 | 4 | 7 |
| Oeiras | 1,00 | 3 | 4 | 3 | 7 |
| Oleiros | 1,00 | 9 | 2 | 8 | 10 |
| Ourém | 0,89 | 183 | 625 | 1139 | 1764 |
| Palmela | 0,62 | 80 | 5439 | 4910 | 10349 |
| Pampilhosa da Serra | 0,83 | 4 | 2 | 8 | 9 |
| Pedrógão Grande | 1,00 | 18 | 19 | 70 | 89 |
| Penamacor | 1,00 | 41 | 1912 | 316 | 2228 |
| Penela | 0,10 | 3 | 5 | 4 | 9 |
| Pombal | 0,07 | 39 | 121 | 82 | 204 |
| Ponte de Sor | 1,00 | 59 | 5108 | 1425 | 6533 |
| Portalegre | 0,58 | 105 | 6371 | 1419 | 7790 |
| Porto de Mós | 0,43 | 97 | 1432 | 507 | 1940 |
| Proença-a-Nova | 1,00 | 20 | 191 | 262 | 453 |
| Redondo | 0,01 | 1 | 123 | 27 | 151 |
| Rio Maior | 1,00 | 63 | 1469 | 1379 | 2848 |
| Sabugal | 0,21 | 79 | 1522 | 369 | 1891 |
| Salvaterra de Magos | 1,00 | 46 | 2375 | 668 | 3043 |
| Santarém | 1,00 | 198 | 7010 | 3222 | 10232 |
| Sardoal | 1,00 | 7 | 30 | 8 | 38 |
| Seixal | 1,00 | 16 | 55 | 29 | 84 |
| Sertã | 1,00 | 68 | 193 | 153 | 346 |
| Sesimbra | 0,90 | 13 | 168 | 58 | 227 |
| Setúbal | 0,23 | 6 | 113 | 61 | 173 |
| Sintra | 0,36 | 33 | 633 | 111 | 744 |
| Sobral de Monte Agraço | 0,51 | 38 | 523 | 842 | 1365 |
| Sousel | 1,00 | 49 | 4764 | 821 | 5585 |
| Tomar | 1,00 | 115 | 921 | 453 | 1374 |
| Torres Novas | 1,00 | 89 | 933 | 794 | 1727 |
| Vendas Novas | 0,36 | 9 | 1096 | 289 | 1385 |
| Vila de Rei | 1,00 | 3 | 18 | 35 | 53 |

| | | | | | |
|------------------------|------|--------------|----------------|---------------|----------------|
| Vila Franca de Xira | 1,00 | 39 | 3676 | 1066 | 4742 |
| Vila Nova da Barquinha | 1,00 | 4 | 39 | 73 | 112 |
| Vila Velha de Ródão | 1,00 | 13 | 267 | 65 | 332 |
| Total | | 5 003 | 258 192 | 77 428 | 335 619 |

A ARH Tejo promoveu o tratamento dos processos de licenciamento relativos a espalhamento de estrumes existente neste organismo. 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 e terminado pelo Consórcio (Bovinculturas.xls), apresentando-se no Quadro X, em anexo, os mesmos.

Os dados recolhidos na ARH Tejo estão agrupados nos seguintes grandes grupos:

- Identificação do titular (nome, NIF, morada) e do processo (n.º da ARH, data);
- Caracterização da exploração (sistemas de exploração e produção, nº de animais);
- Caracterização das zonas de espalhamento (localização, área, distância à linha de água.

Para os concelhos abrangidos pelas bacias hidrográficas do Rio Tejo e Ribeiras do Oeste, de acordo com os dados levantados na sede da ARH Tejo relativos a explorações de bovinos que efectuam o espalhamento de estrumes no solo, contabilizaram-se 91 453 efectivos animais, distribuídos por 864 unidades de exploração. Observando apenas o universo da BHT identificaram-se 841 unidades de exploração de bovinos e contabilizaram-se 89 763 efectivos bovinos, o que representa 16,8% das explorações e 26,7% do efectivo.

Tendo em conta a representatividade dos dados da ARH Tejo, considerou-se também como informação de base a fornecida pela DGV.

Refira-se por último que estão a ser levantados pelo Consórcio os dados dos processos da ARH Centro, disponibilizados em meados de Dezembro de 2010, que serão incluídos no próximo relatório.

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 nº 1212/2003, relativamente a “Boas práticas agrícolas para todas as zonas”, no sentido de garantir o maneio 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.

Metodologia adoptada

Ao abrigo do REAP e da norma técnica de elaboração do Plano de Gestão de Efluentes Pecuários (PGEP), 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 2.67 – Quantidade e composição média de estrumes e de chorumes não diluídos produzidos anualmente por bovinos

| Tipo de animal | Estimativa em efectivos animais | | | | |
|------------------------------------|---------------------------------------|------|--|---|---|
| | Efluente Pecuário | | MO kg/t de estrume kg/m ³ de chorume | N total kg/t de estrume kg/m ³ de chorume | P2O5 kg/t de estrume kg/m ³ de chorume |
| Vaca leiteira | Estrume ton/animal/ano | 21 | 175 | 5,3 | 2,2 |
| | Chorume m ³ /animal/ano | 23 | 70 | 4,3 | 1,8 |
| Vaca aleitante | Estrume ton/animal/ano | 14 | 175 | 5,3 | 2,2 |
| | Chorume m ³ /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 ³ /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 ³ /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 2.68 – Quantidade e composição média de estrumes e de chorumes não diluídos produzidos anualmente por bovinos, convertidas em cabeças normais

| Tipo de Animal | CN | Estimativa em cabeças normais | | | | |
|------------------------------------|-----|--|------|-----------------|----------------------|-------------------|
| | | Efluente pecuário | | MO kg/CN/ano | N total kg/CN/ano | P2O5 kg/CN/ano |
| Vaca leiteira | 1,2 | Estrume ton/animal/ano | 17,5 | 3063 | 93 | 39 |
| | | Chorume m ³ /animal/ano | 19,2 | 1342 | 82 | 35 |
| Vaca aleitante | 1 | Estrume ton/animal/ano | 14,0 | 2450 | 74 | 31 |
| | | Chorume m ³ /animal/ano | 15,5 | 1085 | 67 | 28 |
| Bovino de recria (6 a 24 meses) | 0,6 | Estrume ton/animal/ano | 11,5 | 2013 | 61 | 25 |
| | | Chorume m ³ /animal/ano | 13,5 | 945 | 58 | 24 |
| Bovino de engorda intensiva | 0,6 | Estrume ton/animal/ano | 11,3 | 1757 | 61 | 26 |
| | | Chorume m ³ /animal/ano | 12,5 | 813 | 54 | 21 |
| Vitelo de recria (< 6 meses) | 0,4 | Estrume ton/animal/ano | 5,5 | 825 | 29 | 13 |

Como referido atrás, foram fornecidos pela Direcção Geral de Veterinária (DGV) dados referentes a explorações de bovinos. Os dados facultados identificam as várias explorações existentes em cada concelho abrangido pela BHT, bem como a distribuição populacional do seu efectivo. Esta distribuição é feita de acordo com a idade e o género dos animais, como segue:

Quadro 2.69 – Organização dos dados fornecidos pela DGV: distribuição populacional dos efectivos por explorações

| 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 2.70 – 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 ¹ |
| | Machos | Bovinos de engorda intensiva ² |
| ≤ 24 meses | Fêmeas | Bovinos de recria (6 a 24 meses) ₃ + Vitelos de recria (<6 meses) |
| | Machos | Bovinos de recria (6 a 24 meses) ₄ + Vitelos de recria (<6 meses) |

Notas:

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 pelas bacias hidrográficas do Tejo e das ribeiras do Oeste. 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 2.71 – 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 | P2O5 | CN | Efluente pecuário | MO | N total | P2O5 |
|------------|--------|-------------------|----------------------|-------|---------|------|-----|-------------------|--------|---------|------|
| > 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). A população de bovinos existente em cada exploração 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 2.72 – Correspondência entre dados das licenças de exploração bovina da ARH e as tabelas de conversão do PGEP

| 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 viteiros | 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:

Quadro 2.73 – Exemplo de aplicação das equivalências propostas numa exploração bovina para Produção de leite

| 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 |
|----------------------------|-------------------------|----------------------------|-----------|---------------------------------|-----------|---------------------------|-----------|-----------------------|-----------------|
| 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 2.74 – Equivalências de efectivos para Cabeças Normais de acordo com o D.L. 214/2008

| 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 (CBO₅ e CQO), azoto total (N_{total}) e fósforo (P₂O₅) excretados anualmente pelos efectivos pecuários existentes na região da BHRO, é a que se apresenta no Quadro 2.75.

Partindo dos dados da ARH Tejo, obtiveram-se os valores apresentados no quadro abaixo para a quantidade média de matéria orgânica (CBO₅ e CQO), azoto total e fósforo (P₂O₅) excretados anualmente por estes efectivos pecuários. No próximo relatório serão revistos estes valores de forma incluir os dados da ARH Centro.

Quadro 2.75 – 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 número de efectivos | | | | Estimativa com cabeças normais | | | | Estimativa com número de efectivos | | | | Estimativa com 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) |
| ABRANTES | 8770 | 1476 | 48 | 19 | 8471 | 1440 | 45 | 19 | 9229 | 543 | 34 | 14 | 8818 | 609 | 44 | 18 |
| ALCANENA | 20197 | 3422 | 113 | 45 | 19700 | 3360 | 105 | 44 | 21619 | 1357 | 84 | 35 | 20976 | 1449 | 102 | 42 |
| ALCOBAÇA | 964 | 161 | 5 | 2 | 952 | 159 | 5 | 2 | 1051 | 69 | 4 | 2 | 1038 | 71 | 5 | 2 |
| ALCOCHETE | 40520 | 6815 | 230 | 90 | 39391 | 6677 | 210 | 88 | 43108 | 2634 | 164 | 68 | 41627 | 2866 | 204 | 84 |
| ALENQUER | 32547 | 5376 | 179 | 73 | 31994 | 5308 | 171 | 72 | 35241 | 2252 | 142 | 58 | 34676 | 2347 | 161 | 66 |
| ALMADA | 1853 | 303 | 10 | 4 | 1812 | 298 | 10 | 4 | 1989 | 123 | 8 | 3 | 1953 | 131 | 9 | 4 |
| ALMEIRIM | 9116 | 1532 | 51 | 20 | 8887 | 1503 | 47 | 20 | 9742 | 604 | 38 | 16 | 9442 | 649 | 46 | 19 |
| ALPIARÇA | 6685 | 1127 | 38 | 15 | 6478 | 1102 | 34 | 14 | 7072 | 425 | 26 | 11 | 6782 | 469 | 34 | 14 |
| ALTER DO CHÃO | 92665 | 15679 | 530 | 205 | 89845 | 15335 | 477 | 200 | 98163 | 5939 | 368 | 153 | 94233 | 6526 | 469 | 195 |
| ALVAIÁZERE | 1639 | 269 | 9 | 4 | 1610 | 265 | 9 | 4 | 1770 | 112 | 7 | 3 | 1735 | 117 | 8 | 3 |
| AMADORA | 1023 | 168 | 6 | 2 | 995 | 164 | 5 | 2 | 1090 | 65 | 4 | 2 | 1073 | 72 | 5 | 2 |
| ANSIÃO | 2364 | 387 | 13 | 5 | 2331 | 383 | 12 | 5 | 2571 | 166 | 11 | 4 | 2537 | 171 | 12 | 5 |
| ARRAIÓLOS | 182721 | 30916 | 1039 | 405 | 177472 | 30271 | 943 | 395 | 194156 | 11871 | 737 | 306 | 187027 | 12937 | 925 | 384 |
| ARRONCHES | 3396 | 574 | 19 | 8 | 3298 | 562 | 18 | 7 | 3608 | 220 | 14 | 6 | 3473 | 240 | 17 | 7 |
| ARRUDA DOS VINHOS | 6802 | 1138 | 39 | 15 | 6608 | 1115 | 35 | 15 | 7227 | 438 | 27 | 11 | 6980 | 479 | 34 | 14 |
| AVIS | 101553 | 17167 | 580 | 225 | 98539 | 16800 | 524 | 219 | 107707 | 6540 | 406 | 169 | 103489 | 7162 | 514 | 213 |
| AZAMBUJA | 31103 | 5267 | 176 | 69 | 30229 | 5158 | 161 | 67 | 33102 | 2035 | 126 | 52 | 32003 | 2211 | 157 | 65 |
| BARREIRO | 1997 | 330 | 11 | 4 | 1935 | 322 | 10 | 4 | 2116 | 125 | 8 | 3 | 2069 | 140 | 10 | 4 |
| BATALHA | 1092 | 182 | 6 | 2 | 1077 | 180 | 6 | 2 | 1189 | 78 | 5 | 2 | 1172 | 80 | 5 | 2 |
| BELMONTE | 4826 | 825 | 27 | 11 | 4705 | 809 | 25 | 10 | 5164 | 326 | 20 | 8 | 5000 | 347 | 25 | 10 |
| BENAVENTE | 152043 | 25636 | 850 | 338 | 148421 | 25182 | 790 | 332 | 162931 | 10222 | 637 | 264 | 158426 | 10899 | 767 | 317 |
| BORBA | 10286 | 1722 | 58 | 23 | 10046 | 1692 | 54 | 22 | 11024 | 688 | 43 | 18 | 10717 | 734 | 52 | 21 |
| CADAVAL | 1880 | 312 | 10 | 4 | 1852 | 309 | 10 | 4 | 2042 | 133 | 8 | 3 | 2010 | 137 | 9 | 4 |
| CALDAS DA RAINHA | 605 | 98 | 3 | 1 | 598 | 98 | 3 | 1 | 660 | 43 | 3 | 1 | 655 | 44 | 3 | 1 |
| CARTAXO | 35384 | 5950 | 192 | 79 | 34909 | 5886 | 186 | 78 | 38583 | 2557 | 161 | 66 | 38073 | 2604 | 179 | 74 |
| CASCAIS | 299 | 48 | 2 | 1 | 287 | 46 | 2 | 1 | 312 | 17 | 1 | 0 | 302 | 20 | 1 | 1 |
| CASTANHEIRA DE PÊRA | 87 | 14 | 0 | 0 | 84 | 14 | 0 | 0 | 92 | 5 | 0 | 0 | 90 | 6 | 0 | 0 |
| CASTELO BRANCO | 38454 | 6478 | 214 | 85 | 37623 | 6374 | 200 | 84 | 41348 | 2623 | 164 | 68 | 40256 | 2768 | 195 | 80 |
| CASTELO DE VIDE | 50256 | 8493 | 290 | 111 | 48608 | 8294 | 258 | 108 | 53016 | 3157 | 196 | 81 | 50713 | 3513 | 254 | 105 |

| Concelho | Estrume | | | | | | | | Chorume | | | | | | | |
|---------------------|------------------------------------|--------------|-------------------|----------------|--------------------------------|--------------|-------------------|----------------|------------------------------------|--------------|-------------------|----------------|--------------------------------|--------------|-------------------|----------------|
| | Estimativa com número de efectivos | | | | Estimativa com cabeças normais | | | | Estimativa com número de efectivos | | | | Estimativa com 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) |
| CHAMUSCA | 60217 | 10231 | 340 | 133 | 58545 | 10022 | 311 | 130 | 64124 | 3962 | 245 | 102 | 61926 | 4290 | 306 | 127 |
| CONSTANCIA | 533 | 89 | 3 | 1 | 528 | 89 | 3 | 1 | 585 | 40 | 2 | 1 | 580 | 40 | 3 | 1 |
| CORUCHE | 154182 | 26086 | 870 | 342 | 150163 | 25588 | 798 | 335 | 164579 | 10222 | 635 | 264 | 159154 | 10996 | 782 | 324 |
| COVILHÃ | 24127 | 4104 | 136 | 53 | 23490 | 4024 | 125 | 52 | 25750 | 1605 | 99 | 41 | 24888 | 1726 | 123 | 51 |
| CRATO | 106214 | 17970 | 608 | 235 | 102909 | 17566 | 547 | 229 | 112400 | 6773 | 420 | 174 | 107903 | 7471 | 537 | 223 |
| ELVAS | 24336 | 4110 | 138 | 54 | 23644 | 4025 | 126 | 53 | 25869 | 1581 | 98 | 41 | 24931 | 1722 | 123 | 51 |
| ENTRONCAMENTO | 219 | 34 | 1 | 1 | 218 | 34 | 1 | 0 | 240 | 16 | 1 | 0 | 239 | 16 | 1 | 0 |
| ESTREMOZ | 58922 | 9890 | 334 | 131 | 57337 | 9698 | 305 | 128 | 62766 | 3847 | 240 | 99 | 60613 | 4169 | 297 | 122 |
| ÉVORA | 28467 | 4814 | 162 | 63 | 27635 | 4712 | 147 | 62 | 30219 | 1841 | 114 | 47 | 29075 | 2011 | 144 | 60 |
| FERREIRA DO ZÉZERE | 2587 | 421 | 14 | 6 | 2543 | 416 | 14 | 6 | 2797 | 176 | 11 | 5 | 2748 | 185 | 13 | 5 |
| FIGUEIRÓ DOS VINHOS | 248 | 39 | 1 | 1 | 244 | 39 | 1 | 1 | 269 | 17 | 1 | 0 | 268 | 17 | 1 | 0 |
| FRONTEIRA | 53240 | 9034 | 303 | 118 | 51727 | 8848 | 275 | 115 | 56609 | 3478 | 216 | 90 | 54512 | 3779 | 271 | 112 |
| FUNDÃO | 22062 | 3740 | 125 | 49 | 21462 | 3666 | 114 | 48 | 23507 | 1453 | 90 | 37 | 22689 | 1570 | 112 | 46 |
| GAVIÃO | 2734 | 461 | 16 | 6 | 2639 | 450 | 14 | 6 | 2874 | 169 | 10 | 4 | 2742 | 190 | 14 | 6 |
| GÓIS | 219 | 36 | 1 | 0 | 216 | 36 | 1 | 0 | 239 | 16 | 1 | 0 | 236 | 16 | 1 | 0 |
| GOLEGÃ | 572 | 97 | 3 | 1 | 556 | 95 | 3 | 1 | 609 | 37 | 2 | 1 | 590 | 41 | 3 | 1 |
| GUARDA | 9837 | 1668 | 56 | 22 | 9569 | 1635 | 51 | 21 | 10481 | 648 | 40 | 17 | 10117 | 700 | 50 | 21 |
| IDANHA-A-NOVA | 163822 | 27743 | 936 | 362 | 158854 | 27136 | 844 | 354 | 173594 | 10520 | 652 | 271 | 166732 | 11551 | 830 | 344 |
| LEIRIA | 1136 | 191 | 6 | 3 | 1115 | 188 | 6 | 2 | 1227 | 79 | 5 | 2 | 1200 | 82 | 6 | 2 |
| LISBOA | 371 | 60 | 2 | 1 | 356 | 58 | 2 | 1 | 387 | 21 | 1 | 1 | 377 | 25 | 2 | 1 |
| LOURES | 25760 | 4381 | 144 | 57 | 25124 | 4299 | 133 | 56 | 27585 | 1738 | 108 | 45 | 26805 | 1854 | 131 | 54 |
| MAÇÃO | 3207 | 526 | 17 | 7 | 3169 | 521 | 17 | 7 | 3499 | 228 | 15 | 6 | 3460 | 233 | 16 | 6 |
| MAFRA | 19936 | 3327 | 109 | 45 | 19586 | 3282 | 104 | 44 | 21579 | 1388 | 87 | 36 | 21205 | 1445 | 100 | 41 |
| MANTEIGAS | 25 | 4 | 0 | 0 | 25 | 4 | 0 | 0 | 27 | 2 | 0 | 0 | 27 | 2 | 0 | 0 |
| MARVÃO | 19262 | 3254 | 111 | 43 | 18601 | 3174 | 99 | 41 | 20272 | 1196 | 74 | 31 | 19384 | 1342 | 97 | 40 |
| MOITA | 79133 | 13441 | 442 | 175 | 77355 | 13215 | 411 | 173 | 85014 | 5413 | 336 | 140 | 82635 | 5715 | 404 | 167 |
| MONFORTE | 166944 | 28121 | 951 | 370 | 162098 | 27531 | 862 | 362 | 177246 | 10767 | 670 | 278 | 170706 | 11775 | 842 | 348 |
| MONTEMOR-O-NOVO | 239282 | 40569 | 1356 | 530 | 232705 | 39755 | 1236 | 518 | 254826 | 15729 | 976 | 405 | 245829 | 17020 | 1215 | 504 |
| MONTIJO | 50219 | 8498 | 279 | 111 | 49139 | 8360 | 261 | 110 | 54036 | 3447 | 215 | 89 | 52673 | 3630 | 255 | 105 |
| MORA | 68689 | 11622 | 393 | 152 | 66632 | 11371 | 354 | 148 | 72822 | 4418 | 274 | 114 | 69939 | 4843 | 348 | 144 |
| NISA | 55955 | 9449 | 319 | 124 | 54313 | 9249 | 289 | 121 | 59381 | 3609 | 224 | 93 | 57124 | 3948 | 283 | 117 |
| ODIVELAS | 68 | 11 | 0 | 0 | 67 | 11 | 0 | 0 | 74 | 5 | 0 | 0 | 73 | 5 | 0 | 0 |

| Concelho | Estrume | | | | | | | | Chorume | | | | | | | |
|------------------------|------------------------------------|--------------|-------------------|----------------|--------------------------------|--------------|-------------------|----------------|------------------------------------|--------------|-------------------|----------------|--------------------------------|--------------|-------------------|----------------|
| | Estimativa com número de efectivos | | | | Estimativa com cabeças normais | | | | Estimativa com número de efectivos | | | | Estimativa com 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) |
| OEIRAS | 41 | 7 | 0 | 0 | 40 | 6 | 0 | 0 | 43 | 2 | 0 | 0 | 41 | 3 | 0 | 0 |
| OLEIROS | 59 | 9 | 0 | 0 | 57 | 9 | 0 | 0 | 62 | 3 | 0 | 0 | 61 | 4 | 0 | 0 |
| OURÉM | 15294 | 2512 | 83 | 34 | 15098 | 2488 | 81 | 34 | 16668 | 1084 | 69 | 28 | 16482 | 1111 | 76 | 31 |
| PALMELA | 90284 | 15006 | 499 | 202 | 88689 | 14810 | 473 | 199 | 97648 | 6252 | 395 | 162 | 95722 | 6515 | 452 | 185 |
| PAMPILHOSA DA SERRA | 55 | 9 | 0 | 0 | 53 | 8 | 0 | 0 | 58 | 3 | 0 | 0 | 57 | 4 | 0 | 0 |
| PEDROGÃO GRANDE | 516 | 81 | 3 | 1 | 496 | 79 | 3 | 1 | 539 | 28 | 2 | 1 | 533 | 35 | 2 | 1 |
| PENAMACOR | 17045 | 2877 | 99 | 38 | 16461 | 2806 | 87 | 37 | 17932 | 1056 | 65 | 27 | 17107 | 1185 | 86 | 36 |
| PENELA | 60 | 10 | 0 | 0 | 58 | 10 | 0 | 0 | 64 | 4 | 0 | 0 | 61 | 4 | 0 | 0 |
| POMBAL | 1721 | 287 | 10 | 4 | 1684 | 282 | 9 | 4 | 1850 | 116 | 7 | 3 | 1804 | 123 | 9 | 4 |
| PONTE DE SÔR | 55586 | 9386 | 315 | 123 | 54095 | 9202 | 288 | 121 | 59245 | 3655 | 227 | 94 | 57209 | 3950 | 281 | 116 |
| PORTALEGRE | 63458 | 10719 | 363 | 141 | 61531 | 10484 | 327 | 137 | 67232 | 4063 | 252 | 105 | 64613 | 4468 | 320 | 133 |
| PORTO DE MÓS | 16912 | 2856 | 95 | 38 | 16457 | 2798 | 88 | 37 | 18037 | 1114 | 69 | 29 | 17504 | 1205 | 85 | 35 |
| PROENÇA-A-NOVA | 4172 | 693 | 23 | 9 | 4107 | 684 | 22 | 9 | 4532 | 294 | 18 | 8 | 4481 | 304 | 21 | 8 |
| REDONDO | 1364 | 232 | 8 | 3 | 1329 | 227 | 7 | 3 | 1457 | 91 | 6 | 2 | 1410 | 98 | 7 | 3 |
| RIO MAIOR | 26593 | 4439 | 146 | 59 | 26185 | 4387 | 140 | 59 | 28885 | 1881 | 119 | 49 | 28416 | 1937 | 134 | 55 |
| SABUGAL | 15995 | 2705 | 91 | 35 | 15541 | 2649 | 83 | 35 | 17007 | 1041 | 65 | 27 | 16399 | 1134 | 81 | 34 |
| SALVATERRA DE MAGOS | 26100 | 4411 | 148 | 58 | 25389 | 4323 | 135 | 57 | 27807 | 1714 | 106 | 44 | 26876 | 1855 | 132 | 55 |
| SANTARÉM | 90423 | 15219 | 505 | 201 | 88261 | 14947 | 470 | 197 | 96890 | 6066 | 378 | 156 | 94328 | 6478 | 455 | 188 |
| SARDOAL | 344 | 58 | 2 | 1 | 335 | 57 | 2 | 1 | 367 | 23 | 1 | 1 | 356 | 25 | 2 | 1 |
| SEIXAL | 556 | 92 | 3 | 1 | 534 | 89 | 3 | 1 | 579 | 32 | 2 | 1 | 556 | 38 | 3 | 1 |
| SERTA | 2929 | 487 | 16 | 7 | 2869 | 480 | 15 | 6 | 3154 | 199 | 13 | 5 | 3083 | 210 | 15 | 6 |
| SESIMBRA | 1852 | 311 | 11 | 4 | 1801 | 305 | 10 | 4 | 1970 | 120 | 8 | 3 | 1902 | 131 | 9 | 4 |
| SETUBAL | 1851 | 314 | 10 | 4 | 1823 | 310 | 10 | 4 | 2013 | 133 | 8 | 3 | 1980 | 136 | 9 | 4 |
| SINTRA | 6917 | 1179 | 39 | 15 | 6734 | 1156 | 36 | 15 | 7384 | 461 | 28 | 12 | 7148 | 496 | 35 | 15 |
| SOBRAL DE MONTE AGRAÇO | 11609 | 1907 | 63 | 26 | 11448 | 1888 | 61 | 26 | 12628 | 817 | 52 | 21 | 12457 | 840 | 58 | 23 |
| SOUSEL | 47960 | 8141 | 273 | 106 | 46582 | 7971 | 247 | 104 | 50966 | 3126 | 194 | 81 | 49052 | 3401 | 244 | 101 |
| TOMAR | 11977 | 2014 | 67 | 27 | 11671 | 1975 | 62 | 26 | 12803 | 794 | 49 | 20 | 12474 | 855 | 60 | 25 |
| TORRES NOVAS | 15840 | 2648 | 87 | 35 | 15548 | 2610 | 83 | 35 | 17127 | 1099 | 69 | 28 | 16829 | 1148 | 79 | 33 |
| VENDAS NOVAS | 11535 | 1947 | 66 | 26 | 11212 | 1907 | 60 | 25 | 12268 | 751 | 47 | 19 | 11823 | 816 | 58 | 24 |
| VILA DE REI | 479 | 79 | 3 | 1 | 473 | 78 | 3 | 1 | 523 | 34 | 2 | 1 | 518 | 35 | 2 | 1 |
| VILA FRANCA DE XIRA | 39114 | 6600 | 222 | 87 | 37926 | 6453 | 202 | 85 | 41463 | 2505 | 155 | 65 | 40015 | 2759 | 196 | 81 |

| Concelho | Estrume | | | | | | | | Chorume | | | | | | | |
|------------------------|------------------------------------|----------------|-------------------|----------------|--------------------------------|----------------|-------------------|----------------|------------------------------------|----------------|-------------------|----------------|--------------------------------|----------------|-------------------|----------------|
| | Estimativa com número de efectivos | | | | Estimativa com cabeças normais | | | | Estimativa com número de efectivos | | | | Estimativa com 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) |
| VILA NOVA DA BARQUINHA | 634 | 101 | 4 | 1 | 605 | 97 | 3 | 1 | 654 | 33 | 2 | 1 | 640 | 42 | 3 | 1 |
| VILA VELHA DE RODÃO | 2763 | 467 | 16 | 6 | 2682 | 457 | 14 | 6 | 2933 | 179 | 11 | 5 | 2826 | 195 | 14 | 6 |
| TOTAL | 2 865 693 | 483 690 | 16 193 | 6 355 | 2 789 091 | 474 240 | 14 831 | 6 223 | 3 055 192 | 188 580 | 11 731 | 4 863 | 2 953 491 | 203 745 | 14 483 | 5 993 |

Quadro 2.76 – Poluição difusa. Cargas poluentes geradas pelas boviniculturas na BHT, por massa de água subterrânea

| Massa de água subterrânea | CHORUME | | | | | | | | ESTRUME | | | | | | | |
|--|----------------------|---------------|---------------|--------------|--------------|-------------------------------|--------------|----------------------|----------------|----------------|--------------|--------------|--------------|--------------|---------|--------------|
| | Quantidade Produzida | MO | | N total | | P ₂ O ₅ | | Quantidade Produzida | MO | | N total | | P2O5 | | | |
| | | m3/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) | ton/ano | ton/ano (CN) |
| ALUVIÕES DO TEJO | 73764,5 | 5163,5 | 5179,4 | 317,2 | 316,6 | 132,8 | 133,8 | 68527,0 | 11940,0 | 11903,0 | 363,2 | 362,1 | 151,0 | 151,4 | | |
| ALUVIÕES DO TEJO | 140,5 | 9,8 | 9,9 | 0,6 | 0,6 | 0,3 | 0,3 | 132,6 | 23,0 | 23,0 | 0,7 | 0,7 | 0,3 | 0,3 | | |
| BACIA DO TEJO-SADO / MARGEM DIREITA | 41366,0 | 2894,7 | 2904,2 | 177,9 | 176,5 | 74,4 | 75,0 | 38363,2 | 6682,8 | 6661,0 | 203,3 | 202,8 | 84,5 | 84,7 | | |
| BACIA DO TEJO-SADO / MARGEM ESQUERDA | 255164,0 | 17860,4 | 17887,0 | 1097,0 | 1096,2 | 459,2 | 463,5 | 235531,4 | 41101,2 | 41039,7 | 1248,3 | 1247,1 | 518,6 | 522,2 | | |
| BACIA DO TEJO-SADO INDIFERENCIADO DA BACIA DO TEJO | 67601,5 | 4732,1 | 4747,6 | 290,7 | 292,1 | 121,7 | 122,1 | 63265,8 | 11005,0 | 10967,4 | 335,3 | 333,6 | 139,5 | 139,4 | | |
| ESCUSA | 720,0 | 50,4 | 51,0 | 3,1 | 3,1 | 1,3 | 1,3 | 630,0 | 110,3 | 108,7 | 3,3 | 3,3 | 1,4 | 1,4 | | |
| ESTREMOZ - CANO | 10484,5 | 733,9 | 735,0 | 45,1 | 45,4 | 18,9 | 18,9 | 9895,8 | 1720,3 | 1717,7 | 52,4 | 52,2 | 21,8 | 21,9 | | |
| MACIÇO ANTIGO INDIFERENCIADO DA BACIA DO TEJO | 631276,5 | 44188,2 | 44271,9 | 2714,5 | 2728,3 | 1136,3 | 1141,1 | 587917,0 | 102388,6 | 102187,8 | 3116,0 | 3104,4 | 1295,4 | 1299,8 | | |
| MACIÇO CALCÁRIO ESTREMENHO | 3022,0 | 211,5 | 212,2 | 13,0 | 13,1 | 5,4 | 5,5 | 2922,4 | 506,1 | 504,5 | 15,5 | 15,4 | 6,5 | 6,5 | | |
| MONFORTE – ALTER DO CHÃO | 28569,5 | 1999,9 | 2002,5 | 122,8 | 123,1 | 51,4 | 51,8 | 26876,8 | 4677,1 | 4671,3 | 142,4 | 142,2 | 59,2 | 59,6 | | |
| ORLA OCIDENTAL INDIFERENCIADO DA BACIA DO TEJO | 3049,0 | 210,8 | 212,5 | 13,1 | 13,2 | 5,4 | 5,4 | 2796,6 | 477,5 | 473,4 | 14,9 | 14,7 | 6,2 | 6,1 | | |
| OURÉM | 176,0 | 12,3 | 12,5 | 0,8 | 0,8 | 0,3 | 0,3 | 154,0 | 27,0 | 26,6 | 0,8 | 0,8 | 0,3 | 0,3 | | |
| PENELA - TOMAR | 40,0 | 2,8 | 2,8 | 0,2 | 0,2 | 0,1 | 0,1 | 35,0 | 6,1 | 6,0 | 0,2 | 0,2 | 0,1 | 0,1 | | |
| SICÓ - ALVAIÁZERE | 71,5 | 5,0 | 5,1 | 0,3 | 0,3 | 0,1 | 0,1 | 63,0 | 11,0 | 10,9 | 0,3 | 0,3 | 0,1 | 0,1 | | |
| TOTAL | 1 115 446 | 78 075 | 78 233 | 4 796 | 4 809 | 2 008 | 2 019 | 1 037 111 | 180 676 | 180 301 | 5 497 | 5 480 | 2 285 | 2 294 | | |

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 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, os maiores efectivos surgem em Leiria, Alcobaça, Rio Maior e Palmela, sendo de salientar que 1/3 do efectivo se concentra 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, interessando à bacia hidrográfica do Rio Tejo os seguintes:

- núcleo A: Alcobaça, Batalha, Cadaval, Caldas da Rainha e Porto de Mós (protocolos de cooperação); Montemor-o-Novo;
- núcleo B: Alcochete, Benavente, Montijo e Palmela;
- núcleo C: Alenquer e Mafra;
- núcleo D: Azambuja Cartaxo, Rio Maior e Santarém;
- núcleo E: Ferreira do Zêzere, Pombal, Sertã e Tomar.

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 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.

A ARH Tejo promoveu o tratamento dos processos de licenciamento relativos a suiniculturas existentes neste organismo, cruzando ainda com a informação proveniente do REF, IPCC, PRTR, EIA, LA, INGA e REAP. 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 compilados num ficheiro EXCEL (Suiniculturas_todos_14092.xls), apresentando-se no Quadro X, em anexo, os mesmos.

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 exploração (sistemas de exploração e produção, nº de animais);
- Caracterização das águas residuais (origem, tipo de tratamento, localização, caudal máximo de descarga, concentração 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 os concelhos abrangidos pelas bacias hidrográficas do Rio Tejo e Ribeiras do Oeste, 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 48 708 efectivos animais, distribuídos por 223 explorações suinícolas. Observando apenas o universo da BHT, contabilizam-se 38 394 efectivos, distribuídos por 96 explorações.

Refira-se que estão a ser levantados pelo Consórcio os dados dos processos da ARH Centro, disponibilizados em meados de Dezembro de 2010, que serão incluídos no próximo relatório.

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 as ponderações indicadas nas notas abaixo.

Quadro 2.77 – 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 ⁵ | P ₂ O ₅ |
|--|--------------------------------|---------------------------------|-----------------------------|-----------------------------|-------------------------------|
| | | | kg/ton ou kg/m ³ | kg/ton ou kg/m ³ | kg/ton ou kg/m ³ |
| Exploração familiar ¹ | Estrume | 1,86 ton/animal/ano | 40 | 7,8 | 7 |
| | Chorume | 2,92 m ³ /animal/ano | 35 | 5,6 | 3,6 |
| Exploração de produção de leitões ² | Estrume | 5,1 ton/animal/ano | 40 | 7,8 | 7 |
| | Chorume | 8,7 m ³ /animal/ano | 33 | 4,7 | 3,2 |
| Exploração em ciclo fechado ³ | Estrume | 12,9 ton/animal/ano | 40 | 7,8 | 7 |
| | Chorume | 19,1 m ³ /animal/ano | 36 | 6 | 3,8 |

Quadro 2.78 – 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 ₆ | Efluente pecuário ⁴ | | MO | N total ⁵ | P ₂ O ₅ |
|--|-----------------|--------------------------------|------------------------------|-----------|----------------------|-------------------------------|
| | | | | kg/CN/ano | kg/CN/ano | kg/CN/ano |
| Exploração familiar ¹ | 0,21 | Estrume | 8,51 ton/CN/ano | 341 | 66 | 60 |
| | | Chorume | 12,62 m ³ /CN/ano | 439 | 69 | 45 |
| Exploração de produção de leitões ² | 0,52 | Estrume | 9,8 ton/CN/ano | 390 | 76 | 68 |
| | | Chorume | 16,7 m ³ /CN/ano | 552 | 79 | 54 |
| Exploração em ciclo fechado ³ | 1,49 | Estrume | 8,6 ton/CN/ano | 40 | 7,8 | 7 |
| | | Chorume | 12,8 m ³ /CN/ano | 36 | 6 | 3,8 |

Notas:

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:

Quadro 2.79 – Nota 1: Quantidade e composição média de efluente pecuários de suiniculturas, por efectivo

| Tipo de animal | Efluente pecuário | | MO | N total | P ₂ O ₅ |
|------------------------------|-------------------|--------------------------------|-----------------------------|-----------------------------|-------------------------------|
| | | | kg/ton ou kg/m ³ | kg/ton ou kg/m ³ | kg/ton ou kg/m ³ |
| Lugar de porcas reprodutoras | Estrume | 3,4 | 40 | 7,8 | 7 |
| | Chorume | 6,0 m ³ /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 ³ /animal.ano | 36 | 6 | 3,8 |

Quadro 2.80 – Nota 1: Quantidade e composição média de efluente pecuários de suiniculturas, por CN

| Tipo de animal | CN | Efluente pecuário | | MO kg/CN/ano | N total kg/CN/ano | P ₂ O ₅ kg/CN/ano |
|------------------------------|------|-------------------|----------------|-----------------|----------------------|--|
| Lugar de porcas reprodutoras | 0,35 | Estrume | 9,7 ton/CN/ano | 389 | 76 | 68 |
| | | Chorume | 17,1 m3/CN/ano | 566 | 81 | 55 |
| Lugar de porcos de engorda | 0,15 | Estrume | 8,0 ton/CN/ano | 320 | 62 | 56 |
| | | Chorume | 10,7 m3/CN/ano | 384 | 64 | 41 |

Um lugar de porca reprodutora compreende uma porca (depois do 1º 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 nº 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 em animal equivalente. Para tal consideraram-se os seguintes factores de conversão:

Quadro 2.81 – Nota 6: Factores de conversão para animais-equivalentes em suiniculturas

| Sistema de exploração | Animais-equivalentes |
|-----------------------|----------------------|
| Porco de engorda | 1,5 |
| Porca de reprodução | 10 |
| Leitão | 4 |

A quantidade média de matéria orgânica (CBO₅ e CQO), azoto total e fósforo (P₂O₅) associada à produção de suínos na região abrangida pela BHT, apresenta-se no quadro que segue. Estes valores serão revistos no próximo relatório de forma a incluir os dados da ARH Centro.

Quadro 2.82 – Poluição difusa. Cargas poluentes geradas pelas suiniculturas na BHT, por massa de água subterrânea

| Massa de água Subterrânea | Estrume | | | | | | | | Chorume | | | | | | | |
|--|----------------------------------|--------------|-------------------|----------------|----------------------------------|--------------|-------------------|----------------|-------------------------------|--------------|-------------------|----------------|-------------------------------|--------------|-------------------|----------------|
| | Efectivos animais | | | | Cabeças Normais | | | | Efectivos animais | | | | Cabeças Normais | | | |
| | Quantidade e produzida (ton/ano) | MO (ton/ano) | N total (ton/ano) | P2O5 (ton/ano) | Quantidade e 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) |
| ALUVIÕES DO TEJO | 9546,0 | 381,8 | 74,5 | 66,8 | 9482,4 | 381,5 | 73,9 | 66,2 | 14134,0 | 508,8 | 84,8 | 53,7 | 14113,3 | 508,3 | 84,9 | 54,0 |
| BACIA DO TEJO-SADO / MARGEM DIREITA | 44003,9 | 1760,2 | 343,2 | 308,0 | 43714,3 | 1758,4 | 340,5 | 305,0 | 65306,6 | 2347,6 | 390,3 | 247,5 | 65209,3 | 2345,1 | 390,8 | 248,9 |
| BACIA DO TEJO-SADO / MARGEM ESQUERDA | 146109,6 | 5844,4 | 1139,7 | 1022,8 | 145192,4 | 5837,2 | 1130,8 | 1012,6 | 218536,8 | 7817,3 | 1289,5 | 820,4 | 218207,6 | 7809,5 | 1291,2 | 825,4 |
| MACIÇO ANTIGO INDIFERENCIADO DA BACIA DO TEJO | 259658,7 | 10386,3 | 2025,3 | 1817,6 | 257930,3 | 10377,0 | 2009,4 | 1799,5 | 384559,3 | 13841,8 | 2306,3 | 1460,9 | 383995,3 | 13827,5 | 2309,0 | 1469,5 |
| MACIÇO CALCÁRIO ESTREMENHO | 13280,3 | 531,2 | 103,6 | 93,0 | 13189,4 | 530,6 | 102,8 | 92,0 | 19669,4 | 708,0 | 118,0 | 74,7 | 19630,4 | 706,9 | 118,0 | 75,1 |
| ORLA OCIDENTAL INDIFERENCIADO DA BACIA DO TEJO | 5386,8 | 215,5 | 42,0 | 37,7 | 5351,0 | 215,3 | 41,7 | 37,3 | 7980,4 | 287,2 | 47,8 | 30,3 | 7968,7 | 286,9 | 47,9 | 30,5 |
| TOTAL | 477985,3 | 19119,4 | 3728,3 | 3345,9 | 474859,9 | 19100,0 | 3699,1 | 3312,6 | 710186,4 | 25510,6 | 4236,8 | 2687,5 | 709124,6 | 25484,2 | 4241,8 | 2703,5 |

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 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 CBO₅, 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 CBO₅ produzida, 20,1% da carga total de Azoto e 36,1% da carga total de fósforo. A pressão que o sector da avicultura exerce é por isso considerada muito elevada.

A ENEAPAI (2007) definiu ainda Núcleos de Acção Prioritária (NAP) para o sector da avicultura. Indicam-se em seguida, para os NAP definidos aqueles que interessam concelhos abrangidos pela BHT:

- núcleo D: Ourém, Leiria, Pombal, Batalha e Marinha Grande;
- núcleo E: Rio Maior, Santarém, Cartaxo e Azambuja;
- núcleo F: Mafra e Cadaval;
- núcleo H: Ferreira do Zêzere e Tomar.

A ARH Tejo promoveu o tratamento dos processos de licenciamento relativos a aviculturas existentes neste organismo, cruzando ainda com a informação proveniente do REF, IPCC, PRTR, EIA, LA, INGA e REAP. 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 compilados num ficheiro EXCEL (Aviários_Coordenadas_TOTAL_13092.xls), apresentando-se no Quadro X, em anexo, os mesmos.

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 exploração (sistemas de exploração e produção, nº de animais);
- Caracterização das águas residuais (origem, tipo de tratamento, localização, caudal máximo de descarga, concentração 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 os concelhos abrangidos pelas bacias hidrográficas do Rio Tejo e Ribeiras do Oeste, de acordo com os dados levantados na 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 BHT, contabilizam-se 2 481 569 animais, distribuídos por 25 explorações.

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 | Nº 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 EM EFECTIVO ANIMAL | | | | | ESTIMATIVA EM CABEÇA NORMAL | | | | |
|-----------------------|---------------------------------------|----------------------|---------------------|------------------------|----|-----------------------------|------------|-----------|--------------|------|
| | Efluente pecuário (ton/ano ou m3/ano) | MO kg/ton de estrume | N kg/ton de estrume | P2O5 kg/ton de estrume | CN | Efluente pecuário | MO ton/ano | N ton/ano | P2O5 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 1 | 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 2 | Estrume | 0,03 | 400 | 28 | 23 | 0,025 | 1,2 | 480 | 34 | 16 |
| Pato 3 | Estrume | 0,03 | 400 | 28 | 23 | 0,025 | 1,2 | 480 | 34 | 16 |
| Codorniz 4 | 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 nº 214/2008.

3 - Da análise do DL nº 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" pode, de algum modo, admitir-se 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 na 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 que, para efeitos de estimativa, 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

A quantidade média de matéria orgânica (CBO₅ e CQO), azoto total e fósforo (P₂O₅) associada à produção de aves na região abrangida pela BHT, apresenta-se no quadro abaixo. Os valores apresentados serão revistos no próximo relatório de forma a incluir os dados da ARH Centro.

Quadro 2.85 – Poluição difusa: cargas poluentes originadas pelas aviculturas na BHT

| Massa de Água Subterrânea | Nº Explorações | Nº Efectivos | Estrume | | | | | | | |
|--|----------------|----------------|--------------------------------|--------------|-------------------|----------------|--------------------------------|--------------|-------------------|----------------|
| | | | 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) |
| Bacia do Tejo-Sado / margem direita | 10 | 606854 | 9245 | 3225 | 255 | 263 | 9531 | 3237 | 255 | 176 |
| Bacia do Ttejo-Sado / margem esquerda | 7 | 514445 | 5876 | 2489 | 185 | 125 | 5789 | 2490 | 185 | 128 |
| Maciço antigo indiferenciado da bacia do Tejo | 3 | 240970 | 3615 | 1193 | 98 | 108 | 3759 | 1194 | 97 | 72 |
| Maciço calcário estremenho | 1 | 30000 | 450 | 149 | 12 | 14 | 468 | 149 | 12 | 9 |
| Orla ocidental indiferenciado da bacia do Tejo | 2 | 1058600 | 3776 | 422 | 61 | 19 | 936 | 423 | 32 | 27 |
| Ourém | 2 | 30700 | 246 | 108 | 8 | 5 | 239 | 108 | 8 | 7 |
| Total | 25 | 2481569 | 23 207 | 7 586 | 619 | 533 | 20 722 | 7 600 | 590 | 419 |

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 alguns dados relativos aos campos de golfe existentes. Esta base foi completada por pesquisa no site da APA, que permitiu 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 Tejo existem 22 campos de golfe dos quais 21 campos em exploração que se distribuem pelos concelhos de Sintra (5), Cascais (4), Benavente e Almada (3), Lisboa (2), Rio Maior, Palmela, Oeiras e Sesimbra (1). O campo de golfe de Marvão, de acordo com a pesquisa efectuada, está encerrado mas

não foi possível confirmar a situação por não haver resposta aos contactos efectuados. Note-se ainda que há 8 campos de golfe que são explorados por quatro empresas: Aroeira I e II, Ribagolfe I e II, Penha Longa Atlântico e Mosteiro e Golf Estoril Championship Course e Blue Course.

Há intenção de construir mais 21 campos nos concelhos de: Sesimbra (6), Coruche (2), Cartaxo, Santarém, Alenquer, Fronteira, Évora, Salvaterra de Magos, Portalegre, Montijo, Mafra, Seixal e Guarda (1).

Foram obtidas 6 respostas aos inquéritos enviados mas em 2 casos as respostas estão muito incompletas.

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 com respostas completas ao inquérito, 1 recorre a águas superficiais e subterrâneas em simultâneo, recorrendo 2 apenas a águas subterrâneas e 1 apenas a recursos superficiais. Nenhum dos 4 campos recorre a águas residuais tratadas ou de abastecimento público e em 3 deles

faz-se a recirculação da água de rega em lagos. Consomem 171 224 m³/ano de águas superficiais e 566 568 m³/ano de águas subterrâneas que, para uma área regada por aspersão de 135 hectares, se traduz num consumo médio de 5 465m³/ha.

Relativamente aos fitofármacos, só 5 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 utilizadas as seguintes substâncias activas:

- Fungicidas: Propiconazol, Clortalonil, Azoxistrobina, Iprodiona, Mancozebe, Carbendazime + Flusilazol, Tiofanato-Metilo, Fosetil-Alumínio, Propamocarbe; trifloxistrubina;
- Insecticidas: Clorpirifos, Deltametrina;
- Herbicidas: 2,4-D, MCPA; glifosato, diurão, terbutilazina, pendimetalina.

Quanto às substâncias do Quadro 4, foram identificadas duas substâncias activas que estão incluídas neste quadro: clorpirifos e diurão. Quanto ao clorpirifos foi indicada a sua utilização nos 5 campos. Trata-se de um insecticida organofosforado que actua por contacto, ingestão ou fumigação e é identificado pelo CAS nº 2921-88-2.

O diurão, com o CAS nº 330-54-1, é um herbicida cuja licença de venda está cancelada, terminando o período de utilização em 2009, ano a que são relativos os dados dos inquéritos.

Resultados

No quadro seguinte apresentam-se os resultados obtidos para a BHT, podendo concluir-se que a quantidade de clorpirifos deverá ser bastante superior aos 40 kg/ano indicados uma vez que só 5 campos dos 21 existentes indicaram e quantificaram a sua utilização. Relativamente ao diurão, embora a sua quantidade possa também ser superior ao calculado, desde que as análises de água não indiquem a sua presença não constituirá problema visto ser um produto retirado do mercado.

Quadro 2.86 – Poluição difusa: cargas poluentes geradas pelos campos de golfe na BHT

| Massa de água subterrânea | | Nº de campos de golfe | Substâncias para avaliação do estado químico | |
|--|--------|-----------------------|--|---------------------|
| Designação | Código | | Designação | Quantidade (kg/ano) |
| Orla Ocidental Indiferenciada da bacia do Tejo | O01RH5 | 5 | Clorpirifos | 39,8 |
| | | 1 | Diurão | 0,6 |
| | | 6 | n.d. | n.d. |
| Bacia do Tejo-Sado/Margem Esquerda | T3 | 2 | Clorpirifos | n.d. |
| | | 8 | n.d. | n.d. |
| Bacia do Tejo-Sado/Margem Direita | T1 | 1 | n.d. | n.d. |
| Pisões-Atrozela | O28 | 1 | n.d. | n.d. |

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 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).

Metodologia e procedimentos

Os locais com solos contaminados seriam identificados com base nos estudos realizados para o efeito. Relativamente ao INPRI, apesar dos esforços desenvolvidos junta da APA, só foi possível consultar o Relatório Síntese o qual apresenta os resultados por Classificação da Actividade Económica (CAE) e por região (NUT II).

Assim apresentam-se apenas os dados de caracterização dos locais de intervenção prioritária que interessam à BHT, ou seja, Alcanena, Barreiro e Seixal.

A Siderurgia Nacional (Seixal) laborou entre 1961 e 2001, tendo produzido um volume de 1,4 milhões de toneladas de resíduos, encontrando-se ainda cerca de 21 mil toneladas de resíduos em solos. Os resíduos são constituídos por poeiras e lamas metálicas de ferro, zinco e manganês na sua forma elementar e oxidada, sílica e alumina, carbono orgânico, amianto, borras de nafta, enxofre e óxidos de cálcio. A sua classificação segundo a Lista Europeia de Resíduos (LER) é: inertes, 84%; não perigosos, 11%; perigosos, 5%. Estes resíduos estão depositados em terrenos da SNES e da Urbindústria, em armazéns e na Lagoa da Palmeira, numa área total de 696 025 m².

Os resíduos depositados na Lagoa da Palmeira são considerados perigosos. Segundo o relatório da FBO, além do enorme volume de solos contaminados com compostos orgânicos e inorgânicos, também as águas subterrâneas diagnosticadas e cujo nível freático se encontrava à data entre 1 e 7 metros estão contaminadas. Esta contaminação, com Cr, Cu, Ni, Pb, Zn, Hg e As, é particularmente importante no Vazadouro III. No parque de óleos as águas subterrâneas estão contaminadas com óleos e gorduras. Além disso estas águas encontram-se contaminadas em azoto amoniacal e sulfatos.

Na zona industrial do Barreiro, a Quimiparque, antiga CUF, começou a operar em 1908 com a produção de ácidos, destacando-se a produção de ácido sulfúrico e ainda superfosfatos. Em 1977 a CUF dá origem à Quimigal e em 1989 à Quimiparque. As principais indústrias que ali operaram ao longo dos anos foram: Indústria Química

Orgânica - refinação de óleos, azeites, sabões, farinhas e rações; Indústria Química Inorgânica - fabrico de ácidos; Indústria Química Metalúrgica, de cobre, chumbo, ouro e prata e ainda tratamento de cinzas de pirite; Indústria Metalomecânica, com oficinas de ferro, bronze e fabrico de aço especial para a indústria do ácido sulfúrico; Indústria Têxtil, primitivamente para sacaria e embalagem de adubos e posteriormente alargada à produção de tecidos diversos. No parque industrial do Barreiro da Quimigal estão, segundo valores do ex-Instituto de Resíduos (INR) de 2003, mais de 52 mil toneladas de resíduos perigosos, nomeadamente lamas provenientes de metalurgias de zinco.

O Estudo de Enquadramento Estratégico para os terrenos da Siderurgia Nacional e Quimiparque, elaborado pela Parque Expo 98, SA e CISED Território, Lda (Outubro de 2007) num âmbito mais alargado de integração no Arco Ribeirinho Sul e na Área Metropolitana de Lisboa, veio identificar alguns riscos que podem condicionar a prossecução dos objectivos preconizados, destacando “a ausência de estudos de caracterização do passivo ambiental conclusivos que permitam definir desde já as soluções mais adequadas à sua resolução”.

O estudo propõe a conclusão da caracterização do estado de contaminação dos solos e águas subterrâneas e a definição dos usos futuros dos territórios e, numa 2.^a fase, proceder à avaliação do risco e definição de cenários de descontaminação com respectiva estimativa de custos.

A área industrial de Alcanena, onde desde os anos 70 se assistiu à concentração de mais de 100 empresas da indústria dos curtumes e onde alguns projectos pioneiros para a época vieram a ser instalados (SIRECRO, destinado ao aproveitamento e reutilização do crómio e mais recentemente, o projecto piloto Verica para a produção de energia a partir das raspas verdes do couro), foi das primeiras intervenções integradas assumidas pelo Estado numa tentativa de minimizar os impactos ambientais nos cursos de água e no solo.

O sistema de tratamento de águas residuais de Alcanena foi iniciado na década de 80 e finalizado em inícios da década actual, e é composto pela colecta e tratamento de águas residuais, industriais e urbanas bem como um aterro para raspas azuis e um outro aterro para lamas inertizadas da ETAR.

Como resultado da industrialização ocorrida na área e dos tratamentos incipientes de que eram dotadas essas indústrias, gerou-se um passivo ambiental constituído por lamas não inertizadas confinadas numa infra-estrutura (já encerrada) que, não configurando um aterro, não é mais que um depósito de lamas em anaerobiose. Nesse

local estão confinadas cerca de 50 000 m³ de resíduos perigosos com elevado teor em crómio. Tal situação levou a que o ex-INR tivesse sustentado superiormente a sua desactivação e o transporte dessas lamas depois de desidratadas para local adequado.

Num quadro global de intervenções futuras, baseado numa solução de compromisso, de acordo com a qual a indústria (representada pela AUSTRA), Câmara Municipal de Alcanena e Estado actuam em parceria (protocolo assinado Junho de 2009), prevê-se, num curto prazo, a resolução definitiva da questão dos colectores e do restante passivo, designadamente as lamas não inertizadas. A Requalificação e Valorização da Bacia do Alviela contempla os seis projectos a seguir indicados:

- Remodelação da rede de colectores de águas residuais (projecto e empreitada);
- Melhoria do sistema de tratamento da ETAR;
- Unidade de tratamento de resíduos industriais (“raspas verdes”);
- Reabilitação da zona de lamas não estabilizadas (projecto, empreitada e fiscalização);
- Defesa contra as cheias da ETAR de Alcanena, nas vertentes de expropriações, desocupação e fiscalização;
- Reconstrução da cascata do Mouchão de Pernes.

No concelho do Seixal encontram-se outros passivos ambientais, resultantes do depósito de resíduos de hidrocarbonetos, possivelmente provenientes de estaleiros navais e águas residuais contaminadas com compostos que vão desde os orgânicos (derivados dos explosivos) a sais de metais como mercúrio, níquel, crómio, ferro, manganês, alumínio, urânio em lagoas escavadas nas areias e/ou antigos areeiros abandonados, sem qualquer tipo de impermeabilização. A título de exemplo citem-se os casos da antiga fábrica da Sociedade Portuguesa de Explosivos (SPEL), o poço do Talaminho e os antigos areeiros de J. Caetano e Fernando Branco.

Esta prática levou à contaminação de solos e águas, estando ameaçado o aquífero profundo, actualmente responsável pelo abastecimento público de água a todos os concelhos da península de Setúbal, nomeadamente Almada, Seixal, Sesimbra, Barreiro, Moita, Palmela, Setúbal, Montijo e Alcochete.

Foram realizados vários trabalhos de investigação nos locais contaminados com resultados praticamente nulos, pelo que a ARH Tejo solicitou a colaboração de um especialista espanhol, Professor Rafael Fernández Rubio, com larga experiência na recuperação ambiental de minas abandonadas.

No âmbito do Programa Operacional do Objectivo Cooperação Territorial do Espaço Sudoeste Europeu (SUDOE) 2007-2013, a ARH Tejo juntamente com o Laboratório Nacional de Energia e Geologia, a Agência Nacional do Ambiente, a Câmara Municipal do Seixal, a Confederación Hidrográfica del Tajo e a Fundación IMDEA Agua, apresentaram uma candidatura conjunta para a “Valorização do Território pela descontaminação de solos e água – bacia do Tejo (Seixal e Alcalá de Henares”, com o acrónimo VALORTERR. Esta candidatura visa a resolução dos problemas de contaminação que se acumularam e se vêm agravando nas regiões metropolitanas de Lisboa (Seixal) e Madrid (Alcalá de Henares).

De acordo com a lista de beneficiários de financiamento comunitário, FEDER e Fundo de Coesão de 30 de Setembro de 2010, disponível no sítio de PVT/QREN, no domínio de intervenção “Recuperação do Passivo Ambiental” foram aprovados em 2009 e 2010 as seguintes operações:

Quadro 2.87- Operações de Recuperação do Passivo Ambiental aprovadas no âmbito do POVT/QREN até 30 de Setembro de 2010

| Beneficiário | Designação | Observações |
|---------------------------------|---|--|
| ARH Tejo | Reabilitação da Célula de Lamas não estabilizada da ETAR de Alcanena | Projecto aprovado em 2009 e Empreitada em 2010 |
| EGF Quimiparque ACE | Implementação de acções prioritárias para Recuperação do PA nos territórios da QP – 1ª Fase: Estudo Final de Caracterização do estado de contaminação de solos e águas subterrâneas | 2009 |
| EGF Quimiparque ACE | Remoção dos Resíduos depositados no Parque de Lamas de zinco do Parque Empresarial do Barreiro | 2010 |
| EGF, SNESGES, URBINDÚSTRIA, ACE | Implementação de um conjunto de Acções Prioritárias para Recuperação do Passivo Ambiental dos territórios da ex-Siderurgia Nacional | 2009 |
| EGF, SNESGES, URBINDÚSTRIA, ACE | Remoção de Resíduos Depositados no Vazadouro Central e nas Zonas Poente e nascente do Vazadouro 1 dos territórios da ex-Siderurgia Nacional | 2010 |

Foram ainda consultados os Programas Operacionais Regionais, não se tendo identificado intervenções de recuperação de Passivo Ambiental.

Resultados

De acordo com a informação recolhida, as massas de água subterrânea afectadas por solos contaminados são as indicadas no quadro seguinte. Não é possível avaliar de forma rigorosa as quantidades de cargas poluentes em presença, sendo de destacar a presença de metais pesados e de substâncias para a avaliação do estado químico da água (Quadro 4 dos TDR).

Quadro 2.88 – Poluição difusa: massas de água subterrâneas afectadas por solos contaminados na BHT

| Massa de água subterrânea | | Locais | Substâncias para avaliação do estado químico | |
|------------------------------------|--------|----------|---|---------------------|
| Designação | Código | | Designação | Quantidade (kg/ano) |
| Bacia do Tejo-Sado/Margem Direita | T1 | Alcanena | Crómio | n.d. |
| Maçico calcário Estremenho | O20 | Alcanena | Crómio | n.d. |
| Bacia do Tejo-Sado/Margem Esquerda | T3 | Barreiro | Metais pesados Compostos orgânicos e inorgânicos | n.d. |
| | | Seixal | Metais pesados Compostos orgânicos e inorgânicos | n.d. |

2.2.1.3 Captações de água (2.3)

2.2.1.3.1 Anterior Plano

Neste ponto, destacavam-se as captações de água subterrânea que integram o Sistema de Abastecimento da EPAL, 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.

As captações de Valada (I, II, III e IV), produzindo água de má qualidade, eram apenas exploradas em condições de emergência, em resposta a dificuldades temporárias de outras origens. Também os furos do Carregado, da Quinta do Campo e de Espadanal são utilizados apenas em situação de emergência.

Para além destas captações, existiam na BHT existem 1 486 captações de água, das quais 63 são superficiais ou subsuperficiais e 1 423 são subterrâneas para abastecimento dos 652 sistemas inventariados com distribuição domiciliária de água, servindo cada um mais de 50 habitantes.

As 1 423 captações de águas subterrâneas (furos, poços, minas e nascentes) serviam cerca de 1,497 milhões de habitantes (na bacia eram abastecidos, por sistemas com distribuição domiciliária de água servindo mais de 50 habitantes, aproximadamente 2,99 milhões de habitantes).

2.2.1.3.2 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 m³ (finalidade rega ou agricultura); 3 333,3 m³ (finalidade demais casos, por exemplo produção de água para consumo humano e actividade industrial);

2 500 000 m³ (finalidade produção de energia hidroeléctrica); 18 518,5 m³ (finalidade produção de energia termoeléctrica) e 3703,7 m³ (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 CCDR 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 CCDR 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 PGRH do Tejo estão aprovados perímetros de protecção de 36 captações para abastecimento público pertencentes a 21 pólos de extracção. Foram ainda apresentadas propostas de delimitação de 476 zonas de protecção de 218 captações que correspondem a 114 pólos de extracção de águas subterrâneas.

As Propostas Finais de perímetros de protecção das captações pertencentes à EPAL, S.A. (48 zonas de protecção – ZP) 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.

Encontram-se em análise na ARH Tejo os perímetros de protecção das captações pertencentes às Câmaras Municipais de Montemor-o-Novo, Montijo e da Moita, da AdZC - Águas do Zêzere e Coa, S.A. e da AR - Águas do Ribatejo E.I.M. (concelhos de Coruche e Chamusca).

2.3.1.2 Zonas vulneráveis (2.4.2.2)

A Portaria n.º 164/2010, de 16 de Março, define três zonas vulneráveis na área do PGRH do Tejo: a zona vulnerável do Tejo, a zona vulnerável de Estremoz-Cano e a zona vulnerável de Elvas.

Os limites destas zonas vulneráveis estão definidos no Anexo I da Portaria n.º 164/2010.

Refira-se que a zona vulnerável de Elvas resulta da anterior zona vulnerável Elvas-Vila Boim, criada pela Portaria n.º 833/2005, de 16 de Setembro, que foi na actual Portaria 164/2010 estendida para integrar o sistema aquífero Elvas-Campo Maior. Este sistema

aquífero tem uma área pequena dentro da área do PGRH Tejo, pelo que o tratamento desta zona vulnerável deverá ser feito no âmbito do PGRH Guadiana.

O Anexo I da Portaria n.º 83/2010, de 10 de Fevereiro, que aprova o Programa de Acção para as Zonas Vulneráveis, apresenta as características da zona vulnerável do Tejo que se transcrevem no Quadro 2.89.

Uma vez que a zona vulnerável Estremoz-Cano só foi criada pela Portaria n.º 164/2010, o Anexo I da Portaria n.º 83/2010 não apresenta as características desta zona vulnerável nem o correspondente Plano de Acção.

Quadro 2.89 – Características da zona vulnerável do Tejo

| Atributo | Caracterização |
|----------------------------------|---|
| Área | Superfície total de 2416,86 km ² |
| Concelhos | Alcochete, Alpiarça, Benavente, Moita, Montijo, Palmela e parte dos concelhos de Alenquer, Azambuja, Vila Franca de Xira, Abrantes, Almeirim, Cartaxo, Chamusca, Constância, Coruche, Golegã, Salvaterra de Magos, Santarém, Torres Novas e Vila Nova da Barquinha. |
| Declives | Integra-se numa zona de aluviões ao longo do rio Tejo, apresentando declive plano a suave (90 % da área), 6 % com declive suave a moderado, 2 % com declive moderado a moderadamente acentuado, 1 % com declive acentuado e 1 % com declive muito acentuado. |
| Sistemas agrícolas predominantes | Sistemas de agricultura de regadio onde predominam as culturas horto-frutícolas, horto-industriais e arvenses. |
| Pressão agro-pecuária | Forte pressão exercida no solo e nos recursos hídricos. |
| Solos dominantes | Os solos dominantes são os podzóis não hidromórficos, seguindo-se na mesma proporção os solos litólicos não húmicos (cambissolos éutricos ou dístricos ou crómicos), os aluviossolos modernos (fluviolosos éutricos ou dístricos ou calcários), os regossolos (arenossolos háplicos ou gleizados) e os solos salinos (fluviolosos tíonicos, sálicos e sálicos calcários) e em menor percentagem os solos hidromórficos sem horizonte eluvial (fluviolosos éutricos), os aluviossolos antigos (cambissolos éutricos flúvicos), os solos mediterrâneos pardos (luviolosos gleizados), os podzóis hidromórficos e os coluviossolos (fluviolosos éutricos ou dístricos ou calcários). |
| Precipitação ¹ | Na parte Norte da zona vulnerável a precipitação média anual é de 737 mm (observada na estação de Santarém), repartindo-se por um semestre chuvoso (com 77 % da precipitação média anual) que coincide com a estação fria e por um semestre seco (com 23 % da precipitação média anual) na época quente; na parte Sul a precipitação média anual é de 577 mm (observada na estação do Montijo/B. Aérea), repartindo-se por um semestre chuvoso (com 81 % da precipitação média anual) que coincide com a estação fria e por um semestre seco (com 19 % da precipitação média anual) na época quente, característico do clima mediterrânico. |
| Temperatura ¹ | A temperatura média anual situa-se nos 16°C, apres entando uma variação regular ao longo do ano, atingindo os valores médios mensais, mínimo e máximo respectivamente em Janeiro (10°C) e em Agosto (23°C). |

¹ INMG, Normais Climatológicas (1951-1980)

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 PGRH Tejo. Nos trabalhos desenvolvidos para o PBH Tejo de 1999 foi feita uma primeira identificação das zonas de infiltração máxima com base no índice IFI, desenvolvido pelo LNEC, que será actualizado, se necessário, 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 sondas manuais de contacto eléctrico – ver Quadro 3.1. Em cinco pontos de observação estão instaladas sondas automáticas programadas para medição diária do nível da água – ver Quadro 3.2.

Quadro 3.1 – Localização dos pontos de monitorização mensal de nível de água

| Massa de água | N.º de inventário | Tipo | Coordenadas | | WISE |
|---|-------------------|---------------|-------------|--------|------|
| | | | M (m) | P (m) | |
| A0x1RH5 - Maciço Antigo indiferenciado da Bacia do Tejo | 396/235 | Furo Vertical | 231466 | 222468 | N |
| | 397/167 | Furo Vertical | 233429 | 221080 | N |
| A2 - Escusa | 335/56 | Furo Vertical | 260109 | 271503 | S |
| | 347/89 | Furo Vertical | 263150 | 268996 | S |
| | 348/43 | Furo Vertical | 264772 | 267030 | N |
| | 348/44 | Furo Vertical | 265775 | 266286 | S |
| | 348/45 | Furo Vertical | 265791 | 266284 | N |
| A3 - Monforte - Alter do Chão | 370/5 | Furo Vertical | 240960 | 247550 | S |
| | 371/45 | Furo Vertical | 249395 | 242090 | S |
| | 384/103 | Furo Vertical | 253585 | 237765 | S |
| A4 - Estremoz - Cano | 396/161 | Furo Vertical | 225450 | 224550 | S |
| | 397/168 | Furo Vertical | 233489 | 221553 | S |
| | 397/87 | Furo Vertical | 232698 | 222416 | S |
| | 411/206 | Furo Vertical | 243125 | 212625 | S |
| | 411/256 | Furo Vertical | 238450 | 218175 | N |
| | 411/94 | Poço | 244750 | 216700 | N |
| | 412/103 | Furo Vertical | 253428 | 210504 | N |

| Massa de água | N.º de inventário | Tipo | Coordenadas | | WISE |
|---|-------------------|---------------|-------------|--------|------|
| | | | M (m) | P (m) | |
| | 412/94 | Furo Vertical | 251967 | 212056 | S |
| | 426/238 | Furo Vertical | 255250 | 207000 | N |
| | 426/347 | Furo Vertical | 255150 | 207425 | S |
| | 426/433 | Furo Vertical | 250762 | 206662 | S |
| | 426/434 | Furo Vertical | 248566 | 208041 | S |
| O01RH5 - Orla Ocidental indiferenciado da Bacia do Tejo | 416/125 | Furo Vertical | 99720 | 206080 | N |
| | 416/311 | Furo Vertical | 100935 | 206850 | N |
| | 416/312 | Furo Vertical | 101425 | 206665 | N |
| | 430/10 | Furo Vertical | 96760 | 197620 | N |
| O11 - Sicó - Alvaiázere | 275/8 | Nascente | 174960 | 327800 | S |
| O15 - Ourém | 298/12 | Furo Vertical | 160120 | 306540 | N |
| | 298/18 | Furo Vertical | 161390 | 307800 | S |
| | 298/28 | Furo Vertical | 161900 | 306300 | N |
| | 298/48 | Furo Vertical | 164948 | 305707 | S |
| | 298/49 | Furo Vertical | 162048 | 304222 | N |
| | 298/51 | Furo Vertical | 159234 | 302502 | S |
| | 299/112 | Furo Vertical | 168944 | 303932 | S |
| | 299/80 | Furo Vertical | 168280 | 300900 | N |
| O28 - Pisões - Atrozela | 309/43 | Furo Vertical | 163435 | 298049 | S |
| | 416/227 | Furo Vertical | 93960 | 201940 | S |
| O9 - Penela - Tomar | 416/74 | Nascente | 90680 | 203960 | S |
| | 299/60 | Furo Vertical | 177220 | 302200 | N |
| | 299/74 | Furo Vertical | 179250 | 301400 | N |
| T01RH5 - Bacia do Tejo-Sado indiferenciado da Bacia do Tejo | 310/158 | Furo Vertical | 177730 | 294900 | N |
| | 332/25 | Furo Vertical | 204590 | 275300 | S |
| T1 - Bacia do Tejo-Sado / Margem Direita | 408/30 | Furo Vertical | 195507 | 218667 | S |
| | 310/31 | Furo Vertical | 168880 | 293810 | N |
| | 320/70 | Poço | 169630 | 282950 | S |
| | 320/71 | Furo Vertical | 169640 | 287320 | S |
| | 329/21 | Poço | 162070 | 276830 | S |
| | 340/83 | Furo Vertical | 137880 | 267200 | S |
| | 340/95 | Furo Vertical | 137970 | 260760 | S |
| | 363/26 | Furo Vertical | 132420 | 244800 | N |
| T3 - Bacia do Tejo-Sado / Margem Esquerda | 364/52 | Poço | 147410 | 248450 | S |
| | 331/89 | Furo Vertical | 194920 | 273470 | S |
| | 342/93 | Poço | 174170 | 260820 | S |
| | 343/30 | Furo Vertical | 199000 | 265360 | S |
| | 344/3 | Furo Vertical | 206750 | 263640 | S |
| | 365/428 | Furo Vertical | 158510 | 249470 | N |
| | 368/27 | Furo Vertical | 205893 | 249638 | S |

| Massa de água | N.º de inventário | Tipo | Coordenadas | | WISE |
|-----------------------|-------------------|---------------|-------------|--------|------|
| | | | M (m) | P (m) | |
| | 392/177 | Furo Vertical | 154866 | 222637 | N |
| | 392/31 | Poço | 160030 | 227670 | S |
| | 405/15 | Furo Vertical | 147100 | 210180 | N |
| | 405/167 | Furo Vertical | 147550 | 210725 | N |
| | 405/52 | Poço | 148760 | 218110 | S |
| | 405/67 | Furo Vertical | 137570 | 218900 | S |
| | 406/27 | Furo Vertical | 153550 | 216200 | N |
| | 406/69 | Furo Vertical | 165300 | 214140 | N |
| | 406/97 | Furo Vertical | 152450 | 212500 | N |
| | 406/99 | Furo Vertical | 155360 | 216110 | N |
| | 407/35 | Furo Vertical | 168250 | 213470 | S |
| | 420/105 | Poço | 154258 | 204495 | N |
| | 420/12 | Poço | 157000 | 200150 | S |
| | 420/14 | Poço | 161970 | 205880 | N |
| | 420/17 | Poço | 161870 | 207750 | N |
| | 420/24 | Furo Vertical | 167170 | 208680 | N |
| | 420/8 | Furo Vertical | 152429 | 204240 | S |
| | 420/9 | Furo Vertical | 152430 | 204240 | N |
| | 432/68 | Furo Vertical | 127580 | 197820 | N |
| | 432/800 | Furo Vertical | 135660 | 194100 | S |
| | 432/855 | Furo Vertical | 133290 | 190196 | N |
| | 433/297 | Furo Vertical | 140560 | 192941 | N |
| | 434/280 | Furo Vertical | 152700 | 199200 | N |
| | 434/306 | Furo Vertical | 164932 | 193149 | S |
| | 442/241 | Poço | 119190 | 186030 | S |
| | 442/36 | Furo Vertical | 111441 | 185647 | S |
| | 442/537 | Furo Vertical | 111840 | 184300 | N |
| | 442/94 | Furo Vertical | 115180 | 180900 | N |
| | 443/924 | Furo Vertical | 127400 | 181660 | S |
| | 444/317 | Furo Vertical | 146420 | 183820 | S |
| | 444/318 | Furo Vertical | 146440 | 183830 | N |
| | 444/85 | Poço | 141920 | 182100 | N |
| | 445/7 | Furo Vertical | 156300 | 187200 | S |
| | 453/18 | Furo Vertical | 116020 | 176520 | S |
| | 453/235 | Furo Vertical | 108400 | 179220 | S |
| | 453/395 | Furo Vertical | 119860 | 176920 | N |
| | 454/151 | Poço | 133290 | 179210 | N |
| T7 - Aluviões do Tejo | 330/183 | Furo Vertical | 170980 | 270910 | S |
| | 341/17 | Furo Vertical | 165540 | 265050 | S |
| | 342/78 | Furo Vertical | 169860 | 264430 | S |

| Massa de água | N.º de inventário | Tipo | Coordenadas | | WISE |
|---------------|-------------------|---------------|-------------|--------|------|
| | | | M (m) | P (m) | |
| | 342/97 | Furo Vertical | 170240 | 266560 | S |
| | 377/86 | Furo Vertical | 144320 | 234440 | N |
| | 377/94 | Poço | 148400 | 234270 | S |
| | 391/243 | Furo Vertical | 145560 | 221380 | S |
| | 391/33 | Poço | 146740 | 226240 | S |
| | 391/437 | Furo Vertical | 143834 | 225145 | N |
| | 404/69 | Poço | 134850 | 210870 | N |
| | 405/17 | Poço | 136600 | 219500 | S |
| | 405/34 | Poço | 139561 | 211220 | S |
| | 418/15 | Poço | 132260 | 207520 | S |
| | 418/4 | Poço | 135060 | 204980 | S |

Quadro 3.2 – Localização dos pontos de monitorização diária de nível de água

| N.º de inventário | Designação | Concelho | Tipo | Profundidade (m) | Coordenada (M) | Coordenada (P) |
|-------------------|-------------------|-----------|------|------------------|----------------|----------------|
| 405/67 | Samora Correia | Benavente | Furo | 134 | 137570 | 218900 |
| 298/048 | RA2pz - Carvoeira | Ourém | Furo | 150 | 164948 | 305707 |
| 298/051 | RA5pz - Folgado | Ourém | Furo | 140 | 159400 | 302400 |
| 299/112 | RA6pz - Barreira | Ourém | Furo | - | 168944 | 303932 |
| 309/043 | RA1pz - Ourém | Ourém | Furo | 130 | 163435 | 298049 |

3.1.1.2 Rede de vigilância (3.1.2.2) (Locais, Parâmetros, Frequência e Métodos)

A rede de vigilância instalada na Região Hidrográfica 5 é constituída por 249 pontos, distribuídos pelas 15 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 de monitorização são apresentados na Figura 3.1.

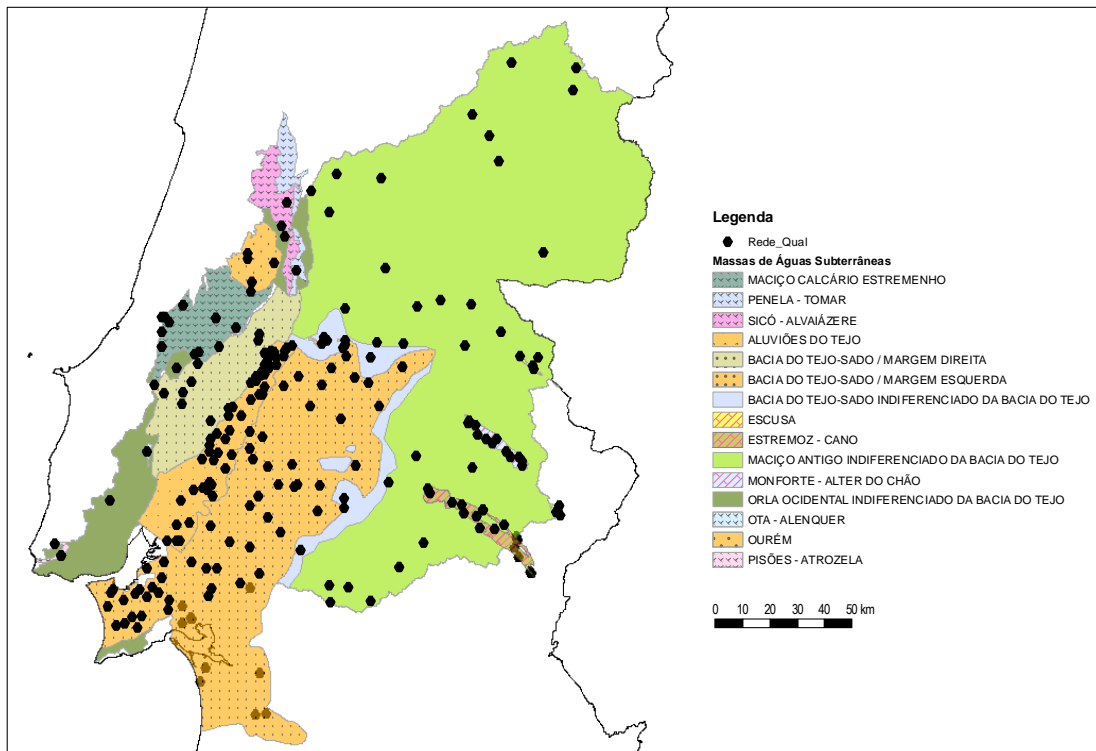


Figura 3.1 – Pontos de monitorização da rede de vigilância na RH5

Quadro 3.3 – Rede Vigilância: Massa de Agua A0x1RH5 - Maciço Antigo Indiferenciado da Bacia do Tejo

| N.º INV | M | P | Tipo Ponto | Local | Concelho | Uso* | WISE | Parâmetros |
|---------|--------|--------|---------------|-------------------------------------|---------------------|------|------|--|
| 224/C36 | 256516 | 378476 | Poco | Verdelhos | Covilhã | AP | S | Azoto amoniacal; COT; Cloretos; Coliformes Fecais; Coliformes Totais; Enterococos intestinais; CE.; 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; α total; β total; Dose indicativa total; Trítio |
| 226/C37 | 280237 | 376875 | F. Horizontal | Freguesia Sortelha | Sabugal | AP | N | |
| 236/C46 | 278900 | 368676 | F. Vertical | Vale Sra. Póvoa | Penamacor | AP | S | |
| 245/C51 | 242245 | 359813 | Poco | Paúl | Covilhã | AP | S | |
| 246/C52 | 248614 | 352041 | F. Vertical | Freixial | Fundão | AP | N | |
| 256/C60 | 251869 | 342754 | Nascente | Casal da Serra | Castelo Branco | | S | |
| 263/C64 | 183720 | 332114 | F. Vertical | Cercal | Figueiró dos Vinhos | AP | N | |
| 264/C66 | 193103 | 338225 | F. Vertical | Amial | Castanheira de Pêra | AP | N | |
| 265/1 | 209396 | 336565 | F. Vertical | Trinhão | Pampilhosa da Serra | AP | N | |
| 276/C68 | 190228 | 324473 | F. Vertical | Várzea Redonda | Figueiró dos Vinhos | AP | S | |
| 301/C75 | 210779 | 304102 | F. Vertical | Cardigos | Mação | AP | N | |
| 305/C77 | 268189 | 309591 | Poco | Monte do Carregal | Castelo Branco | AP | S | |
| 313/C79 | 230881 | 292245 | F. Vertical | Juncal | Vila Velha de Rodão | AP | N | |
| 314/24 | 241900 | 290675 | Nascente | Nascente da Galeana | Nisa | AP | S | |
| 321/46 | 196280 | 289470 | Mina | Vale Braçal | Sardoal | AP | N | |
| 323/C80 | 222408 | 289915 | F. Vertical | Envendos | Mação | AP | S | |
| 325/26 | 252975 | 281000 | Poço | Póvoa e Meadas - Poço da Ameixoeira | Castelo de Vide | AP | N | |
| 332/21 | 207880 | 276980 | Poço | Alvega-Poço | Abrantes | AP | N | |
| 333/4 | 217460 | 276720 | F. Vertical | Bombeiros | Gavião | AP | N | |
| 334/55 | 239500 | 275625 | Poço | Poço de S. Gens | Nisa | AP | N | |
| 336/17 | 266200 | 271400 | Poço | Currais Martins | Marvão | AP | N | |
| 382/93 | 221960 | 235920 | F. Vertical | Cabeço da Mula-Benavila | Avis | AP | S | |
| 383/64 | 242325 | 231500 | F. Vertical | Verdelhos | Covilhã | AP | N | |
| 411/198 | 239400 | 214875 | F. Vertical | Freguesia Sortelha | Sabugal | Rega | S | |

| N.º INV | M | P | Tipo Ponto | Local | Concelho | Uso* | WISE | Parâmetros |
|---------|--------|--------|-------------|-----------------|---------------------|---------|------|------------|
| 424/124 | 224514 | 204220 | F. Vertical | Vale Sra. Póvoa | Penamacor | AP | N | |
| 437/14 | 215827 | 195300 | F. Vertical | Paúl | Covilhã | AP | S | |
| 447/214 | 197413 | 187825 | F. Vertical | Freixial | Fundão | AP | S | |
| 447/215 | 190232 | 188595 | F. Vertical | Casal da Serra | Castelo Branco | AP | N | |
| 447/6 | 190920 | 182670 | F. Vertical | Cercal | Figueiró dos Vinhos | Rega | N | |
| 448/20 | 205300 | 182890 | Nascente | Amial | Castanheira de Pêra | Sem uso | N | |

*: CH: Consumo humano; AP: Abastecimento público

Quadro 3.4 – Rede de Vigilância: Massa de Agua A2 - Escusa

| N.º INV | M | P | Tipo Ponto | Local | Concelho | Uso | WISE | Parâmetros |
|---------|--------|--------|-------------|--------------------------------|-----------------|-----|------|---|
| 335/10 | 259588 | 271780 | F. Vertical | Prado | Castelo de Vide | AP | 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; Tetracloretileno; Tricloroetileno; α total; β total; Dose indicativa total; Trítio |
| 348/20 | 264625 | 267250 | F. Vertical | Olhos de Água - Parque Natural | Marvão | AP | S | |
| 348/23 | 264200 | 268450 | F. Vertical | Portagem | Marvão | AP | S | |

Quadro 3.5 – Rede Vigilância: Massa de Água A3 - Monforte - Alter do Chão

| N.º INV | M | P | Tipo Ponto | Local | Concelho | Uso | WISE | Parâmetros |
|---------|--------|--------|-------------|-------------------------|---------------|----------|------|---|
| 370/20 | 247500 | 242010 | F. Vertical | Monte de Ferrarias | Fronteira | AP | 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; α total; β total ; Dose indicativa total; Trítio; |
| 370/202 | 243500 | 246940 | Poco | Alter Pedroso | Alter do Chão | Pecuária | S | |
| 370/4 | 240930 | 247520 | F. Vertical | Estoril | Alter do Chão | AP | S | |
| 370/51 | 244340 | 243500 | Nascente | Monte do Papa-Leite | Alter do Chão | Sem uso | S | |
| 370/8 | 241150 | 248540 | F. Vertical | Lago | Alter do Chão | AP | S | |
| 371/46 | 251100 | 242100 | Nascente | Sto António das Paredes | Monforte | Sem uso | N | |
| 371/47 | 249880 | 240300 | Nascente | Fontainhas | Fronteira | Sem uso | S | |
| 384/106 | 260600 | 232200 | F. Vertical | Piscinas | Monforte | AP | N | |
| 384/20 | 259520 | 235460 | F. Vertical | Monte de Vale de Poços | Monforte | Pec. | N | |
| 384/28 | 256080 | 235230 | F. Vertical | Oliveirinha | Monforte | AP | S | |
| 384/82 | 260520 | 233800 | Poco | Monte Moinho | Monforte | Pec. | S | |
| 384/91 | 254600 | 237120 | F. Vertical | Monte Reguengo | Monforte | Pec. | S | |

Quadro 3.6 – Rede Vigilância: Massa de Água A4 - Estremoz – Cano

| N.º INV | M | P | Tipo Ponto | Local | Concelho | Uso | WISE | Parâmetros |
|---------|--------|--------|-------------|-----------------------------|----------|---------|------|--|
| 396/118 | 226950 | 222280 | F. Vertical | Seixa | Sousel | 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; ; α total; β total ; Dose indicativa total; Trítio; |
| 396/141 | 226180 | 223780 | F. Vertical | Francaria | Sousel | Rega | S | |
| 411/107 | 235040 | 218740 | F. Vertical | Central da Romeira | Sousel | AP | S | |
| 411/163 | 243875 | 213700 | Nascente | Fonte Negrinha | Estremoz | Sem uso | S | |
| 411/192 | 246075 | 216129 | F. Vertical | Tapada | Estremoz | Rega | N | |
| 411/255 | 246127 | 216061 | F. Vertical | Monte da Cavaleira | Estremoz | Pec. | N | |
| 411/256 | 238450 | 218175 | F. Vertical | Pousada de S. Mioguel Serra | Sousel | Ind. | S | |
| 412/107 | 253849 | 210637 | F. Vertical | Techocas | Estremoz | AP | S | |

| | | | | | | | | |
|---------|--------|--------|-------------|-----------|----------|------|---|--|
| 425/139 | 244932 | 209749 | F. Vertical | Álamo | Estremoz | AP | S | |
| 426/291 | 250397 | 209033 | F. Vertical | Mamporcão | Estremoz | Rega | S | |

Quadro 3.7 – Rede Vigilância: Massa de Água O01RH5 – Orla Ocidental Indiferenciado da Bacia da Bacia do Tejo

| N.º INV | M | P | Tipo Ponto | Local | Concelho | Uso | WISE | Parâmetros |
|---------|--------|--------|-------------|----------------------|-------------------|-----|------|--|
| 339/36 | 135090 | 267750 | F. Vertical | S. Sebastião - Cabos | Rio Maior | CH | 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; ; α total; β total ; Dose indicativa total; Trítio; |
| 403/35 | 110680 | 219600 | F. Vertical | Tomadas | Arruda dos Vinhos | AP | N | |

Quadro 3.8 – Rede Vigilância: Massa de Água O9 - Penela - Tomar

| N.º INV | M | P | Tipo Ponto | Local | Concelho | Uso | WISE | Parâmetros |
|---------|--------|--------|-------------|------------|--------------------|------|------|--|
| 299/72 | 178270 | 303100 | F. Vertical | Jamprestes | Ferreira do Zêzere | 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; |

Quadro 3.9 – Rede Vigilância: Massa de Água T01RH5 – Bacia do Tejo – Sado Indiferenciado da Bacia do Tejo

| N.º INV | M | P | Tipo Ponto | Local | Concelho | Uso | WISE | Parâmetros |
|----------|--------|--------|-------------|--------------------|-----------------|-----|------|--|
| 332/23 | 205550 | 271770 | F. Vertical | Barrada | Abrantes | CH | N | 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. |
| 394/AG85 | 195912 | 220401 | F. Vertical | Pereiras | Mora | | N | |
| 395/AG63 | 211796 | 226179 | F. Vertical | Maranhão | Avis | AP | N | |
| 408/10 | 195763 | 216714 | F. Vertical | Monte das Albardas | Mora | AP | N | |
| 421/57 | 179957 | 201456 | F. Vertical | Lavre | Montemor-O-Novo | AP | N | |

Quadro 3.10 – Rede Vigilância: Massa de Água O15 – Ourém

| N.º INV | M | P | Tipo Ponto | Local | Concelho | Uso | WISE | Parâmetros |
|---------|--------|--------|-------------|----------------------------|----------|------|------|--|
| 298/21 | 160820 | 307460 | F.Vertical | Vale Junco | Ourém | 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. |
| 298/23 | 160650 | 309280 | F. Vertical | Resouro | Ourém | Rega | S | |
| 299/58 | 170460 | 305750 | F. Vertical | Lameiras | Ourém | Rega | S | |
| 309/31 | 162410 | 298850 | F. Vertical | R. D. Nuno Álvares Pereira | Ourém | Rega | S | |

Quadro 3.11 – Rede Vigilância: Massa de Água O11 - Sicó – Alvaiázere

| N.º INV | M | P | Tipo Ponto | Local | Concelho | Uso | WISE | Parâmetros |
|---------|--------|--------|-------------|------------------|--------------|-----|------|--|
| 275/8 | 174960 | 327800 | Nascente | Chão Pardo | Porto de Mós | | N | Azoto amoniacal; COT; Cloretos; Coliformes Fecais; |
| 287/C69 | 173181 | 319187 | F. Vertical | Casais dos Matos | Porto de Mós | AP | N | Coliformes Totais; Enterococos intestinais; Cond.; Fenóis; Fluoretos; Fosfatos; Nitratos; Oxigénio Dissolvido; |
| 287/C70 | 174308 | 315618 | Poço | Olho do Tordo | Alvaiázere | AP | S | Pesticidas (Grupo); pH; Sulfatos; Temp.; As; Cd; Pb; Cu; Fe; Zn; Ba; Be; Bo; Co; Hg; Ni; Se; V; Tetracloroetileno; Tricloroetileno; α total; β total ; Dose indicativa total; Trítio; |

Quadro 3.12 – Rede Vigilância: Massa de Água O28 - Pisões – Atrozela

| N.º INV | M | P | Tipo Ponto | Local | Concelho | Uso | WISE | Parâmetros |
|---------|-------|--------|-------------|---------------------|----------|-----|------|---|
| 416/74 | 90680 | 203960 | Nascente | Sabugo | Sintra | CH | S | Azoto amoniacal; COT; Cloretos; Coliformes Fecais; Coliformes Totais; Enterococos intestinais; |
| 430/232 | 92950 | 199650 | F. Vertical | Casalinho da Azenha | Sintra | CH | S | Cond.; Fenóis; Fluoretos; Fosfatos; Nitratos; Oxigénio Dissolvido; Pesticidas (Grupo); pH; Sulfatos; Temp.; As; Cd; Pb; Cu; Fe; Zn; Ba; Be; |
| 430/233 | 93070 | 199520 | Nascente | Manique de Cima | Sintra | | N | Bo; Co; Hg; Ni; Se; V; Tetracloroetileno; Tricloroetileno; α total; β total; Dose indicativa total; Trítio |

Quadro 3.13 – Rede Vigilância: Massa de Água O20 - Maciço Calcário Estremenho

| N.º INV | M | P | Tipo Ponto | Local | Concelho | Uso | WISE | Parâmetros |
|---------|--------|--------|-------------|--------------------|--------------|------|------|---|
| 308/C82 | 137244 | 290290 | F. Vertical | Pedreiras | Porto de Mós | - | 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; α total; β total; Dose indicativa total; Trítio; |
| 309/32 | 162010 | 295370 | F. Vertical | Vilar dos Prazeres | Ourém | Rega | S | |
| 317/225 | 129730 | 280920 | F. Vertical | Baldio | Alcobaça | Rega | S | |
| 317/235 | 132130 | 284200 | F. Vertical | Lagoa do Cão | Alcobaça | Rega | S | |
| 317/246 | 130680 | 286300 | F. Vertical | Longras | Alcobaça | CH | S | |
| 317/258 | 129460 | 286280 | Mina | Chiqueda de Baixo | Alcobaça | CH | S | |
| 318/C83 | 149308 | 285834 | Poço | Mira de Aire | Porto de Mós | - | S | |
| 319/72 | 156630 | 282230 | F. Vertical | Vale da Serra | Torres Novas | Ind. | S | |
| 327/81 | 129500 | 275270 | F. Vertical | Lagoa de Frei João | Alcobaça | Ind. | N | |
| 328/43 | 143040 | 273340 | F. Vertical | Alqueidão do Mato | Santarém | Rega | S | |
| 328/47 | 141500 | 272920 | F. Vertical | Casal João Martins | Santarém | Ind. | S | |
| 328/66 | 150240 | 275370 | Nascente | Olhos de Água | Alcanena | CH | S | |

Quadro 3.14 – Rede Vigilância: Massa de Água: O26 - Ota - Alenquer

| N.º INV | M | P | Tipo Ponto | Local | Concelho | Uso | WISE | Parâmetros |
|---------|--------|--------|-------------|-----------|----------|------|------|---|
| 376/129 | 124000 | 237250 | F. Vertical | Bugarreus | Alenquer | Rega | S | Azoto amoniacal; COT; Cloretos; 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; α total; β total; Dose indicativa total; Trítio |

Quadro 3.15 – Rede Vigilância: Massa de Água T1 - Bacia do Tejo-Sado / Margem Direita

| N.º INV | M | P | Tipo Ponto | Local | Concelho | Uso | WISE | Parâmetros |
|---------|--------|--------|-------------|----------------------|--------------|------|------|---|
| 319/67 | 165030 | 280100 | F. Vertical | Vale de Torres Novas | Torres Novas | CH | 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; α total; β total ; Dose indicativa total; Trítio |
| 329/11 | 166950 | 273170 | F. Vertical | Qta Melo/Riachos | Torres Novas | CH | S | |
| 329/258 | 164530 | 277690 | F. Vertical | Zona Industrial | Torres Novas | CH | N | |
| 339/45 | 126900 | 261610 | F. Vertical | Bairradas | Rio Maior | CH | S | |
| 340/134 | 142670 | 269220 | Poço | Aldeia da ribeira | Santarém | Rega | S | |
| 341/241 | 165643 | 266170 | F. Vertical | Qta da Broa | Golegã | CH | S | |
| 340/30 | 140310 | 262820 | F. Vertical | Outeiro da Cortiçada | Rio Maior | CH | N | |
| 341/242 | 163850 | 263000 | F. Vertical | Pombalinho | Santarém | CH | S | |
| 351/72 | 130300 | 258560 | F. Vertical | Asseiceira | Rio Maior | CH | S | |
| 352/146 | 136710 | 254570 | F. Vertical | Assentiz | Rio Maior | CH | S | |
| 352/188 | 137250 | 258750 | F. Vertical | Malaqueijo | Rio Maior | CH | N | |
| 353/30 | 153980 | 253010 | F. Vertical | Santarém | Santarém | CH | S | |
| 364/52 | 147410 | 248450 | Poço | Qta do Carrascal | Santarém | CH | S | |

Quadro 3.16 – Rede Vigilância: Massa de Água T3 - Bacia do Tejo-Sado / Margem Esquerda

| N.º INV | M | P | Tipo Ponto | Local | Concelho | Uso* | WISE | Parâmetros |
|----------|--------|--------|-------------|-----------------------------------|---------------------|--------|------|--|
| 331/26 | 196700 | 271780 | F. Vertical | Arreciadas | Abrantes | 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; Tetracloro-etileno; Tricloro-etileno; α total; β total ; Dose indicativa total; Trítio |
| 342/105 | 173845 | 261164 | F. Vertical | Ulme | Chamusca | CH | S | |
| 342/AG65 | 179268 | 264743 | Nascente | Ulme | Chamusca | Monit. | N | |
| 343/18 | 191290 | 267840 | F. Vertical | Bicas | Abrantes | CH | S | |
| 343/19 | 187610 | 261640 | F. Vertical | Chaminé | Abrantes | CH | N | |
| 343/AG36 | 199763 | 264388 | Poco | Bemposta | Abrantes | Monit. | N | |
| 344/7 | 204470 | 262460 | F. Vertical | Brunheirinho e Vale Horta | Abrantes | CH | N | |
| 345/AG39 | 217021 | 268211 | Poco | São Bartolomeu | Gavião | | N | |
| 353/341 | 166260 | 257950 | F. Vertical | Vale de Cavalos | Chamusca | AP | N | |
| 354/38 | 183320 | 254030 | F. Vertical | Gaviãozinho | Chamusca | CH | S | |
| 356/31 | 208375 | 253975 | F. Vertical | Domingão | Ponte de Sor | AP | S | |
| 365/27 | 161520 | 244710 | F. Vertical | Fazendas de Almeirim | Almeirim | CH | S | |
| 365/AG25 | 166194 | 242603 | Poco | Paços Novos | Almeirim | Monit. | N | |
| 367/AG33 | 194768 | 249304 | Poco | Noitinhas Novas - Forros do Arrão | Ponte de Sor | | N | |
| 377/236 | 150150 | 237050 | F. Vertical | Muge | Salvaterra de Magos | CH | S | |
| 378/57 | 152550 | 231100 | F. Vertical | Marinhais | Salvaterra de Magos | CH | S | |
| 378/63 | 161400 | 238350 | F. Vertical | Raposa | Almeirim | CH | N | |
| 378/99 | 155050 | 236300 | F. Vertical | Granho | Salvaterra de Magos | CH | S | |
| 378/AG16 | 162796 | 234557 | Poco | Carreira | Coruche | Monit. | N | |
| 379/52 | 168000 | 232000 | F. Vertical | Zebrinho | Coruche | CH | S | |
| 379/55 | 164640 | 221134 | F. Vertical | S. Antonino (Sul) | Coruche | AP | S | |
| 380/AG59 | 199923 | 232270 | F. Vertical | Foros do Mocho | Ponte de Sor | | N | |
| 391/266 | 147560 | 225430 | F. Vertical | Foros Salvaterra | Salvaterra de Magos | CH | N | |
| 391/280 | 141270 | 223620 | F. Vertical | Piscinas | Benavente | CH | S | |
| 392/198 | 176884 | 232829 | F. Vertical | Foros do Feixe | Coruche | AP | S | |
| 393/93 | 172040 | 225290 | F. Vertical | Vila Nova da Erra | Coruche | CH | S | |
| 393/AG11 | 177825 | 224682 | Nascente | Águas Belas | Coruche | Monit. | N | |
| 393/AG12 | 178853 | 225369 | Poco | Galegos | Coruche | Monit. | N | |

| N.º INV | M | P | Tipo Ponto | Local | Concelho | Uso* | WISE | Parâmetros |
|----------|--------|--------|-------------|-------------------------|-----------|--------|------|------------|
| 394/54 | 186860 | 225080 | F. Vertical | Couço | Coruche | CH | S | |
| 405/86 | 147250 | 210230 | F. Vertical | Sto Estevão | Benavente | CH | S | |
| 406/98 | 161360 | 217760 | F. Vertical | Courelas Amoreirinha | Coruche | CH | S | |
| 407/45 | 168250 | 213500 | F. Vertical | Rebocho | Coruche | CH | S | |
| 408/AG78 | 186140 | 215790 | Poco | Aldeia Velha | Coruche | Monit. | N | |
| 420/105 | 154258 | 204495 | Poco | Monte Silvas | Montijo | Monit. | N | |
| 420/AG69 | 161637 | 202719 | Nascente | Herdade da Pestana | Coruche | Monit. | N | |
| 421/46 | 172650 | 207900 | F. Vertical | Carapuções | Coruche | CH | S | |
| 432/549 | 130280 | 197120 | F. Vertical | Batel | Alcochete | CH | N | |
| 432/724 | 124200 | 194930 | F. Vertical | Samouco | Alcochete | CH | N | |
| 432/740 | 129370 | 191470 | F. Vertical | Pau Queimado | Montijo | CH | S | |
| 433/AG50 | 145744 | 194794 | Poco | Machoca | Palmela | Monit. | N | |
| 433/AG74 | 140237 | 197293 | F. Vertical | Quinta Galhordas | Alcochete | Monit. | N | |
| 433/AG76 | 149725 | 195039 | Poco | Trapo | Palmela | Monit. | N | |
| 434/AG54 | 165002 | 193207 | F. Vertical | Gamoal | Montijo | Monit. | N | |
| 442/334 | 111230 | 186170 | F. Vertical | Corroios | Seixal | CH | S | |
| 442/412 | 119880 | 185800 | F. Vertical | Vale Romão | Barreiro | CH | S | |
| 442/453 | 109885 | 181021 | F. Vertical | Belverde | Seixal | CH | S | |
| 442/510 | 112020 | 187280 | F. Vertical | Qta Bomba | Seixal | CH | N | |
| 442/517 | 115618 | 183380 | F. Vertical | Torre da Marinha | Seixal | CH | S | |
| 443/1118 | 124269 | 184417 | F. Vertical | Barra Cheia | Moita | AP | N | |
| 443/263 | 132250 | 183270 | F. Vertical | Pinhal Novo | Palmela | CH | N | |
| 443/46 | 131860 | 180060 | F. Vertical | Palmela | Palmela | CH | N | |
| 443/48 | 121600 | 187300 | F. Vertical | Bx Banheira/V. Amoreira | Moita | CH | N | |
| 443/920 | 126050 | 188020 | F. Vertical | Alto das Laranjeiras | Moita | CH | S | |
| 443/922 | 128410 | 186140 | F. Vertical | Penteado | Moita | CH | N | |
| 444/10 | 146650 | 185060 | F. Vertical | Poceirão | Palmela | CH | N | |
| 444/AG71 | 147761 | 187667 | F. Vertical | Fonte Barreiro | Palmela | Monit. | N | |
| 445/63 | 158200 | 189450 | F. Vertical | Reservatório R5 | Montijo | CH | S | |
| 453/372 | 118620 | 177400 | F. Vertical | Casal do Sapo | Seixal | CH | N | |
| 453/393 | 116070 | 174750 | F. Vertical | Apostiça | Sesimbra | CH | S | |

| N.º INV | M | P | Tipo Ponto | Local | Concelho | Uso* | WISE | Parâmetros |
|---------|--------|--------|-------------|---------------------|----------|------|------|------------|
| 453/555 | 112900 | 174250 | F. Vertical | Apostiça | Sesimbra | CH | N | |
| 454/525 | 122186 | 177756 | F. Vertical | Pinhal de Negreiros | Setúbal | AP | S | |
| 454/802 | 120673 | 173483 | F. Vertical | Qta do Perú | Setúbal | AP | S | |

*: CH: Consumo humano; AP: Abastecimento público

Quadro 3.17 – Rede Vigilância: Massa de Água T7 - Aluviões do Tejo

| N.º INV | M | P | Tipo Ponto | Local | Concelho | Uso | WISE | Parâmetros |
|---------|--------|--------|-------------|--------------------|---------------------|--------|------|--|
| 330/232 | 174380 | 274000 | F. Vertical | Tejo Velho | Chamusca | Rega | S | Azoto amoniacal; COT; Cloretos; Cond.; Fenóis; Fluoretos; Fosfatos; Hidrocarbonetos Totais; Nitratos; Oxigénio Dissolvido; Pesticidas (Grupo); pH; Sulfatos; Temp.; As; Cd;Pb; Cu; Fe; Mn; Zn; Ba; Be; Bo; Co; Hg; Ni; Se; V; Tetracloro-etileno; Tricloro-etileno; α total; β total; Dose indicativa total; Trítio |
| 341/253 | 164000 | 264600 | F. Vertical | Pombalinho | Golegã | Rega | S | |
| 353/87 | 161750 | 256040 | F. Vertical | Qta da Torre | Alpiarça | Rega | N | |
| 365/470 | 154350 | 245140 | F. Vertical | Almeirim | Almeirim | Rega | S | |
| 377/94 | 148400 | 234270 | Poço | Mata do Escaroupim | Salvaterra de Magos | Rega | S | |
| 391/33 | 146740 | 226240 | Poço | Casal do Lena | Salvaterra de Magos | CH | S | |
| 405/17 | 136600 | 219500 | Poço | Samora Correia | Benavente | CH | N | |
| 419/AG3 | 136088 | 204799 | Poço | Catapereiro 1 | Benavente | Monit. | S | |

3.1.1.3 Rede operacional (3.1.2.3) (Locais, Parâmetros, Frequência e Métodos)

A rede operacional instalada na Região Hidrográfica 5 é constituída por 47 pontos na massa de água T7 - Aluviões do Tejo como apresentado no Quadro 3.18. A frequência de amostragem mais frequente é a semestral. Os parâmetros analisados são apresentados na última coluna do mesmo Quadro. Os pontos da rede são apresentados na Figura 3.2.

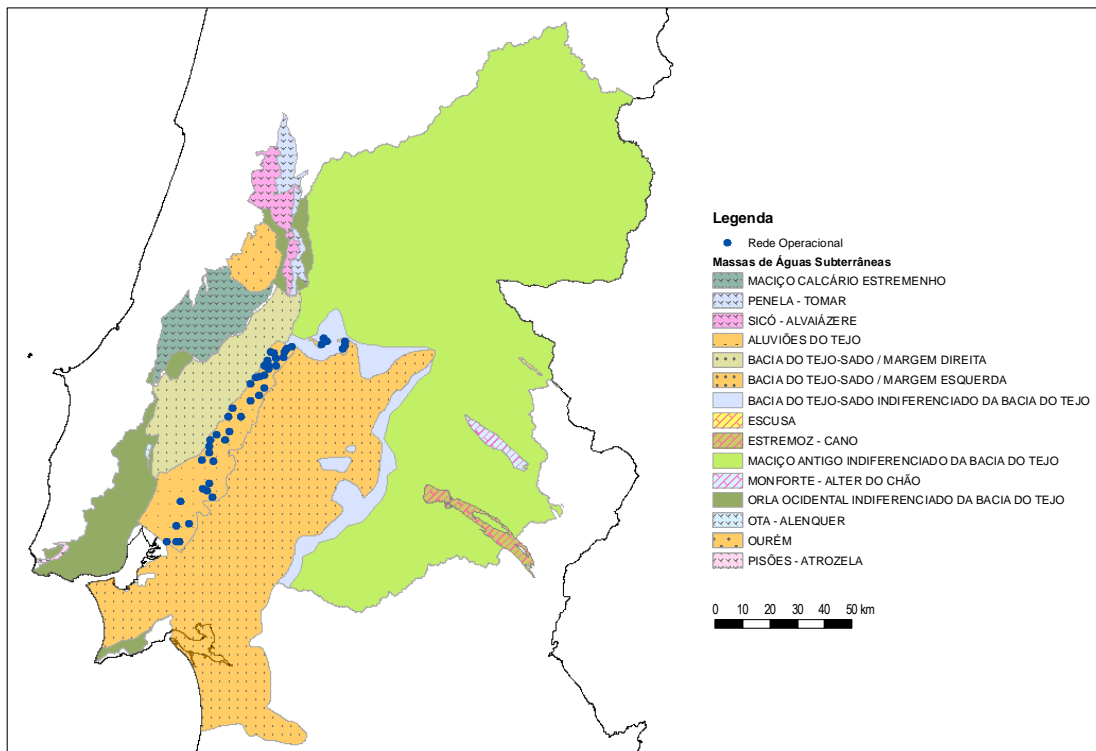


Figura 3.2 – Pontos de monitorização da rede operacional na RH5

Quadro 3.18 – Rede Operacional: Massa de Agua: T7 - Aluviões do Tejo

| N.º INV | M | P | Tipo Ponto | Local | Concelho | Uso | Parâmetros |
|---------|--------|--------|-------------|-----------------------------|---------------------|------|--|
| 329/341 | 167873 | 270663 | F. Vertical | Paúl do Boquilobo | Golegã | Rega | Azoto amoniacal; COT; Cloretos; Cianetos Coliformes Fecais; Coliformes Totais; Enterococos intestinais; Cond.; Fenóis; Fluoretos; Fosfatos; Hidrocarbonetos Totais; Nitratos; Oxigénio Dissolvido; Pesticidas (Grupo); pH; Sulfatos; Temp.; As; Cd; Pb; Cu; Cr; Fe; Mn; Zn; Ba; Be; Bo; Co; Hg; Ni; Se; V; Tetracloro-etileno; Tricloro- etileno; α total; β total; Dose indicativa total; Trítio |
| 330/187 | 176820 | 275630 | F. Vertical | Arrepiado | Chamusca | CH | |
| 330/230 | 174000 | 271850 | F. Vertical | Tecedeiro | Chamusca | Rega | |
| 330/231 | 175050 | 275180 | F. Vertical | Arrepiado | Chamusca | Rega | |
| 330/232 | 174380 | 274000 | F. Vertical | Tejo Velho | Chamusca | Rega | |
| 330/233 | 170250 | 273470 | F. Vertical | Casal das Freiras | Golegã | Rega | |
| 330/234 | 169030 | 274050 | F. Vertical | Casal do Lavra | Torres Novas | Rega | |
| 330/235 | 171120 | 271440 | F. Vertical | Qta da Labruja | Golegã | Rega | |
| 331/1 | 188570 | 278970 | F. Vertical | Amoreira | Abrantes | Rega | |
| 331/126 | 195300 | 274870 | F. Vertical | Cabrito | Abrantes | Rega | |
| 331/127 | 196300 | 276200 | F. Vertical | Tapadão | Abrantes | Rega | |
| 331/129 | 187630 | 276740 | F. Vertical | Casalinho | Abrantes | Rega | |
| 331/130 | 188860 | 277700 | F. Vertical | Qta Casal da Coelheira | Abrantes | Rega | |
| 331/131 | 189600 | 277700 | F. Vertical | Catalôa | Abrantes | Rega | |
| 331/133 | 196120 | 277785 | Poço | Qta do Tainho | Abrantes | Rega | |
| 341/17 | 165540 | 265050 | F. Vertical | Azinhaga | Golegã | Rega | |
| 341/251 | 166960 | 260910 | F. Vertical | S. Domingos - Estrada Campo | Chamusca | Rega | |
| 341/252 | 161780 | 262470 | F. Vertical | Reguengo | Santarém | Rega | |
| 341/253 | 164000 | 264600 | F. Vertical | Pombalinho | Golegã | Rega | |
| 341/254 | 167050 | 265270 | F. Vertical | Praias | Golegã | Rega | |
| 341/269 | 166921 | 269032 | F. Vertical | Campo da Golegã | Golegã | Rega | |
| 342/113 | 171250 | 268700 | F. Vertical | Casal da Ponte - Praias | Golegã | Rega | |
| 342/114 | 168360 | 268980 | F. Vertical | Golegã | Golegã | Rega | |
| 342/115 | 168420 | 267550 | F. Vertical | Alto do Macarrão | Golegã | Rega | |
| 353/22 | 158460 | 250300 | F. Vertical | Compal | Almeirim | Ind. | |
| 353/362 | 155460 | 253650 | F. Vertical | Qta das Praias | Santarém | Rega | |
| 353/363 | 153770 | 250290 | F. Vertical | Mouchão do Alfange | Almeirim | Rega | |
| 353/373 | 165001 | 258000 | Poço | Cascalheira | Chamusca | Rega | |
| 353/87 | 161750 | 256040 | F. Vertical | Qta da Torre | Alpiarça | Rega | |
| 364/259 | 147360 | 241900 | F. Vertical | Qta da Arrancosa | Cartaxo | Rega | |
| 364/297 | 149575 | 244005 | F. Vertical | Qta do Malpique | Cartaxo | CH | |
| 365/15 | 152850 | 241950 | F. Vertical | Benfica do Ribatejo | Almeirim | Rega | |
| 365/470 | 154350 | 245140 | F. Vertical | Almeirim | Almeirim | Rega | |
| 377/262 | 144300 | 234550 | F. Vertical | Qta da Marquesa | Cartaxo | Rega | |
| 377/264 | 147040 | 237470 | F. Vertical | Qta da Tapada de Mafra | Cartaxo | Rega | |
| 377/287 | 146752 | 239462 | F. Vertical | Casal do Girassol | Salvaterra de Magos | Rega | |

| N.º INV | M | P | Tipo Ponto | Local | Concelho | Uso | Parâmetros |
|------------|--------|--------|-------------|--------------------|---------------------|--------|------------|
| 377/94 | 148400 | 234270 | Poço | Mata do Escaroupim | Salvaterra de Magos | Rega | |
| 391/244 | 145970 | 223500 | F. Vertical | Aldeia do Peixe | Benavente | CH | |
| 391/33 | 146740 | 226240 | Poço | Casal do Lena | Salvaterra de Magos | CH | |
| 391/404 | 148130 | 221120 | F. Vertical | S. Brás | Benavente | CH | |
| 391/AG14 | 144440 | 224099 | Poço | Vale Maria | Benavente | Monit. | |
| 404/69 | 134850 | 210870 | Poço | Mte Sto Isidro | Benavente | CH | |
| 405/17 | 136600 | 219500 | Poço | Samora Correia | Benavente | CH | |
| 405/AG6 | 139649 | 211339 | Poço | Qta Venda Velha 3 | Benavente | Monit. | |
| 418/4 | 135060 | 204980 | Poço | Catapereiro | Benavente | CH | |
| 418/AG49 | 131467 | 204958 | Poço | Pancas | Benavente | Monit. | |
| 419/AG3 | 136088 | 204799 | Poço | Catapereiro 1 | Benavente | Monit. | |

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 3.19 – A0x1RH5 - Maciço Antigo Indiferenciado da Bacia do Tejo

| Nº INVENTÁRIO | M (m) | P (m) | TIPO PONTO ÁGUA | CONCELHO | FOCO POLUENTE | PARÂMETROS |
|---------------|--------|--------|-----------------|-----------------|-------------------------|--|
| 447/278 | 193525 | 189561 | Furo vertical | Montemor-o-Novo | Lixeira Montemor-o-Novo | HCH alfa; HCH delta; Carbono orgânico total; Tricloroetileno; Xilenos; 4-cloro-3-metilfenol; |
| 447/279 | 193709 | 189403 | Furo vertical | Montemor-o-Novo | Lixeira Montemor-o-Novo | 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 |

Quadro 3.20 – A4 - Estremoz-Cano

| Nº INVENTÁRIO | M (m) | P (m) | TIPO PONTO ÁGUA | CONCELHO | FOCO POLUENTE | PARÂMETROS |
|---------------|--------|--------|-----------------|----------|--------------------------|--|
| 426/430 | 251661 | 208583 | Furo vertical | Estremoz | Lixeira Estremoz (Arcos) | 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 |

Quadro 3.21 – O19-Alpedriz

| Nº INVENTÁRIO | M (m) | P (m) | TIPO PONTO ÁGUA | CONCELHO | FOCO POLUENTE | PARÂMETROS |
|---------------|--------|--------|-----------------|----------|---------------|-----------------------------------|
| 307/137 | 131112 | 292567 | Poço | Alcobaça | Indústria | Pb, Cr, Zn; pH; condutividade, Al |

Quadro 3.22 – O20-Maciço Calcário Estremenho

| Nº INVENTÁRIO | M (m) | P (m) | TIPO PONTO ÁGUA | CONCELHO | FOCO POLUENTE | PARÂMETROS |
|---------------|--------|--------|-----------------|--------------|--------------------------------|--|
| 317/257 | 133994 | 286954 | Poço | Alcobaça | Indústria | Zn, Pb, Co, Ba; pH; condutividade, Cl, SO4 |
| 309/47 | 155747 | 296866 | Furo vertical | Ourém | Lixeira Ourém (Vale de Alvega) | 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 |
| 308/47 | 143073 | 295346 | Furo vertical | Porto de Mós | Lixeira Porto Mós (Mendigos) | |
| 308/48 | 143003 | 295531 | Furo vertical | Porto de Mós | Lixeira Porto Mós (Mendigos) | |

Quadro 3.23 – T1-Bacia do Tejo-Sado/Margem Direita

| Nº INVENTÁRIO | M (m) | P (m) | TIPO PONTO ÁGUA | CONCELHO | FOCO POLUENTE | PARÂMETROS |
|---------------|--------|--------|-----------------|----------|---------------------------|--|
| 364/277 | 145899 | 242031 | Poço | Cartaxo | Lixeira Cartaxo (Santana) | 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 |
| 363/93 | 129159 | 240283 | Furo vertical | Alenquer | Lixeira Ota | |
| 376/178 | 129169 | 239809 | Furo vertical | Alenquer | Lixeira Ota | |

Quadro 3.24 – T3-Bacia do Tejo-Sado/Margem Esquerda

| Nº INVENTÁRIO | COORDENADA M (m) | COORDENADA P (m) | TIPO PONTO ÁGUA | CONCELHO | FOCO POLUENTE | PARÂMETROS |
|---------------|------------------|------------------|-----------------|-----------|---------------------------------|---|
| 454/713 | 124801 | 177077 | Poço | Palmela | Indústria | Hidrocarbonetos; pH; condutividade |
| 444/354 | 137983 | 180632 | Furo vertical | Palmela | Indústria | Hidrocarbonetos, Cd, Cr total, Ni, Zn, Cu, CN; pH; condutividade, Fe, Al, Fosfato (expresso em mg/l de P e PO4 e P2O5), SO4, óleos e gorduras |
| 444/355 | 137907 | 180384 | Furo vertical | Palmela | Indústria | Zn, Ni, Cu, Sn, fósforo total, Cr (VI), Cr total, CN; pH; condutividade, Fe, Al, Detergentes (expressos em mg/l de sulfato de lauril e sódio) |
| 444/356 | 137774 | 180348 | Furo vertical | Palmela | Indústria | |
| 442/581 | 117879 | 184197 | Poço | Seixal | Indústria | Hidrocarbonetos; pH; condutividade, óleos e gorduras |
| 433/297 | 140560 | 192941 | Furo vertical | Palmela | Lixeira Poceirão (Santo Isidro) | 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 |
| 443/1069 | 133092 | 189917 | Furo vertical | Alcochete | Lixeira Alcochete (Lagoa Cheia) | |
| 432/855 | 133290 | 190196 | Furo vertical | Alcochete | Lixeira Alcochete (Lagoa Cheia) | |
| 442/559 | 109788 | 183350 | Poço | Seixal | Lixeira Seixal | |
| 392/177 | 154866 | 222637 | Furo vertical | Coruche | Lixeira Coruche (Cascavel) | |
| 394/59 | 185391 | 222306 | Furo vertical | Coruche | Lixeira Couço | |
| 466/45 | 139095 | 163932 | Furo vertical | Grândola | Lixeira Tróia | HCH alfa; HCH delta; Carbono orgânico total; Tricloroetileno; Xilenos; 4-cloro-3-metilfenol; Mecoprope; soproilbenzeno; 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; pH, condutividade, nitrato, nitritos, cloretos, potássio, sulfatos, óleos e gorduras, sódio, ferro, manganês, alumínio, cádmio, chumbo, cobre, crómio total, mercúrio, níquel, zinco, cálcio, magnésio, cobalto, dureza total, arsénio, selénio, |

| Nº INVENTÁRIO | COORDENADA M (m) | COORDENADA P (m) | TIPO PONTO ÁGUA | CONCELHO | FOCO POLUENTE | PARÂMETROS |
|---------------|------------------|------------------|-----------------|----------|---------------|--|
| | | | | | | antimónio, bário, sulfuretos, azoto amoniacal, compostos orgânicos halogenados (AOX), carbono orgânico total, boro, fluoreto, cianeto, fenóis, carbonato/bicarbonato |

Quadro 3.25 – T7-Aluviões do Tejo

| Nº INVENTÁRIO | COORDENADA M (m) | COORDENADA P (m) | TIPO PONTO ÁGUA | CONCELHO | FOCO POLUENTE | PARÂMETROS |
|---------------|------------------|------------------|-----------------|---------------------|--------------------------------|--|
| 377/268 | 149413 | 236688 | Poço | Salvaterra de Magos | Indústria | Cd; pH; condutividade, Fe, Fosfato (expresso em mg/l de P e PO4 e P2O5), óleos e gorduras |
| 391/437 | 143834 | 225145 | Furo vertical | Benavente | Lixeira Benavente (Vale Maria) | HCH alfa; HCH delta; Carbono orgânico total; Tricloroetileno; Xilenos; 4-cloro-3-metilfenol; Mecoprope; Isopropilbenzeno; Naftaleno; Benzeno; Simazina; Bentazona; Chumbo; Cobre; Tributilestanho; Tetracloroetileno; Tributílfosfato; Tolueno; pH; Condutividade; Mercúrio; Cádmiio; 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 |

3.1.1.5 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 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 dos PGBH foi introduzida em base digital informação detalhada referente a um universo de cerca de 2000 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 3.3 e no Quadro 3.26 a rede de monitorização de vigilância da qualidade das águas subterrâneas resultante da aplicação do procedimento acima indicado.

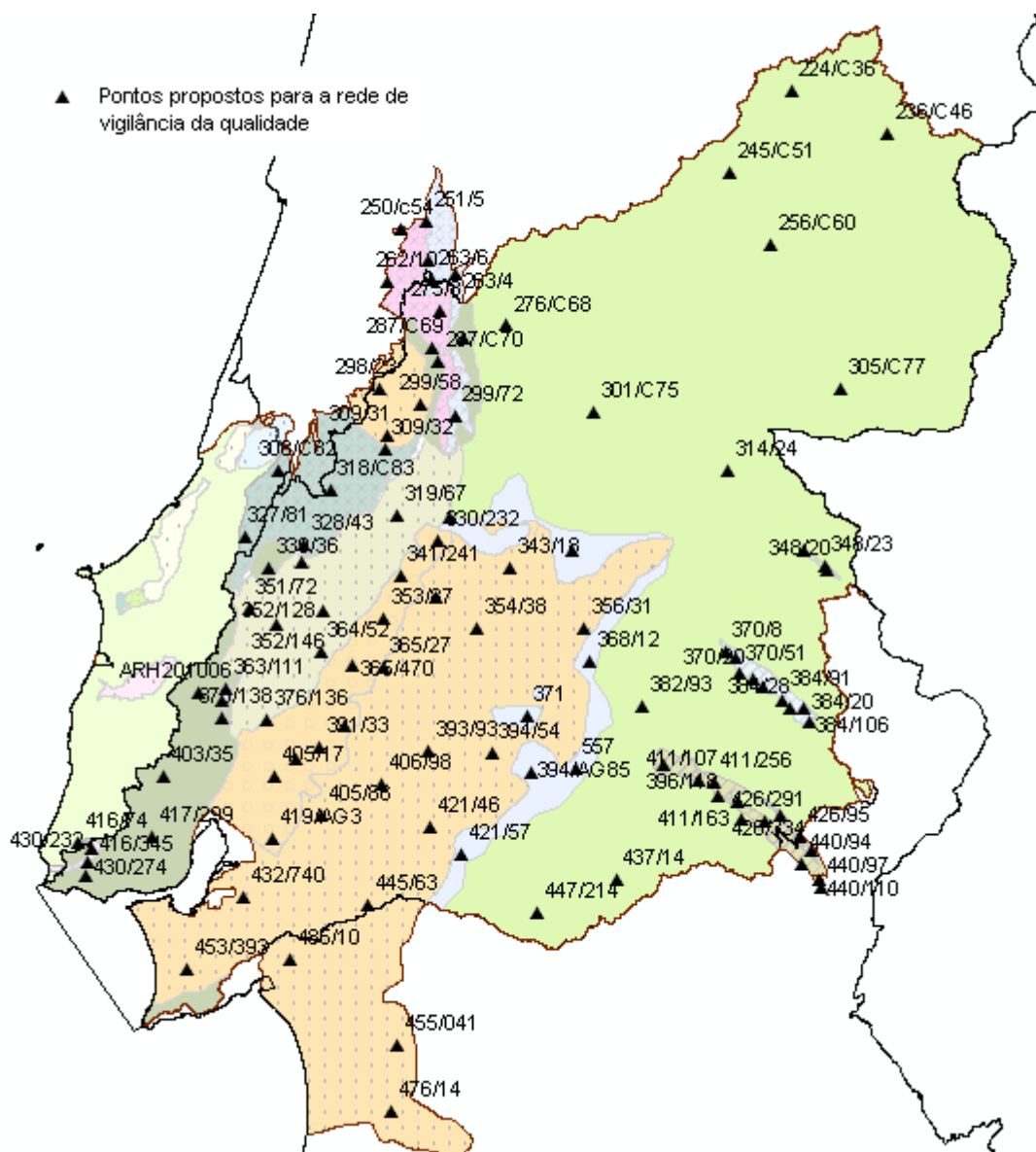


Figura 3.3 – Localização dos pontos da rede monitorização de vigilância otimizada da qualidade das águas subterrâneas

Quadro 3.26 – Características gerais dos pontos da rede monitorização de vigilância otimizada da qualidade das águas subterrâneas

| Código | N INV | Massa de água | Bacia | M | P | Tipo Ponto | Wise_VIG | Wise_Op | Wise_A_P | Rede Base |
|---------|---------------|---|-------|--------|--------|-------------|----------|---------|----------|-----------|
| SUB0323 | 224/C36 | A0x1RH5 - MACICO ANTIGO INDIFERENCIADO DA BACIA DO TEJO | TEJO | 256516 | 378476 | Poco | S | N | S | S |
| SUB0325 | 236/C46 | A0x1RH5 - MACICO ANTIGO INDIFERENCIADO DA BACIA DO TEJO | TEJO | 278900 | 368676 | F. Vertical | S | N | N | S |
| SUB0326 | 245/C51 | A0x1RH5 - MACICO ANTIGO INDIFERENCIADO DA BACIA DO TEJO | TEJO | 242245 | 359813 | Poco | S | N | N | S |
| SUB0330 | 256/C60 | A0x1RH5 - MACICO ANTIGO INDIFERENCIADO DA BACIA DO TEJO | TEJO | 251869 | 342754 | Nascente | S | N | N | S |
| SUB0335 | 276/C68 | A0x1RH5 - MACICO ANTIGO INDIFERENCIADO DA BACIA DO TEJO | TEJO | 190228 | 324473 | F. Vertical | S | N | N | S |
| SUB0343 | 301/C75 | A0x1RH5 - MACICO ANTIGO INDIFERENCIADO DA BACIA DO TEJO | TEJO | 210779 | 304102 | F. Vertical | N | N | N | S |
| SUB0345 | 305/C77 | A0x1RH5 - MACICO ANTIGO INDIFERENCIADO DA BACIA DO TEJO | TEJO | 268189 | 309591 | Poco | S | N | N | S |
| SUB0350 | 314/24 | A0x1RH5 - MACICO ANTIGO INDIFERENCIADO DA BACIA DO TEJO | TEJO | 241900 | 290675 | Nascente | S | N | S | S |
| SUB0371 | 382/93 | A0x1RH5 - MACICO ANTIGO INDIFERENCIADO DA BACIA DO TEJO | TEJO | 221960 | 235920 | F. Vertical | S | N | N | S |
| SUB0386 | 411/198 | A0x1RH5 - MACICO ANTIGO INDIFERENCIADO DA BACIA DO TEJO | TEJO | 239400 | 214875 | F. Vertical | S | N | N | S |
| SUB0397 | 437/14 | A0x1RH5 - MACICO ANTIGO INDIFERENCIADO DA BACIA DO TEJO | TEJO | 215827 | 195300 | F. Vertical | S | N | N | S |
| SUB0398 | 447/214 | A0x1RH5 - MACICO ANTIGO INDIFERENCIADO DA BACIA DO TEJO | TEJO | 197413 | 187825 | F. Vertical | S | N | S | S |
| SUB0356 | 335/10 | A2 - ESCUSA | TEJO | 258588 | 271780 | F. Vertical | S | N | S | S |
| SUB0359 | 348/20 | A2 - ESCUSA | TEJO | 264625 | 267250 | F. Vertical | S | N | N | S |
| SUB0360 | 348/23 | A2 - ESCUSA | TEJO | 264200 | 268450 | F. Vertical | S | N | S | S |
| SUB0363 | 370/20 | A3 - MONFORTE - ALTER DO CHAO | TEJO | 247500 | 242010 | F. Vertical | S | N | N | S |
| SUB0364 | 370/202 | A3 - MONFORTE - ALTER DO CHAO | TEJO | 243500 | 246940 | Poco | S | N | N | S |
| SUB0366 | 370/51 | A3 - MONFORTE - ALTER DO CHAO | TEJO | 244340 | 243500 | Nascente | S | N | N | S |
| SUB0367 | 370/8 | A3 - MONFORTE - ALTER DO CHAO | TEJO | 241150 | 248540 | F. Vertical | S | N | S | S |
| SUB0369 | 371/47 | A3 - MONFORTE - ALTER DO CHAO | TEJO | 249880 | 240300 | Nascente | S | N | N | S |
| SUB0373 | 384/106 | A3 - MONFORTE - ALTER DO CHAO | TEJO | 260600 | 232200 | F. Vertical | N | N | N | S |
| SUB0374 | 384/20 | A3 - MONFORTE - ALTER DO CHAO | TEJO | 259520 | 235460 | F. Vertical | N | N | N | S |
| SUB0375 | 384/28 | A3 - MONFORTE - ALTER DO CHAO | TEJO | 256080 | 235230 | F. Vertical | S | N | S | S |
| SUB0377 | 384/91 | A3 - MONFORTE - ALTER DO CHAO | TEJO | 254600 | 237120 | F. Vertical | S | N | N | S |
| SUB0380 | 396/118 | A4 - ESTREMOZ - CANO | TEJO | 228950 | 222280 | F. Vertical | S | N | N | S |
| SUB0383 | 411/107 | A4 - ESTREMOZ - CANO | TEJO | 235040 | 218740 | F. Vertical | S | N | S | S |
| SUB0384 | 411/163 | A4 - ESTREMOZ - CANO | TEJO | 243875 | 213700 | Nascente | S | N | N | S |
| SUB0388 | 411/256 | A4 - ESTREMOZ - CANO | TEJO | 238450 | 218175 | F. Vertical | S | N | N | S |
| SUB0389 | 412/107 | A4 - ESTREMOZ - CANO | TEJO | 253849 | 210637 | F. Vertical | S | N | S | S |
| SUB0395 | 425/139 | A4 - ESTREMOZ - CANO | TEJO | 244932 | 209749 | F. Vertical | S | N | N | S |
| SUB0396 | 426/291 | A4 - ESTREMOZ - CANO | TEJO | 250397 | 209033 | F. Vertical | S | N | N | S |
| 0 | 426/334 | A4 - ESTREMOZ - CANO | TEJO | 261350 | 202194 | 0 | S | N | N | S |
| 0 | 426/95 | A4 - ESTREMOZ - CANO | TEJO | 258590 | 205376 | 0 | S | N | N | S |
| 0 | 440/110 | A4 - ESTREMOZ - CANO | TEJO | 263247 | 195686 | 0 | S | N | N | S |
| 0 | 440/94 | A4 - ESTREMOZ - CANO | TEJO | 259167 | 199117 | 0 | S | N | N | S |
| 0 | 440/97 | A4 - ESTREMOZ - CANO | TEJO | 263280 | 193596 | 0 | S | N | N | S |
| SUB0019 | 339/36 | O01RH5 - ORLA OCIDENTAL INDIFERENCIADO DA BACIA DO TEJO | TEJO | 135090 | 267750 | F. Vertical | N | N | N | S |
| SUB0170 | 403/35 | O01RH5 - ORLA OCIDENTAL INDIFERENCIADO DA BACIA DO TEJO | TEJO | 110680 | 219600 | F. Vertical | N | N | N | S |
| SUB0239 | 430/274 | O01RH5 - ORLA OCIDENTAL INDIFERENCIADO DA BACIA DO TEJO | TEJO | 92575 | 196425 | F. Vertical | S | N | N | S |
| 0 | 417/299 | O01RH5 - ORLA OCIDENTAL INDIFERENCIADO DA BACIA DO TEJO | TEJO | 108098 | 205275 | F. Vertical | N | N | N | N |
| 0 | ARH20100624 | O01RH5 - ORLA OCIDENTAL INDIFERENCIADO DA BACIA DO TEJO | TEJO | 118550 | 238825 | F. Vertical | N | N | N | N |
| 0 | ODR_Centro 38 | O01RH5 - ORLA OCIDENTAL INDIFERENCIADO DA BACIA DO TEJO | TEJO | 180120 | 321330 | F. Vertical | N | N | N | S |
| 0 | 250/c54 | O11 - SICO - ALVAIAZERE | TEJO | 165986 | 346641 | 0 | S | N | N | S |
| 0 | 262/10 | O11 - SICO - ALVAIAZERE | TEJO | 162503 | 334425 | 0 | S | N | N | S |
| 0 | 263/61 | O11 - SICO - ALVAIAZERE | TEJO | 171954 | 339548 | 0 | S | N | N | S |
| SUB0334 | 275/8 | O11 - SICO - ALVAIAZERE | TEJO | 174960 | 327800 | Nascente | N | N | N | S |
| SUB0336 | 287/C69 | O11 - SICO - ALVAIAZERE | TEJO | 173181 | 319187 | F. Vertical | N | N | N | S |
| SUB0337 | 287/C70 | O11 - SICO - ALVAIAZERE | TEJO | 174308 | 315618 | Poco | S | N | S | S |
| SUB0190 | 298/23 | O15 - OUREM | TEJO | 160650 | 309280 | F. Vertical | S | N | N | S |
| SUB0193 | 299/58 | O15 - OUREM | TEJO | 170460 | 305750 | F. Vertical | S | N | N | S |
| SUB0194 | 309/31 | O15 - OUREM | TEJO | 162410 | 298850 | F. Vertical | S | N | N | S |
| SUB0348 | 308/C82 | O20 - MACICO CALCARIO ESTREMENHO | TEJO | 137244 | 290290 | F. Vertical | S | N | N | S |
| SUB0195 | 309/32 | O20 - MACICO CALCARIO ESTREMENHO | TEJO | 162010 | 295370 | F. Vertical | S | N | N | S |
| SUB0351 | 318/C83 | O20 - MACICO CALCARIO ESTREMENHO | TEJO | 149308 | 285834 | Poco | S | N | N | S |
| SUB0167 | 327/81 | O20 - MACICO CALCARIO ESTREMENHO | TEJO | 129500 | 275270 | F. Vertical | N | N | N | S |
| SUB0202 | 328/43 | O20 - MACICO CALCARIO ESTREMENHO | TEJO | 143040 | 273340 | F. Vertical | S | N | N | S |
| SUB0418 | 363/111 | O26 - OTA - ALENQUER | TEJO | 125041 | 240003 | F. Vertical | N | N | N | N |
| SUB0168 | 376/129 | O26 - OTA - ALENQUER | TEJO | 124000 | 237250 | F. Vertical | S | N | S | S |
| SUB0169 | 376/138 | O26 - OTA - ALENQUER | TEJO | 124380 | 233000 | F. Vertical | N | N | N | N |
| 0 | 416/345 | O28 - PISCOS - ATROZELA | TEJO | 94040 | 202689 | F. Vertical | N | N | N | N |
| SUB0208 | 416/74 | O28 - PISCOS - ATROZELA | TEJO | 90680 | 203960 | Nascente | S | N | S | S |
| SUB0210 | 430/232 | O28 - PISCOS - ATROZELA | TEJO | 92950 | 199650 | F. Vertical | S | N | S | S |
| 0 | 251/5 | O9 - PENELA - TOMAR | TEJO | 171802 | 348520 | 0 | S | N | N | N |
| 0 | 263/4 | O9 - PENELA - TOMAR | TEJO | 178522 | 336061 | 0 | S | N | N | N |
| 0 | 263/6 | O9 - PENELA - TOMAR | TEJO | 172802 | 334720 | 0 | S | N | N | N |
| SUB0177 | 299/72 | O9 - PENELA - TOMAR | TEJO | 178270 | 303100 | F. Vertical | S | N | N | S |
| 0 | 371 | T01RH5 - BACIA DO TEJO-SADO INDIFERENCIADO DA BACIA DO TEJO | TEJO | 194979 | 233359 | F. Vertical | N | N | N | N |
| 0 | 557 | T01RH5 - BACIA DO TEJO-SADO INDIFERENCIADO DA BACIA DO TEJO | TEJO | 206304 | 221107 | F. Vertical | N | N | N | N |
| 0 | 330/188 | T01RH5 - BACIA DO TEJO-SADO INDIFERENCIADO DA BACIA DO TEJO | TEJO | 177250 | 279660 | F. Vertical | N | N | N | N |
| 0 | 332/23 | T01RH5 - BACIA DO TEJO-SADO INDIFERENCIADO DA BACIA DO TEJO | TEJO | 205550 | 271770 | F. Vertical | N | N | N | N |
| 0 | 368/12 | T01RH5 - BACIA DO TEJO-SADO INDIFERENCIADO DA BACIA DO TEJO | TEJO | 209550 | 246080 | Nascente | N | N | N | N |
| 0 | 394/AG85 | T01RH5 - BACIA DO TEJO-SADO INDIFERENCIADO DA BACIA DO TEJO | TEJO | 195912 | 220401 | F. Vertical | N | N | N | N |
| 0 | 421/57 | T01RH5 - BACIA DO TEJO-SADO INDIFERENCIADO DA BACIA DO TEJO | TEJO | 179957 | 201456 | F. Vertical | N | N | N | N |
| SUB0001 | 319/67 | T1 - BACIA DO TEJO-SADO / MARGEM DIREITA | TEJO | 165030 | 280100 | F. Vertical | S | N | N | S |
| SUB0238 | 340/134 | T1 - BACIA DO TEJO-SADO / MARGEM DIREITA | TEJO | 142670 | 269220 | Poco | S | N | N | S |
| SUB0026 | 341/241 | T1 - BACIA DO TEJO-SADO / MARGEM DIREITA | TEJO | 165643 | 266170 | F. Vertical | S | N | S | S |
| SUB0033 | 351/72 | T1 - BACIA DO TEJO-SADO / MARGEM DIREITA | TEJO | 130300 | 258560 | F. Vertical | S | N | N | S |
| SUB0034 | 352/128 | T1 - BACIA DO TEJO-SADO / MARGEM DIREITA | TEJO | 147480 | 258100 | F. Vertical | N | N | N | N |

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 se 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 documento de apoio nº 18: “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 abaixo).

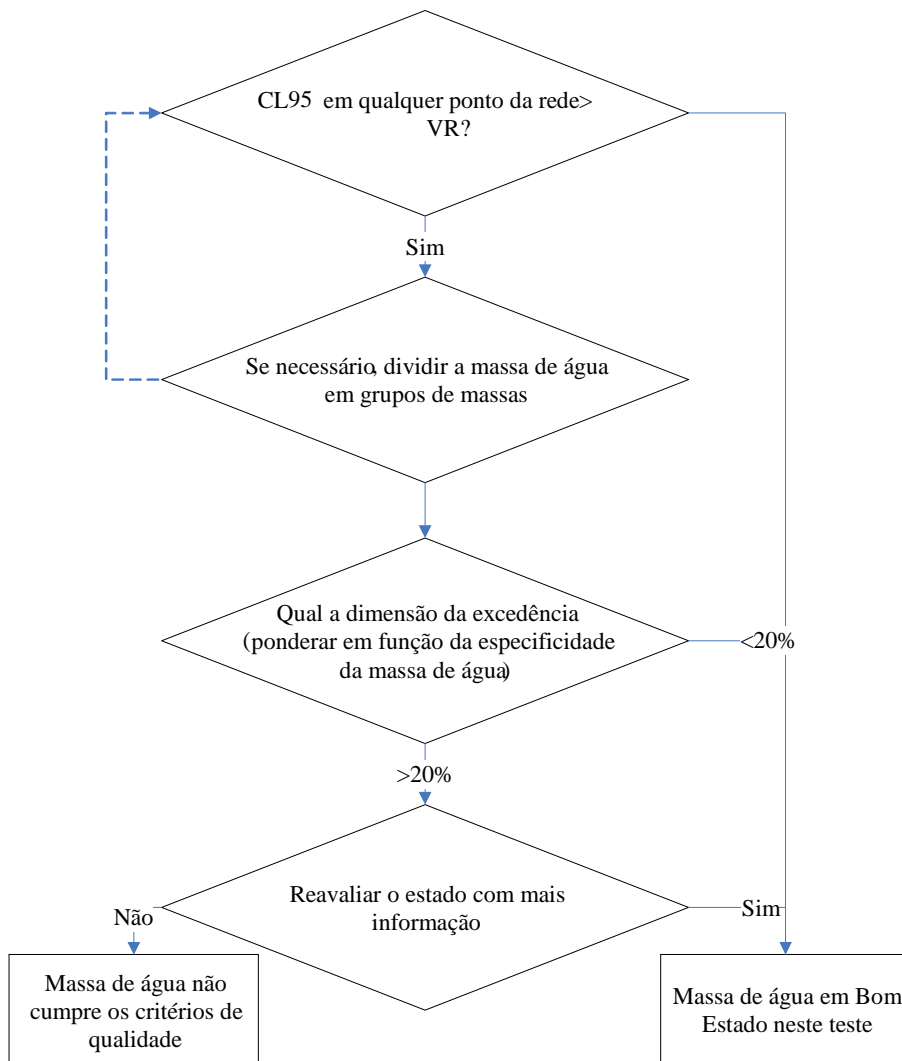


Figura 4.1 – Método para classificação das massas de água quanto ao seu estado químico (adaptado de EC (2009)). VR indica um valor limiar ou norma de qualidade ambiental

4.1.3 Normas de qualidade ambiental (4.1.4)

A caracterização e diagnóstico do estado químico das águas subterrâneas da área do PGRH Tejo visam avaliar o estado químico das 15 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 mgNO₃/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), a única massa considerada em risco para a área do PGRH Tejo foram as Aluviões do Tejo para os nitratos, e estes já têm norma de qualidade definida pelo que não é necessário estabelecer limiar.

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 limiar⁴.

⁴ 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 (2009)”.

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 | µS/cm | LQ1 e LQ2 | 2500 |
| pH | | LQ2 | 5,5 – 9,0 |
| Oxigénio dissolvido | mgO ₂ /L | LQ2 | - |
| Nitratos | mgNO ₃ /L | NQ e LQ2 | 50 |
| Azoto amoniacal | mgNH ₄ /L | LQ1 e LQ2 | 0,5 |
| Sulfatos | mgSO ₄ /L | LQ1 | 250 |
| Cloretos | mgCl/L | LQ1 | 250 |
| Arsénio | mgAs/L | LQ1 | 0,01 |
| Chumbo | mgPb/L | LQ1 | 0,01 |
| Cádmio | mgCd/L | LQ1 | 0,005 |
| Mercúrio | mgHg/L | LQ1 | 0,001 |
| Tricloroetileno | µgTCE/L | LQ1 | 0,2 |
| Tetracloroetileno | µgPCE/L | LQ1 | 0,3 |
| Pesticidas | µg/L | NQ | 0,1 |

Legenda:

NQ - Normas de Qualidade, Anexo I da 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 (2009) não estabelece excepções a estes valores, de forma a distinguir entre o que é natural e o que tem origem antropogénica, para a área do PGHR Tejo.

4.1.4.1 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 15 massas de águas subterrâneas da área do PGRH Tejo 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.

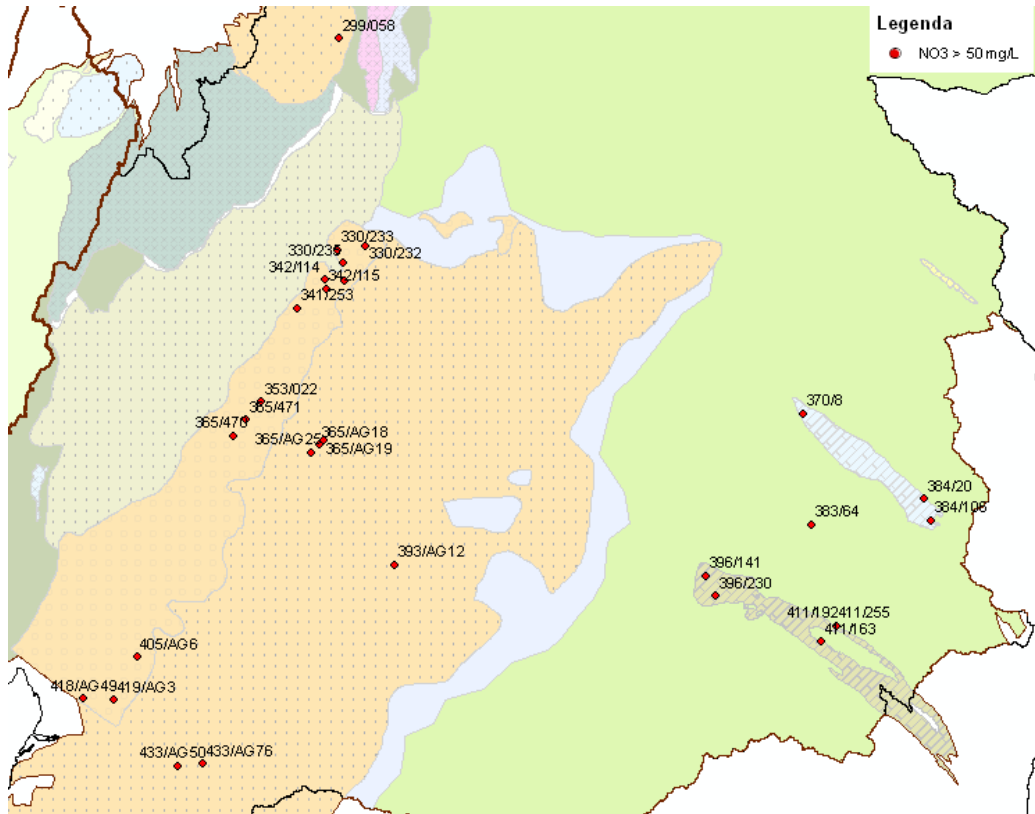


Figura 4.2 – Síntese do estado químico em relação aos nitratos para a área do PGRH Tejo

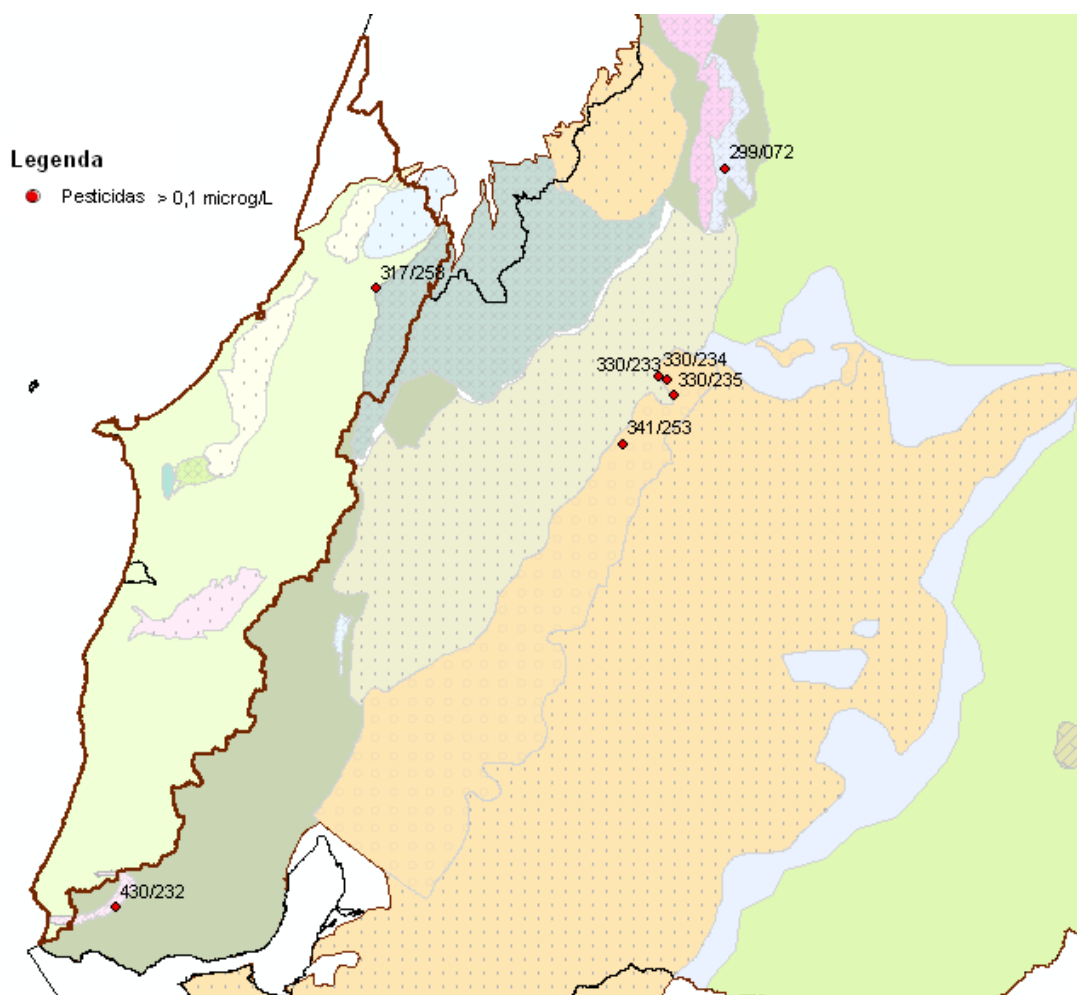


Figura 4.3 – Síntese do estado químico em relação aos pesticidas totais para a área do PGRH Tejo

4.2.2.1 A0x1RH5 - Maciço Antigo indiferenciado da Bacia do Tejo

Para a avaliação do estado químico desta massa de água foram utilizados os dados de 34 pontos de água e a informação resultante de 321 análises químicas realizadas entre 16-02-2004 e 17-12-2008.

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 normas de qualidade ambiental (NQA) e limiares. A Figura 4.4 apresenta o mapa com a síntese da avaliação do estado químico da massa de águas subterrâneas do Maciço Antigo indiferenciado da Bacia do Tejo, com base no **critério dos limiares ou das NQA**.

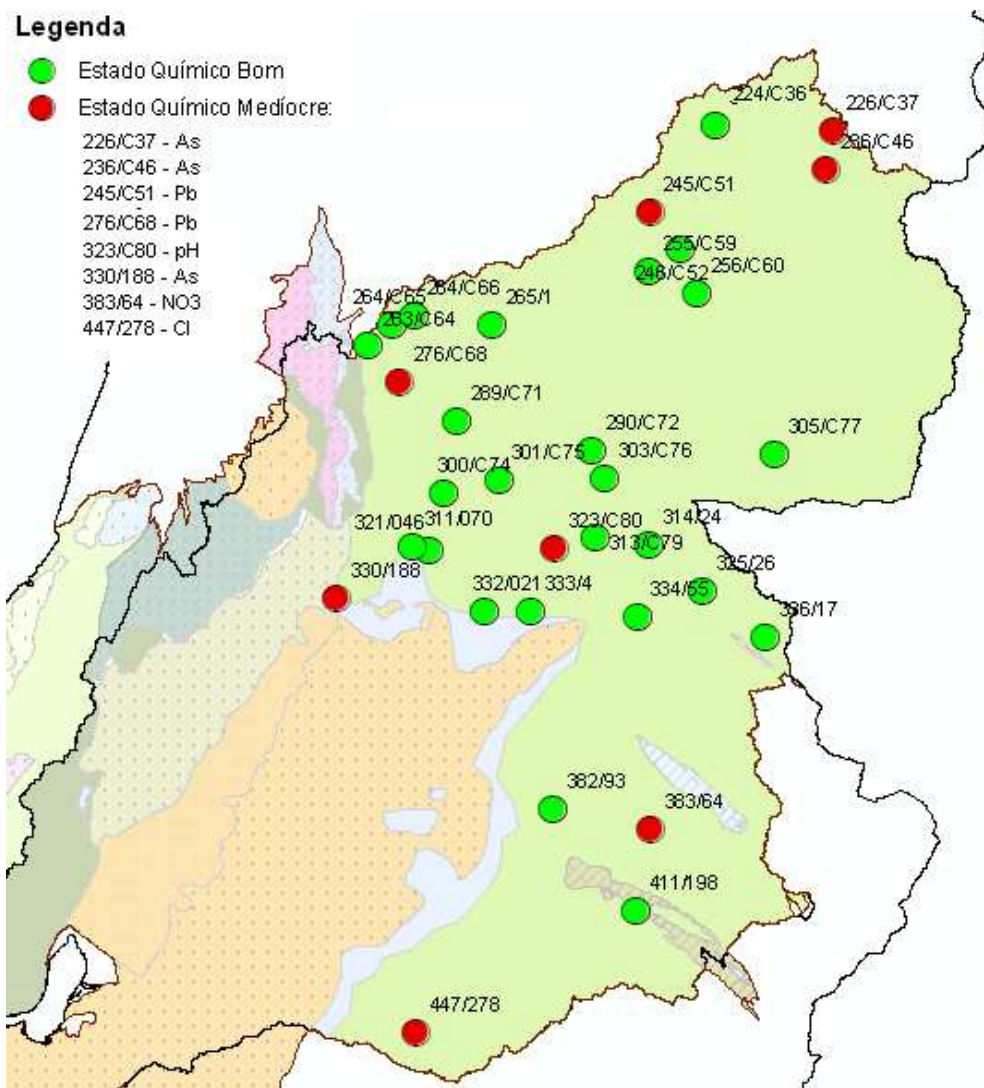


Figura 4.4 – Mapa do estado químico das águas do Maciço Antigo indiferenciado da Bacia do Tejo, de acordo com o esquema definido no Anexo VII, 2.5 do DL n.º 77/2006

A comparação entre os resultados dos valores médios por ponto de monitorização e os apresentados no Quadro 4.1 permite concluir que há 8 pontos de monitorização, dos 34 analisados (23,5%), que apresentam valores médios que excedem as normas ou os limiares de qualidade das águas subterrâneas para os parâmetros arsénio, chumbo, nitratos, pH e cloretos. Os valores da avaliação dos critérios do teste de

avaliação global do estado químico, por elemento de qualidade, desta massa de água subterrânea são resumidos na segunda coluna do Quadro 4.3.

Para a análise do **critério** relativo à percentagem da área ponderada da massa de água em que as normas de qualidade ambiental ou os **limiares** são **excedidos em 20%** (a utilizar para os parâmetros que excederam o limiar nalgum ponto), observa-se que as médias dos parâmetros arsénio e chumbo são as que excedem os limiares ou as NQA em maior número de pontos (3 dos 21 pontos com análises (14,3%) no caso do As e 2 dos 23 pontos com análises (8,7%) no caso do Pb). Os nitratos, pH e cloreto só têm médias superiores à NQA e limiares num ponto, inferior portanto a 20% de potencial área afectada. O ponto 383/64 é um local onde os valores de nitratos são sistematicamente ultrapassados em todas as análises realizadas, constituindo 9 das 11 análises em que este parâmetro é ultrapassado. Também o ponto 323/C80 é um local cujo pH se apresenta ácido, quase sempre inferior a 5. Já a presença de cloretos acima das normas é um caso excepcional de uma única amostra num ponto (não confirmada na outra análise existente para esse ponto). Do exposto se conclui que não há parâmetros que sejam excedidos em mais de 20% dos pontos. Acresce que o número de análises que ultrapassam os limiares ou as NQA definidos é, na maioria dos casos, inferior a 10% (cf. Quadro 4.2).

Não obstante, chama-se a atenção para o facto de, nesta massa de água, apresentarem tendência estatisticamente significativa de subida os parâmetros azoto amoniacal e cádmio (ver secção 4.2.3), ainda que os valores sejam inferiores à NQA e ao limiar. Não foram encontradas tendências em nenhum dos outros parâmetros para os quais foram detectadas excedências.

Finalmente a registar que a presença de As e Pb pode estar associada a uma origem natural em terrenos xistosos e outros sedimentos detríticos resultantes da alteração das rochas do Maciço Antigo, aspecto que será aprofundado após o cruzamento da informação sobre a análise das pressões.

O Quadro 4.2 apresenta uma síntese dos dados de base utilizados e das suas características estatísticas gerais para o conjunto da massa de água 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 4.2 – Síntese da informação utilizada para a avaliação do estado químico das águas do Maciço Antigo indiferenciado da Bacia do Tejo

| Parâmetro | Unidade | n.º análises | Valor | | | | | Análises > norma ou limiar* | |
|-------------------|------------------------|--------------|---------|---------|--------|----------|-------------|-----------------------------|------|
| | | | Mínimo | Máximo | Média | Mediana | CL95 | n.º | % |
| | | | CE | (µS/cm) | 257 | 22 | 837,0 | 175,6 | 90,0 |
| pH | | 259 | 4,6 | 10,0 | 6,6 | 6,5 | 6,5; 6,7 | 18 | 7 |
| Nitratos | (mgNO ₃ /L) | 229 | <2 | 72,0 | 14,0 | 2,3 | 16,1 | 11 | 4,8 |
| Azoto amoniacal | (mgNH ₄ /L) | 233 | <0,2 | 0,37 | 0,1 | <0,2 | 0,1 | 0 | 0 |
| Sulfatos | (mgSO ₄ /L) | 259 | <20 | 92 | 22,9 | <20 | 25,6 | 0 | 0 |
| Cloretos | (mgCl/L) | 257 | <20 | 6200 | 40,9 | 10,0 | 88,4 | 1 | 0,4 |
| Arsénio | (mgAs/L) | 27 | <0,005 | 0,048 | 0,014 | <0,001 | 0,019 | 3 | 11,1 |
| Chumbo | (mgPb/L) | 173 | <0,005 | 4,900 | 0,346 | <0,005 | 0,404 | 7 | 4,0 |
| Cádmio | (mgCd/L) | 162 | <0,0005 | 0,0017 | 0,0005 | <0,00025 | 0,0005 | 0 | 0 |
| Mercúrio | (mgHg/L) | 68 | <0,0001 | <0,5 | - | - | - | 0 | 0 |
| Tricloroetileno | (µgTCE/L) | 61 | <0,2 | <0,5 | - | - | - | 0 | 0 |
| Tetracloroetileno | (µgPCE/L) | 60 | <0,05 | <0,5 | - | - | - | 0 | 0 |
| Pesticidas | (µg/L) | 67 | <0,95 | 0,05 | 0,018 | <0,57 | 0,107 | 0 | 0 |

Com base nas considerações apresentadas, o Quadro 4.3 apresenta os resultados finais da avaliação.

Quadro 4.3 – Resultado da avaliação dos critérios do teste de avaliação global do estado químico das águas do Maciço Antigo indiferenciado da Bacia do Tejo

| Parâmetro | Critério do Limiar ou NQA | Critério da Percentagem de área | Critério de confiança | Observações |
|-------------------|---------------------------|---------------------------------|-----------------------|---|
| CE | Sim | - | - | - |
| pH | Não | Sim | - | Apenas 1 ponto apresenta média superior ao limiar |
| Nitratos | Não | Sim | - | Apenas 1 ponto apresenta média superior ao limiar |
| Azoto amoniacal | Sim | - | - | - |
| Sulfatos | Sim | - | - | - |
| Cloretos | Não | Sim | - | Apenas 1 ponto apresenta média superior ao limiar |
| Arsénio | Não | Sim | - | Apenas 3 dos 21 pontos com análises (14,3%) apresentam média superior ao limiar |
| Chumbo | Não | Sim | - | Apenas 2 dos 23 pontos com análises (8,7%) apresentam média superior ao limiar |
| Cádmio | Sim | - | - | - |
| Mercúrio | Sim | - | - | - |
| Tricloroetileno | Sim | - | - | - |
| Tetracloroetileno | Sim | - | - | - |
| Pesticidas | Sim | - | - | - |

Numa fase subsequente do plano ir-se-ão analisar os dados de qualidade relativamente a outros parâmetros que possam ter influência no estado químico, além dos obrigatórios definidos no Quadro 4.1. Incluir-se-ão aqueles directamente ligados às pressões.

Em síntese, as águas presentes no Maciço Antigo indiferenciado da Bacia do Tejo são diversas e de qualidade heterogénea de uma região hidrogeológica para outra. As características físico-químicas são, em muitos dos casos, de boa qualidade, embora se observe a presença de alguns elementos com valores superiores às normas definidas. Alguns desses elementos são conferidos pelo próprio meio geológico em que circulam (arsénio, chumbo, ferro, magnésio, alumínio e potássio). Apesar de existirem 8 pontos onde as normas de qualidade ambiental ou os limiares são excedidos, considera-se que, para a massa de água subterrânea como um todo, a sua extensão é inferior ou igual a 20 % para cada parâmetro, pelo que a massa de água se encontra em **estado químico bom**.

4.2.2.2 A2 - Escusa

Para a avaliação do estado químico desta massa de água foram utilizados os dados de apenas três pontos de água e a informação resultante de 31 análises químicas realizadas entre 11-05-2004 e 02-12-2008.

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 os três pontos de monitorização, através do cálculo dos valores médios de seis parâmetros para os quais havia dados disponíveis e da sua comparação com as NQA e limiares referidos no Quadro 4.1. A Figura 4.5 apresenta o mapa com a síntese da avaliação do estado químico da massa de águas subterrâneas de Escusa, com base no **critério dos limiares ou das NQA**.

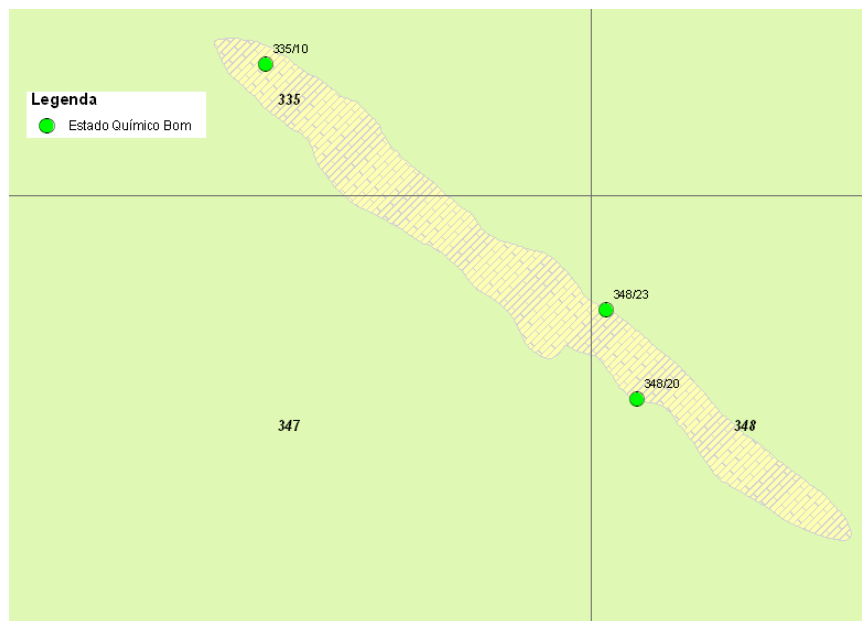


Figura 4.5 – Mapa do estado químico da massa de águas subterrâneas de Escusa, de acordo com o esquema definido no Anexo VII, 2.5 do DL n.º 77/2006

A comparação entre os resultados dos valores médios por ponto de monitorização e os apresentados no Quadro 4.1 permite concluir que em nenhum ponto se excedem as NQA ou os limiares de qualidade das águas subterrâneas, pese embora o facto de não haver resultados nesse período para os metais pesados, TCE, PCE e pesticidas. Nenhum parâmetro evidenciou tendência estatisticamente significativa de subida ou descida (ver secção 4.2.3).

Por outro lado, os resultados globais de qualidade química mostram que em nenhum dos parâmetros analisados houve qualquer análise química acima das NQA ou limiares (cf. Quadro 4.4).

Quadro 4.4 – Síntese da informação utilizada para a avaliação do estado químico da massa de águas subterrâneas de Escusa

| Parâmetro | Unidade | n.º análises | Valor | | | | | Análises > norma ou limiar* | |
|-----------------|------------------------|--------------|--------|--------|-------|---------|-------|-----------------------------|---|
| | | | Mínimo | Máximo | Média | Mediana | CL95 | n.º | % |
| | | | | | | | | | |
| CE | (µS/cm) | 27 | 231 | 456,0 | 336,3 | 307,0 | 363,8 | 0 | 0 |
| pH | | 27 | 7,4 | 8,5 | 7,9 | 7,9 | 8,0 | 0 | 0 |
| Nitratos | (mgNO ₃ /L) | 27 | 3,8 | 15,0 | 10,6 | 12,0 | 11,8 | 0 | 0 |
| Azoto amoniacal | (mgNH ₄ /L) | 27 | <0,04 | 0,07 | 0,0 | <0,04 | 0,1 | 0 | 0 |
| Sulfatos | (mgSO ₄ /L) | 27 | <5 | 10 | 5,8 | 5,3 | 7,8 | 0 | 0 |

| Parâmetro | Unidade | n.º análises | Valor | | | | | Análises > norma ou limiar* | |
|-------------------|-----------|--------------|--------|--------|-------|---------|------|-----------------------------|---|
| | | | Mínimo | Máximo | Média | Mediana | CL95 | n.º | % |
| Cloretos | (mgCl/L) | 30 | 6 | 14 | 9,0 | 9,0 | 9,7 | 0 | 0 |
| Arsénio | (mgAs/L) | 0 | - | - | - | - | - | - | - |
| Chumbo | (mgPb/L) | 0 | - | - | - | - | - | - | - |
| Cádmio | (mgCd/L) | 0 | - | - | - | - | - | - | - |
| Mercúrio | (mgHg/L) | 0 | - | - | - | - | - | - | - |
| Tricloroetileno | (µgTCE/L) | 0 | - | - | - | - | - | - | - |
| Tetracloroetileno | (µgPCE/L) | 0 | - | - | - | - | - | - | - |
| Pesticidas | (µg/L) | 0 | - | - | - | - | - | - | - |

* Consultar o Quadro 4.1. Para o pH também se avaliou se os valores são menores que o limiar inferior

De referir que é possível constatar uma evolução positiva na qualidade da água deste sistema no que diz respeito à poluição difusa de origem agrícola, uma vez que nos últimos anos as análises de nitratos revelaram baixos teores, contrariamente aos dados anteriores a 2000.

Em síntese, os dados de qualidade das águas disponíveis para esta massa permitem avaliá-la em **estado global bom**, embora haja lacunas de informação. Após a análise das pressões esta análise será retomada, nomeadamente para a questão do conteúdo em hidrocarbonetos, cujas concentrações elevadas foram detectadas em análises anteriores a 2000.

4.2.2.3 A3 - Monforte – Alter do Chão

Para a avaliação do estado químico desta massa de água foram utilizados os dados de 13 pontos de água e a informação resultante de 120 análises químicas realizadas entre 26-04-2004 e 19-11-2008. Em nenhuma das campanhas foram analisados os parâmetros: arsénio, chumbo, cádmio, mercúrio, tricloroetileno, tetracloroetileno e pesticidas, pelo que a análise do estado químico apresentada é limitada e parcial.

A Figura 4.6 apresenta um mapa com a síntese do estado químico das águas subterrâneas de Monforte – Alter do Chão tendo em conta a informação existente, e de acordo com o esquema definido no Anexo VII, 2.5 do DL n.º 77/2006. De notar que a ausência de dados para metais pesados, TCE, PCE e pesticidas, impede uma

avaliação completa do estado químico com base no **critério dos limiares ou das NQA**, pelo que parte da cor verde (estado bom) se pode dever à ausência de dados.

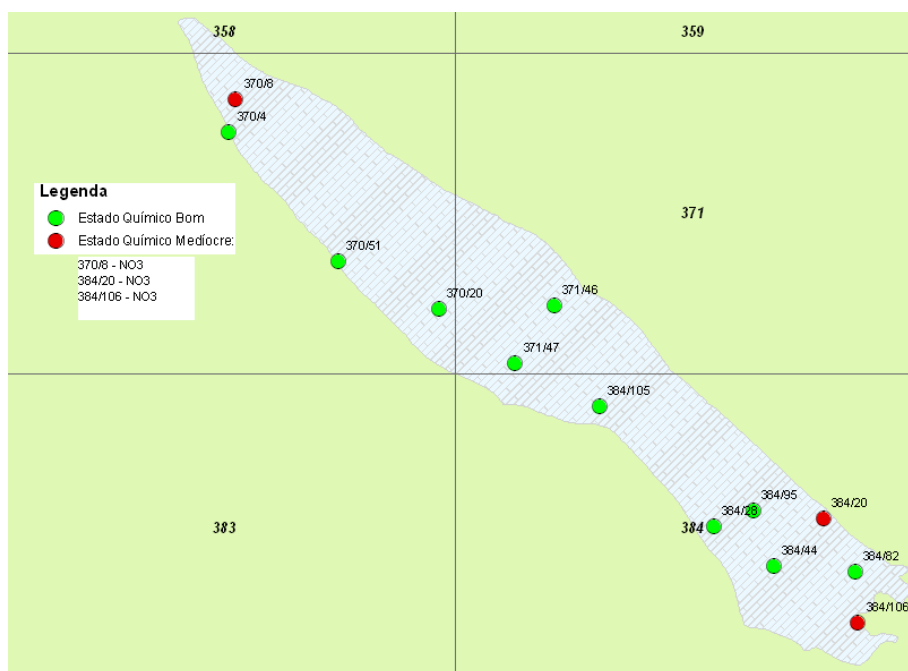


Figura 4.6 – Mapa do estado químico da massa de águas subterrâneas de Monforte – Alter do Chão, de acordo com o esquema definido no Anexo VII, 2.5 do DL n.º 77/2006

A comparação entre os resultados dos valores médios por ponto de monitorização e os apresentados no Quadro 4.1 permite concluir que há três pontos de monitorização, dos 13 analisados (23,1%), que apresentam valores médios que excedem a NQA do nitrato. Os valores da avaliação dos critérios do teste de avaliação global do estado químico, por ponto de água, desta massa de água subterrânea são os resumidos na segunda coluna do Quadro 4.6.

O **critério** relativo à percentagem da área ponderada da massa de água em que as normas de qualidade ambiental ou os **limiares** são **excedidos em 20%**, é assim excedido para o parâmetro nitrato. No Quadro 4.5 procurou-se juntar, à informação de avaliação do estado por ponto de água, os dados relativos ao conjunto da massa de água. 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, também inferior no caso do pH, do intervalo de confiança a 95%, para toda a massa de água subterrânea.

Quadro 4.5 – Síntese da informação utilizada para a avaliação do estado químico da massa de águas subterrâneas de Monforte – Alter do Chão

| Parâmetro | Unidade | n.º análises | Valor | | | | | Análises > norma ou limiar* | |
|-------------------|------------------------|--------------|--------|--------|-------|---------|----------|-----------------------------|------|
| | | | Mínimo | Máximo | Média | Mediana | CL95 | n.º | % |
| CE | (µS/cm) | 103 | 330 | 1031,0 | 635,7 | 622,0 | 660,8 | 0 | 0 |
| pH | | 104 | 6,9 | 8,5 | 7,6 | 7,6 | 7,5; 7,7 | 0 | 0 |
| Nitratos | (mgNO ₃ /L) | 104 | 5,8 | 115,0 | 37,4 | 36,0 | 41,9 | 22 | 21,2 |
| Azoto amoniacal | (mgNH ₄ /L) | 86 | <0,06 | 0,16 | 0,1 | <0,04 | 0,1 | 0 | 0 |
| Sulfatos | (mgSO ₄ /L) | 103 | 2,8 | 82 | 25,1 | 20,0 | 28,0 | 0 | 0 |
| Cloretos | (mgCl/L) | 111 | <0,04 | 134 | 30,3 | 23,0 | 34,4 | 0 | 0 |
| Arsénio | (mgAs/L) | 0 | - | - | - | - | - | - | - |
| Chumbo | (mgPb/L) | 0 | - | - | - | - | - | - | - |
| Cádmio | (mgCd/L) | 0 | - | - | - | - | - | - | - |
| Mercúrio | (mgHg/L) | 0 | - | - | - | - | - | - | - |
| Tricloroetileno | (µgTCE/L) | 0 | - | - | - | - | - | - | - |
| Tetracloroetileno | (µgPCE/L) | 0 | - | - | - | - | - | - | - |
| Pesticidas | (µg/L) | 0 | - | - | - | - | - | - | - |

* Consultar o Quadro 4.1. Para o pH também se avaliou se os valores são menores que o limiar inferior

O quadro permite verificar que, além de em 23,1% dos pontos o valor médio de NO₃⁻ ser ultrapassado, também em 21,2% das análises e em sete dos 13 locais analisados (i.e. em 53,8% dos pontos) há, pelo menos, uma amostra com nitratos acima dos 50 mgNO₃/L. Os pontos de monitorização 384/102 e 307/8 são dois locais onde os valores de nitratos são sistematicamente ultrapassados em todas as análises realizadas, com valores médios de 73,4 e 62,9 mg/L, respectivamente. Também o ponto 384/20 é um local com diversos dos resultados de nitratos acima dos 50 mgNO₃/L.

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, julga-se ter a informação suficiente para considerar os dados como fiáveis, pelo que há motivos para considerar a avaliação efectuada de confiança.

O Quadro 4.6 apresenta os resultados finais da avaliação apresentada.

Quadro 4.6 – Resultado da avaliação dos critérios do teste de avaliação global do estado químico da massa de águas subterrâneas de Monforte – Alter do Chão

| Parâmetro | Critério do Limiar ou NQA | Critério da Percentagem de área | Critério de confiança | Observações |
|-------------------|---------------------------|---------------------------------|-----------------------|---|
| CE | Sim | - | - | - |
| pH | Sim | - | - | - |
| Nitratos | Não | Não | Não | 3 dos 13 (23,1%) pontos apresentam média superior à NQA |
| Azoto amoniacal | Sim | - | - | - |
| Sulfatos | Sim | - | - | - |
| Cloretos | Sim | - | - | - |
| Arsénio | - | - | - | - |
| Chumbo | - | - | - | - |
| Cádmio | - | - | - | - |
| Mercurio | - | - | - | - |
| Tricloroetileno | - | - | - | - |
| Tetracloroetileno | - | - | - | - |
| Pesticidas | - | - | - | - |

A informação analisada permite concluir que os nitratos são um problema de poluição, nomeadamente no concelho de Monforte, tendo havido uma tendência crescente das análises realizadas nos anos 70 para os anos 90, com valores no início do século XXI que chegaram a ser superiores a 100 mg/L. Não obstante, para o período em análise para a caracterização do estado químico foi detectada tendência para descida do ião nitrato, indicador de uma melhoria da qualidade da água neste aquífero, com teores abaixo, ou muito próximos, do limite regulamentar já em diversos pontos (cf. secção 4.2.3).

Em síntese, o **estado químico actual desta massa de água é medíocre**, em consequência do parâmetro nitrato, tendo sido considerada a sua extensão superior a 20% face à percentagem de locais e de análises afectados. Deve ser acompanhada esta situação e analisada a necessidade de novas medidas para continuar a tendência significativa de descida dos nitratos, até ser atingido o estado químico bom.

Numa fase subsequente do plano ir-se-ão analisar os dados de qualidade relativamente a outros parâmetros que possam ter influência no estado químico, além dos obrigatórios definidos no Quadro 4.1. Incluir-se-ão aqueles directamente ligados às pressões.

4.2.2.4 A4 - Estremoz-Cano

Para a avaliação do estado químico desta massa de água foram utilizados os dados de 15 pontos de água e a informação resultante de 103 análises químicas realizadas entre 15-01-2004 e 17-11-2008.

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 de oito parâmetros disponíveis e da sua comparação com as NQA e limiares referidos no Quadro 4.1. Regista-se a ausência de resultados para o Pb, Hg, PCE, TCE e pesticidas. A Figura 4.7 apresenta o mapa com a síntese da avaliação do estado químico da massa de águas subterrâneas de Estremoz - Cano, com base no **critério dos limiares ou das NQA**.

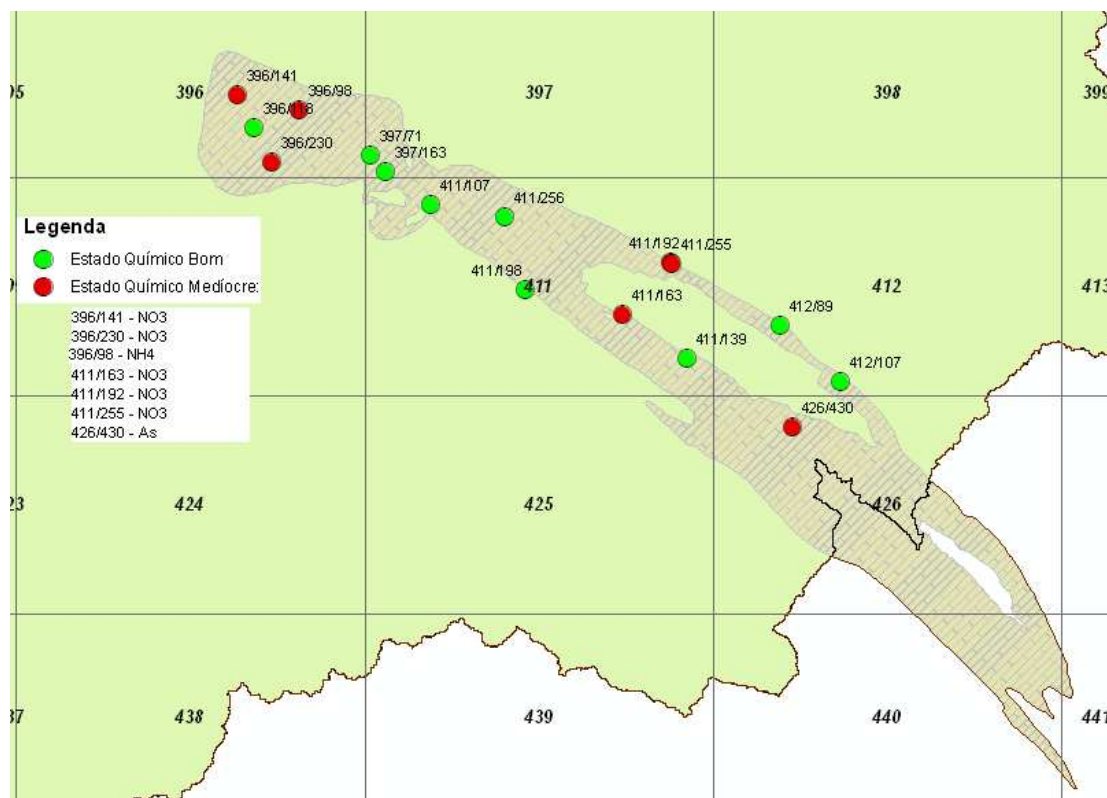


Figura 4.7 – Mapa do estado químico da massa de águas subterrâneas de Estremoz - Cano, de acordo com o esquema definido no Anexo VII, 2.5 do DL n.º 77/2006

Sete dos 15 pontos de água (46,6%) apresentam concentrações médias superiores à NQA ou aos limiares, sendo os elementos implicados o nitrito, o azoto amoniacal e o arsénio. 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.

Para a análise do **critério** relativo à percentagem da área ponderada da massa de água em que as normas de qualidade ambiental ou os **limiares** são **excedidos em 20%** (a utilizar para os parâmetros que excederem o limiar nalgum ponto), observa-se que cinco dos 14 pontos analisados (35,7%) apresentam-se em estado mediocre em resultado do valor médio de nitrito, independentemente de o valor médio do conjunto

de resultados da massa de água ser inferior à NQA de 50 mgNO₃/L (cf. Quadro 4.7). Os pontos 396/141, 396/230, 411/163 e 411/255 apresentam resultados acima da NQA para todas as análises químicas efectuadas ao parâmetro nitrato e o ponto 411/192 tem o valor médio também acima desta concentração. Além desse aspecto, em 14 dos 15 pontos de água e em 28,3% das análises registou-se, em pelo menos uma análise, valores de concentração superiores à NQA. Por este motivo considera-se que foi excedido o critério dos 20% de área afectada para o nitrato. Acresce que, no período analisado, o ião nitrato apresentou tendência significativa de subida.

O Quadro 4.7 apresenta uma síntese dos dados de base utilizados e das suas características estatísticas gerais para o conjunto da massa de água 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 4.7 – Síntese da informação utilizada para a avaliação do estado químico da massa de águas subterrâneas de Estremoz - Cano

| Parâmetro | Unidade | n.º análises | Valor | | | | | Análises > norma ou limiar* | |
|-------------------|------------------------|--------------|--------|--------|--------|---------|----------|-----------------------------|------|
| | | | Mínimo | Máximo | Média | Mediana | CL95 | n.º | % |
| CE | (µS/cm) | 90 | 582 | 1716,0 | 729,7 | 696,5 | 759,1 | 0 | 0 |
| pH | | 92 | 7 | 8,3 | 7,7 | 7,6 | 7,6; 7,7 | 0 | 0 |
| Nitratos | (mgNO ₃ /L) | 92 | <2 | 121,0 | 40,4 | 29,5 | 46,0 | 26 | 28,3 |
| Azoto amoniacal | (mgNH ₄ /L) | 82 | <0,04 | 3,60 | 0,3 | <0,04 | 0,4 | 1 | 1,2 |
| Sulfatos | (mgSO ₄ /L) | 92 | <2 | 76 | 19,3 | 18,5 | 21,7 | 0 | 0 |
| Cloretos | (mgCl/L) | 86 | 14 | 96 | 35,4 | 32,5 | 39,4 | 0 | 0 |
| Arsénio | (mgAs/L) | 3 | <0,001 | 0,020 | 0,017 | 0,013 | 0,043 | 2 | 66,7 |
| Chumbo | (mgPb/L) | 0 | - | - | - | - | - | - | - |
| Cádmio | (mgCd/L) | 3 | <0,001 | 0,0017 | 0,0017 | <0,001 | 0,0056 | 0 | 0 |
| Mercúrio | (mgHg/L) | 0 | - | - | - | - | - | - | - |
| Tricloroetileno | (µgTCE/L) | 0 | - | - | - | - | - | - | - |
| Tetracloroetileno | (µgPCE/L) | 0 | - | - | - | - | - | - | - |
| Pesticidas | (µg/L) | 0 | - | - | - | - | - | - | - |

O azoto amoniacal apenas surgiu acima da norma na única análise realizada no ponto 396/98, i.e. um ponto de 15 com análise (6,67%). Acresce que as outras 81 análises realizadas a este parâmetro nos restantes pontos apresentam valores médios inferiores à norma, pelo que a área afectada é considerada inferior a 20%.

Para o caso do arsénio apenas existe um ponto com três análises, sendo aí o valor médio superior ao limiar, pelo que o critério é excedido em 100% da área analisada.

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, julga-se ter a informação suficiente para considerar os dados de nitratos como fiáveis, pelo que há motivos para considerar a avaliação efectuada de confiança. Em relação ao arsénio, considera-se que a informação existente não é suficiente e é pouco representativa da massa de águas subterrâneas como um todo, pelo que a avaliação efectuada não é de confiança.

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 Estremoz

| Parâmetro | Critério do Limiar ou NQA | Critério da Percentagem de área | Critério de confiança | Observações |
|-------------------|---------------------------|---------------------------------|-----------------------|--|
| CE | Sim | - | - | - |
| pH | Sim | - | - | - |
| Nitratos | Não | Não | Não | 5 dos 14 (35,7%) pontos com análises apresentam média superior à NQA |
| Azoto amoniacal | Não | Sim | - | Apenas 1 dos 15 (6,7%) pontos com análises apresentam média superior ao limiar |
| Sulfatos | Sim | - | - | - |
| Cloretos | Sim | - | - | - |
| Arsénio | Não | Não | Sim | 1 de 1 (100%) ponto com análises apresenta média superior ao limiar, mas só há dados disponíveis para 1 dos 15 pontos analisados |
| Chumbo | - | - | - | - |
| Cádmio | Sim | - | - | - |
| Mercurio | - | - | - | - |
| Tricloroetileno | - | - | - | - |
| Tetracloroetileno | - | - | - | - |
| Pesticidas | - | - | - | - |

Já na análise efectuada para o primeiro plano de bacia (87 análises feitas em 58 captações) havia sido identificada a presença de nitratos como o único problema de qualidade com expressão, resultante da ocupação agrícola do solo. A presença de outros elementos de relevo, eventualmente identificados após o cruzamento de informação sobre a análise das pressões, será aprofundada no próximo relatório.

Em síntese, as características de qualidade das águas desta massa permitem avaliá-la em **estado global medíocre**, como resultado da média de nitratos ser superior à NQA abrangendo mais de 20% da área global da massa de água. Irão ser propostas

medidas no sentido de inverter o estado químico e a tendência estatisticamente significativa de subida deste parâmetro.

4.2.2.5 O01RH5 - Orla Ocidental Indiferenciado da Bacia do Tejo

Para a avaliação do estado químico desta massa de água foram utilizados os dados de três pontos de água com 29 análises químicas realizadas entre 22-03-2004 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 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 da Orla Ocidental Indiferenciado da Bacia do Tejo, com base no **critério dos limiares ou das NQA**.

Para os três pontos de água com informação, o único parâmetro cujos valores médios se apresentam acima do limiar definido é o azoto amoniacal, para o ponto 403/035. Em termos percentuais representa 33,3% dos pontos analisados, embora se reconheça que o universo é muito limitado. Neste ponto, e para o conjunto de sete análises efectuadas, é comum a presença daquele elemento de origem antropogénica, com concentrações que excedem os 0,5 mgNH₄/L em duas das oito análises realizadas.

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 4.10.

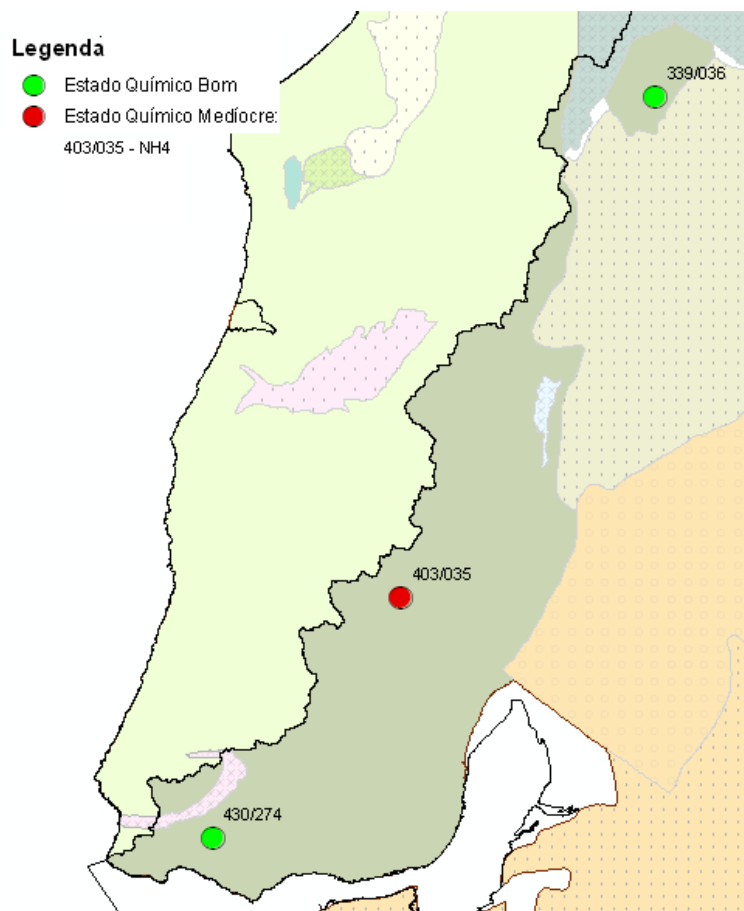


Figura 4.8 – Mapa do estado químico da massa de águas subterrâneas da Orla Ocidental Indiferenciado da Bacia do Tejo, de acordo com o esquema definido no Anexo VII, 2.5 do DL n.º 77/2006

Para a análise do **critério** relativo à percentagem da área ponderada da massa de água em que as normas de qualidade ambiental, ou o **limiar**, são **excedidos em 20%**, bem como para uma visão de conjunto das características globais desta massa, 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 4.9. 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%.

Quadro 4.9 – Síntese da informação utilizada para a avaliação do estado químico da massa de águas subterrâneas da Orla Ocidental Indiferenciado da Bacia do Tejo

| Parâmetro | Unidade | n.º análises | Valor | | | | | Análises > norma ou limiar* | |
|-------------------|------------------------|--------------|---------|---------|--------|---------|----------|-----------------------------|-----|
| | | | Mínimo | Máximo | Média | Mediana | CL95 | n.º | % |
| CE | (µS/cm) | 27 | 157 | 1800,0 | 665,9 | 796,0 | 838,4 | 0 | 0 |
| pH | | 27 | 5,9 | 8,3 | 7,3 | 7,7 | 6,9; 7,7 | 0 | 0 |
| Nitratos | (mgNO ₃ /L) | 7 | 2,9 | 28,0 | 13,0 | 9,5 | 21,9 | 0 | 0 |
| Azoto amoniacal | (mgNH ₄ /L) | 26 | <0,13 | 1,60 | 0,3 | <0,0225 | 0,5 | 2 | 7,7 |
| Sulfatos | (mgSO ₄ /L) | 24 | <10 | 144 | 80,4 | 60,0 | 101,1 | 0 | 0 |
| Cloretos | (mgCl/L) | 23 | 27,5 | 211 | 76,3 | 68,0 | 98,2 | 0 | 0 |
| Arsénio | (mgAs/L) | 12 | <0,001 | <0,001 | - | - | - | 0 | 0 |
| Chumbo | (mgPb/L) | 22 | <0,005 | 0,005 | 0,003 | <0,0015 | 0,004 | 0 | 0 |
| Cádmio | (mgCd/L) | 23 | <0,0001 | 0,0004 | 0,0003 | <0,0001 | 0,0003 | 0 | 0 |
| Mercúrio | (mgHg/L) | 12 | <0,0001 | <0,0001 | - | - | - | 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) | 3 | <0,206 | <0,288 | - | - | - | 0 | 0 |

* Consultar o Quadro 4.1. Para o pH também se avaliou se os valores são menores que o limiar inferior

O único parâmetro com valores médios acima do limiar, NH₄⁺, apresenta valores médios de 0,558 mgNH₄/L, pouco acima do limiar definido de 0,5 mgNH₄/L. Este ponto representa 1/3 (33,3%) dos pontos analisados. Contudo, atendendo a que em apenas 7,7% das análises efectuadas o valor se encontra acima do limiar e que a sua média é pouco superior àquele valor, além de se restringir a um só ponto, considera-se que os critérios de confiança não são atingidos, pelo que a massa de água deverá estar em estado químico bom. Para nenhum parâmetro foi detectada tendência estaticamente significativa de subida ou descida nas concentrações.

O Quadro 4.10 apresenta os resultados finais da avaliação efectuada.

Quadro 4.10 – Resultado da avaliação dos critérios do teste de avaliação global do estado químico da massa de águas subterrâneas da Orla Ocidental Indiferenciado da Bacia do Tejo

| Parâmetro | Critério do Limiar ou NQA | Critério da Percentagem de área | Critério de confiança | Observações |
|-------------------|---------------------------|---------------------------------|-----------------------|---|
| CE | Sim | - | - | - |
| pH | Sim | - | - | - |
| Nitratos | Sim | - | - | - |
| Azoto amoniacal | Não | Não | Sim | Apesar de 1 de 3 (33,3%) de pontos com análises apresentarem valor superior ao limiar, o valor é pouco superior, com apenas duas análises acima do limiar |
| Sulfatos | Sim | - | - | - |
| Cloretos | Sim | - | - | - |
| Arsénio | Sim | - | - | - |
| Chumbo | Sim | - | - | - |
| Cádmio | Sim | - | - | - |
| Mercurio | Sim | - | - | - |
| Tricloroetileno | Sim | - | - | - |
| Tetracloroetileno | Sim | - | - | - |
| Pesticidas | Sim | - | - | - |

Numa fase subsequente do plano ir-se-ão analisar os dados de qualidade relativamente a outros parâmetros que possam ter influência no estado químico, além dos obrigatórios definidos no Quadro 4.1. Incluir-se-ão aqueles directamente ligados às pressões.

Em síntese, as características de qualidade das águas desta massa permitem avaliá-la em **estado global bom**.

4.2.2.6 O9 - Penela – Tomar

Para a avaliação do estado químico desta massa de água foram utilizados os dados de apenas um ponto de água com oito análises químicas realizadas entre 10-05-2005 e 28-10-2008. Não há resultados nem de PCE nem de TCE.

De acordo com o esquema definido no Anexo VII, 2.5 do DL n.º 77/2006, a avaliação do estado químico foi efectuada apenas para esse ponto de monitorização, através do cálculo dos valores médios dos onze parâmetros disponíveis e da sua comparação com as normas de qualidade ambiental (NQA) e limiares referidos no Quadro 4.1. A Figura 4.9 apresenta o mapa com a síntese da avaliação do estado químico da massa de águas subterrâneas de Penela - Tomar, com base no **critério do limiares ou das NQA**.

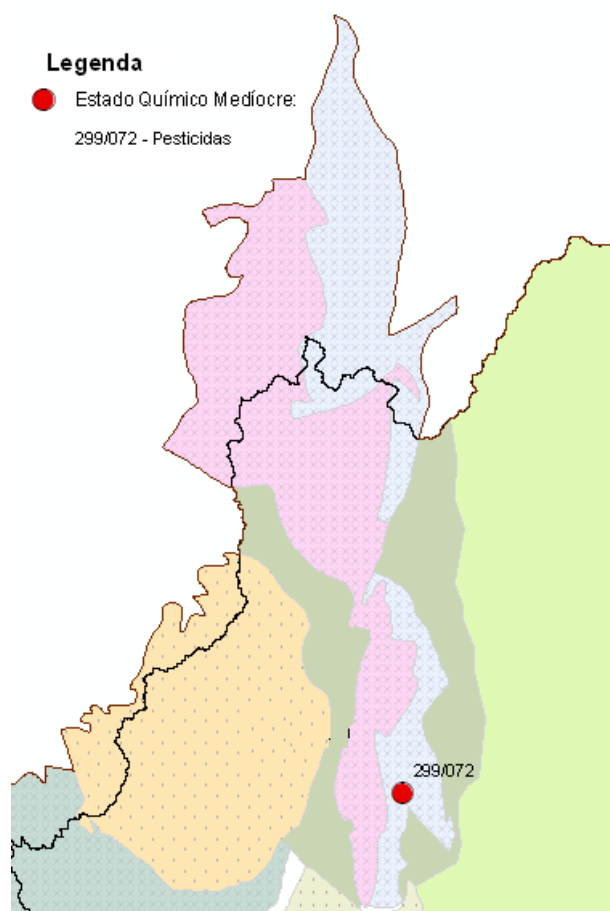


Figura 4.9 – Mapa do estado químico da massa de águas subterrâneas de Penela – Tomar, de acordo com o esquema definido no Anexo VII, 2.5 do DL n.º 77/2006

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.

Uma vez que apenas há um ponto de análise, não existem dados 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%**, considerando-se que representa 100% da massa. Em nenhum parâmetro foi detectada tendência estaticamente significativa de subida ou descida nas concentrações.

No Quadro 4.11 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.

Quadro 4.11 – Síntese da informação utilizada para a avaliação do estado químico da massa de águas subterrâneas de Penela – Tomar

| Parâmetro | Unidade | n.º análises | Valor | | | | | Análises > norma ou limiar* | |
|-------------------|------------------------|--------------|---------|---------|--------|---------|----------|-----------------------------|-----|
| | | | Mínimo | Máximo | Média | Mediana | CL95 | n.º | % |
| CE | (µS/cm) | 8 | 614 | 788,0 | 680,9 | 681,5 | 724,7 | 0 | 0 |
| pH | | 8 | 7,1 | 8,0 | 7,6 | 7,6 | 7,3; 7,9 | 0 | 0 |
| Nitratos | (mgNO ₃ /L) | 3 | 2,1 | 3,8 | 2,7 | 2,3 | 5,0 | 0 | 0 |
| Azoto amoniacal | (mgNH ₄ /L) | 8 | <0,13 | 0,13 | 0,1 | 0,0 | 0,1 | 0 | 0 |
| Sulfatos | (mgSO ₄ /L) | 8 | 40 | 130 | 68,9 | 64,0 | 91,7 | 0 | 0 |
| Cloretos | (mgCl/L) | 8 | 18 | 57 | 27,6 | 24,3 | 37,9 | 0 | 0 |
| Arsénio | (mgAs/L) | 7 | <0,001 | 0,004 | 0,004 | <0,001 | 0,005 | 0 | 0 |
| Chumbo | (mgPb/L) | 8 | <0,0015 | 0,004 | 0,002 | <0,0015 | 0,004 | 0 | 0 |
| Cádmio | (mgCd/L) | 8 | <0,0001 | 0,0001 | 0,0001 | <0,0001 | 0,0002 | 0 | 0 |
| Mercúrio | (mgHg/L) | 7 | <0,0001 | <0,0001 | - | - | - | 0 | 0 |
| Tricloroetileno | (µgTCE/L) | 0 | - | - | - | - | - | 0 | 0 |
| Tetracloroetileno | (µgPCE/L) | 0 | - | - | - | - | - | 0 | 0 |
| Pesticidas | (µg/L) | 1 | - | 0,14 | 0,14 | 0,14 | - | 1 | 100 |

* Consultar o Quadro 4.1. Para o pH também se avaliou se os valores são menores que o limiar inferior

Observou-se a presença de 0,14 µg/L alacloro na única análise efectuada em 2005 para um grupo de 18 pesticidas. Este resultado evidenciaria um possível processo de poluição difusa que não é corroborado pela presença de nitratos, cujo valor máximo de concentração registado foi de 3 mgNO₃/L. Desse modo, mesmo considerando que o critério passa os 20% de extensão, 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 não existir informação suficiente para declarar toda a massa de água em estado químico medíocre.

O Quadro 4.12 apresenta os resultados finais da avaliação efectuada.

Quadro 4.12 – Resultado da avaliação dos critérios do teste de avaliação global do estado químico da massa de águas subterrâneas de Penela – Tomar

| 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 | Sim | - | - | - |
| Chumbo | Sim | - | - | - |
| Cádmio | Sim | - | - | - |
| Mercurio | Sim | - | - | - |
| Tricloroetileno | Sim | - | - | - |
| Tetracloroetileno | Sim | - | - | - |
| Pesticidas | Não | Não | Sim | Não há informação suficiente com um só ponto de água e uma só análise de pesticidas, pelo que há incerteza analítica e incerteza devida à rede de monitorização |

Em síntese, com base nos escassos dados existentes, consideram-se as características de qualidade das águas desta massa em **estado químico bom**. Deverá ser alargada a rede de vigilância da qualidade e obtida informação sobre a concentração em TCE e PCE.

4.2.2.7 O11 - Sicó – Alvaiázere

Para a avaliação do estado químico desta massa de água foram utilizados os dados de três pontos de água e a informação resultante de 25 análises químicas realizadas entre 06-04-2004 e 16-12-2008. Nem em todas as campanhas foi analisado o conjunto dos 13 parâmetros utilizados para a avaliação do estado químico, embora todos os parâmetros químicos tenham sido analisados pelo menos uma vez em cada ponto de água.

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 um dos três pontos 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 Figura 4.10 apresenta o mapa com a síntese da avaliação do estado químico da massa de águas subterrâneas de Sicó – Alvaiázere, com base no **critério dos limiares ou das NQA**.

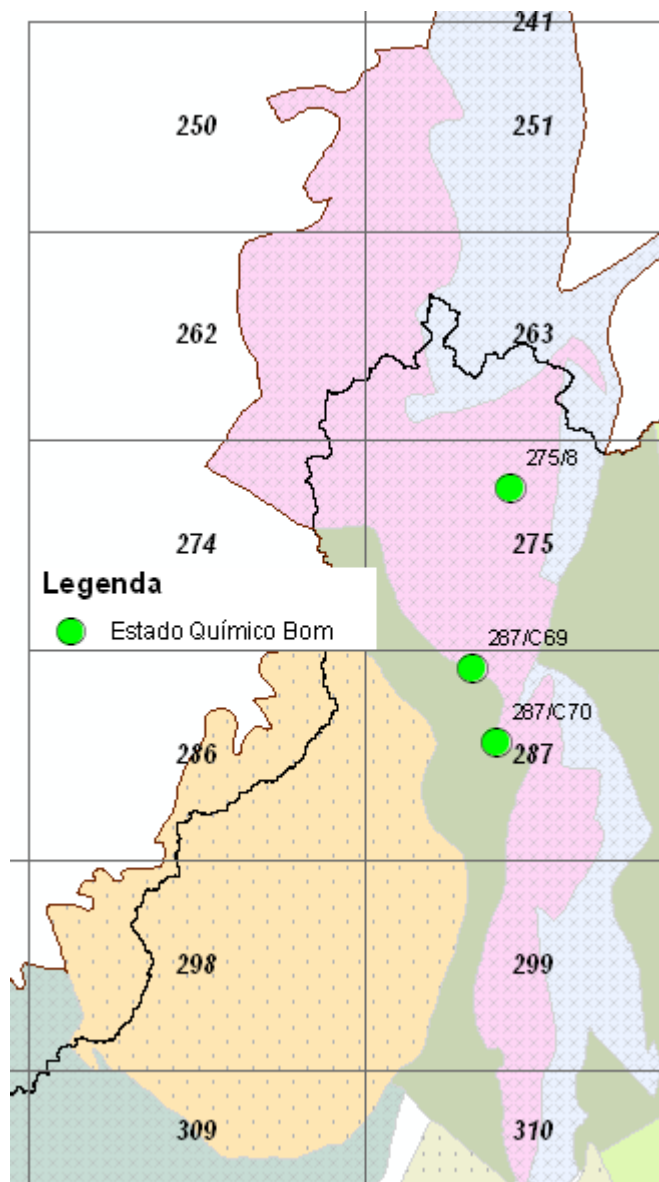


Figura 4.10 – Mapa do estado químico da massa de águas subterrâneas de Sicó – Alvaiázere, de acordo com o esquema definido no Anexo VII, 2.5 do DL n.º 77/2006

A comparação entre os resultados dos valores médios por ponto de monitorização e os apresentados no Quadro 4.1 permite concluir que nenhum dos três pontos apresenta valores médios que excedam as normas ou os limiares de qualidade das águas subterrâneas.

O Quadro 4.13 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 4.13 – Síntese da informação utilizada para a avaliação do estado químico da massa de águas subterrâneas de Sicó – Alvaiázere

| Parâmetro | Unidade | n.º análises | Valor | | | | | Análises > norma ou limiar* | |
|-------------------|------------------------|--------------|---------|---------|--------|----------|--------|-----------------------------|---|
| | | | Mínimo | Máximo | Média | Mediana | CL95 | n.º | % |
| CE | (µS/cm) | 25 | 241 | 740,0 | 519,9 | 559,0 | 569,3 | 0 | 0 |
| pH | | 25 | 6,2 | 7,6 | 7,1 | 7,2 | 7,3 | 0 | 0 |
| Nitratos | (mgNO ₃ /L) | 25 | 5,3 | 37,0 | 13,2 | 9,4 | 16,6 | 0 | 0 |
| Azoto amoniacal | (mgNH ₄ /L) | 10 | <0,2 | 0,22 | 0,2 | <0,2 | 0,3 | 0 | 0 |
| Sulfatos | (mgSO ₄ /L) | 25 | <20 | 150 | 57,4 | 44,0 | 74,5 | 0 | 0 |
| Cloretos | (mgCl/L) | 25 | 8 | 41 | 21,5 | 19,0 | 25,9 | 0 | 0 |
| Arsénio | (mgAs/L) | 2 | <0,005 | <0,005 | - | - | - | 0 | 0 |
| Chumbo | (mgPb/L) | 19 | <0,005 | 0,007 | 0,007 | <0,005 | 0,009 | 0 | 0 |
| Cádmio | (mgCd/L) | 19 | <0,0005 | 0,0007 | 0,0004 | <0,00025 | 0,0006 | 0 | 0 |
| Mercúrio | (mgHg/L) | 6 | <0,0003 | <0,0003 | - | - | - | 0 | 0 |
| Tricloroetileno | (µgTCE/L) | 6 | <0,5 | <0,5 | - | - | - | 0 | 0 |
| Tetracloroetileno | (µgPCE/L) | 6 | <0,5 | <0,5 | - | - | - | 0 | 0 |
| Pesticidas | (µg/L) | 6 | <0,95 | 0,07 | 0,05 | <0,675 | 0,5 | 0 | 0 |

Observa-se que, além de nenhum ponto apresentar valor médio superior às NQA ou aos limiares, também nenhuma análise química apresenta individualmente valores cima desses limites. Acresce que também em nenhum parâmetro foi detectada tendência estaticamente significativa de subida ou descida nas concentrações.

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 13 exigidos nesta primeira análise.

Em síntese, considera-se esta massa de água em **estado químico bom**. Deverá ser alargada a rede de vigilância da qualidade.

4.2.2.8 O15 - Ourém

Para a avaliação do estado químico desta massa de água foram utilizados os dados de cinco pontos de água e a informação resultante de 42 análises químicas realizadas entre 28-04-2004 e 28-10-2008.

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 dos treze parâmetros referidos no Quadro 4.1 e da sua comparação com as respectivas NQA e os limiares. A Figura 4.11 apresenta o mapa com a síntese da avaliação do estado químico da massa de águas subterrâneas de Ourém, com base no **critério dos limiares ou das NQA**.

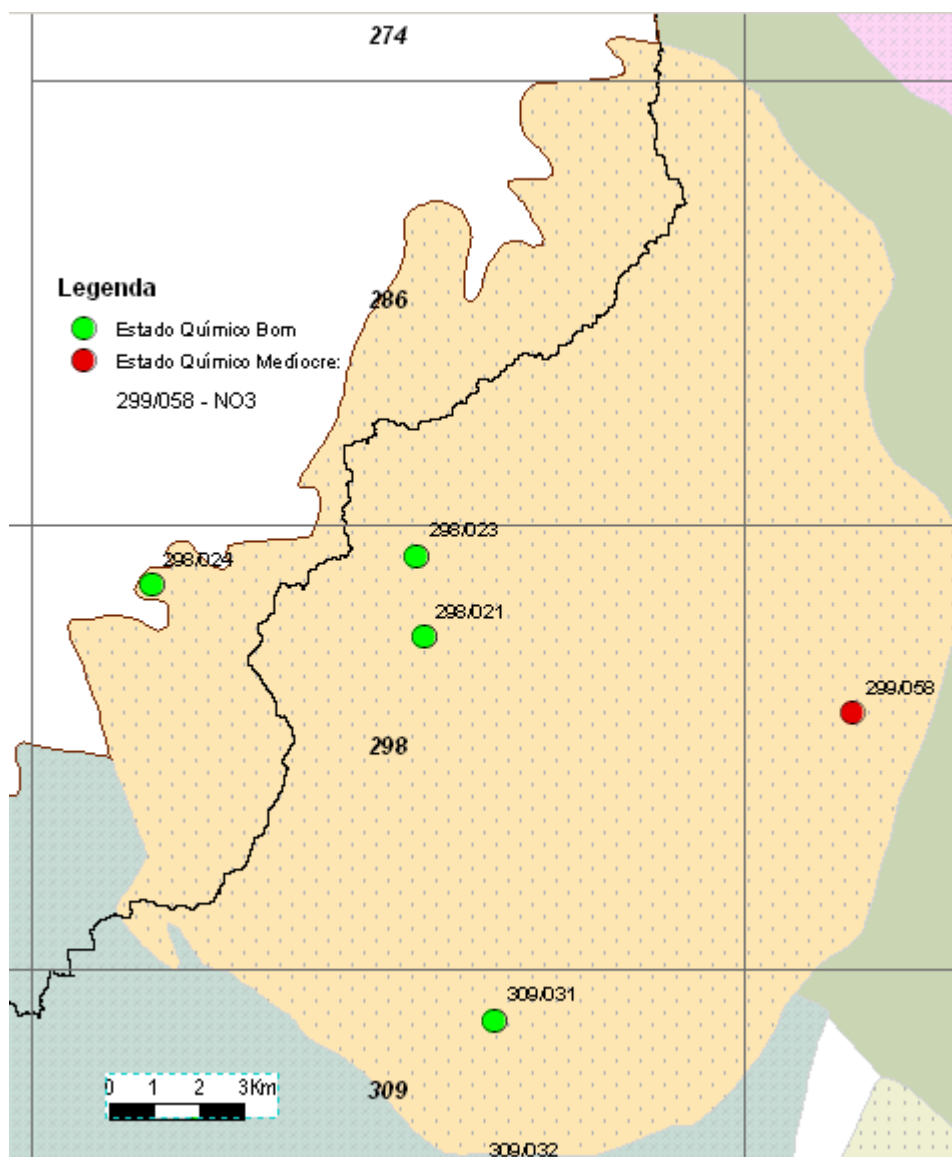


Figura 4.11 – Mapa do estado químico da massa de águas subterrâneas de Ourém, de acordo com o esquema definido no Anexo VII, 2.5 do DL n.º 77/2006

A comparação entre os resultados dos valores médios por ponto de monitorização e os apresentados no Quadro 4.1 permite concluir ser o ponto 299/058, dos cinco analisados, i.e. 20%, o que apresenta valores médios que excedem as normas de

qualidade para os nitratos, com o valor de 78 mgNO₃/L e todas as análises realizadas acima dos 50 mgNO₃/L.

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.

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, o NO₃⁻, não excede o critério de mais de 20% da área afectada. Apesar de ter sido observada tendência estatisticamente significativa de subida para os parâmetros azoto amoniacal e condutividade eléctrica, ainda que abaixo de 75% da NQA, estas tendências não tiveram reflexo na evolução dos teores em nutrientes.

O Quadro 4.14 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 de Ourém

| Parâmetro | Unidade | n.º análises | Valor | | | | | Análises > norma ou limiar* | |
|-------------------|------------------------|--------------|---------|---------|--------|---------|----------|-----------------------------|------|
| | | | Mínimo | Máximo | Média | Mediana | CL95 | n.º | % |
| CE | (µS/cm) | 42 | 55,9 | 525,0 | 186,4 | 159,5 | 223,7 | 0 | 0 |
| pH | | 42 | 5,2 | 8,2 | 6,3 | 6,3 | 6,1; 6,5 | 3 | 7 |
| Nitratos | (mgNO ₃ /L) | 9 | 2,2 | 116,0 | 33,4 | 15,0 | 62,9 | 3 | 33,3 |
| Azoto amoniacal | (mgNH ₄ /L) | 42 | <0,13 | 0,09 | 0,0 | <0,025 | 0,1 | 0 | 0 |
| Sulfatos | (mgSO ₄ /L) | 39 | <10 | 64 | 18,4 | 10,0 | 24,3 | 0 | 0 |
| Cloretos | (mgCl/L) | 40 | <20 | 53 | 24,1 | 21,5 | 28,6 | 0 | 0 |
| Arsénio | (mgAs/L) | 30 | <0,001 | <0,001 | - | - | - | 0 | 0 |
| Chumbo | (mgPb/L) | 39 | <0,0081 | 0,003 | 0,002 | <0,0015 | 0,003 | 0 | 0 |
| Cádmio | (mgCd/L) | 39 | <0,0001 | 0,0003 | 0,0002 | <0,0001 | 0,0002 | 0 | 0 |
| Mercúrio | (mgHg/L) | 30 | <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) | 7 | <0,206 | <0,296 | - | - | - | 0 | 0 |

* Consultar o Quadro 4.1. Para o pH também se avaliou se os valores são menores que o limiar inferior

Na análise do Quadro 4.14 pode verificar-se que os valores da média e mediana de nitratos são baixos. Surgem apenas num ponto, apresentando valores baixos nos restantes pontos de monitorização. Também na análise efectuada no plano anterior, anteriores ao ano 2000 (62 análises relativas a 48 captações) se salienta a geral baixa concentração em nitratos. Importa que haja uma nova avaliação numa nova rede de monitorização cuja representatividade seja superior integrando mais informação da área da massa de água com nitratos em concentrações superiores.

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 de Ourém

| Parâmetro | Critério do Limiar ou NQA | Critério da Percentagem de área | Critério de confiança | Observações |
|-------------------|---------------------------|---------------------------------|-----------------------|--|
| CE | Sim | - | - | - |
| pH | Sim | - | - | - |
| Nitratos | Não | Sim | - | Apenas 1 de 5 pontos (20%) com análises apresenta média superior à NQA |
| Azoto amoniacal | Sim | - | - | - |
| Sulfatos | Sim | - | - | - |
| Cloretos | Sim | - | - | - |
| Arsénio | Sim | - | - | - |
| Chumbo | Sim | - | - | - |
| Cádmio | Sim | - | - | - |
| Mercurio | Sim | - | - | - |
| Tricloroetileno | Sim | - | - | - |
| Tetracloroetileno | Sim | - | - | - |
| Pesticidas | Sim | - | - | - |

Em síntese, consideram-se as águas desta massa em **estado químico bom**. Deverá ser alargada a rede de vigilância da qualidade.

4.2.2.9 O20 - Maciço Calcário Estremenho

Para a avaliação do estado químico desta massa de água foram utilizados os dados de 16 pontos de água e a informação resultante de 150 análises químicas realizadas entre 13-01-2004 e 03-12-2008.

A Figura 4.12 apresenta o mapa com a síntese da avaliação do estado químico da massa de águas subterrâneas do Maciço Calcário Estremenho, com base no **critério dos limiares ou das NQA**, efectuada 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 normas de qualidade ambiental (NQA) e limiares referidos no Quadro 4.1.

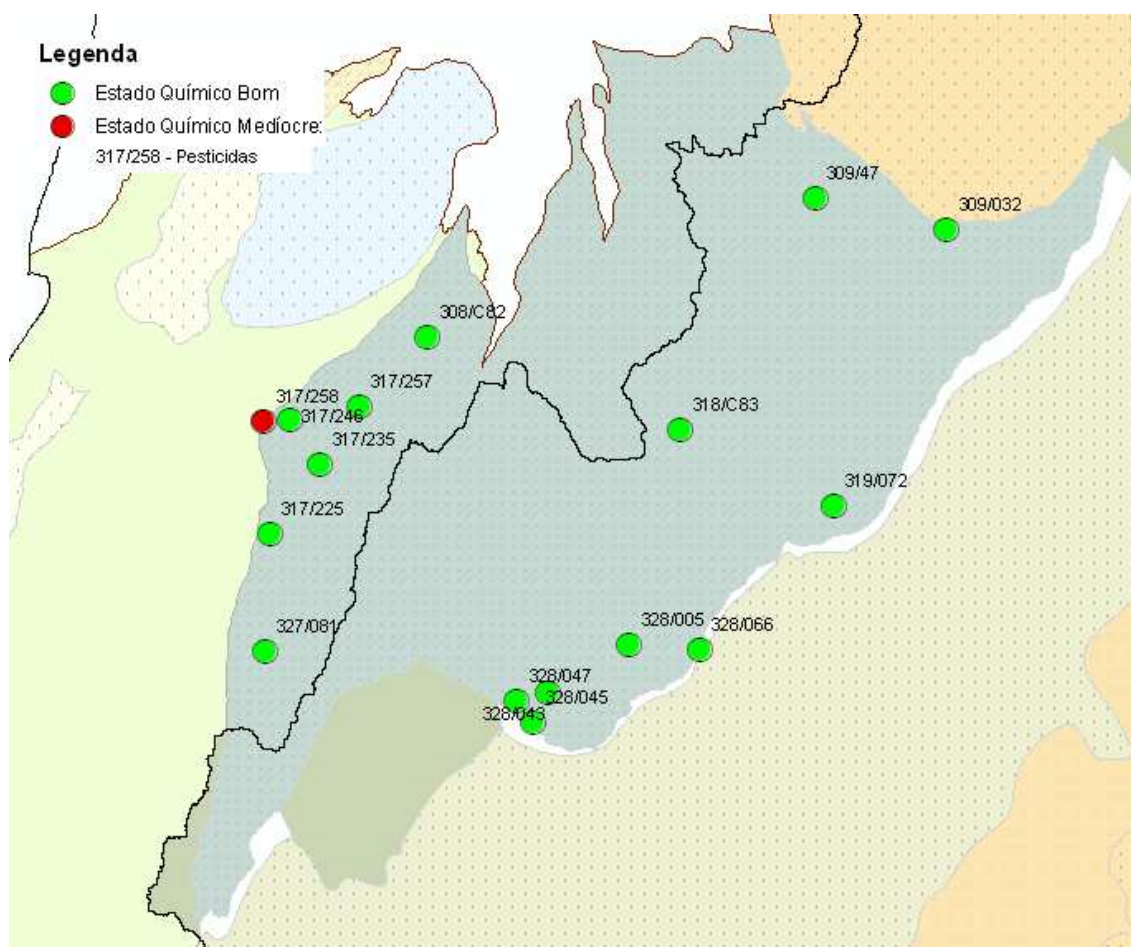


Figura 4.12 – Mapa do estado químico da massa de águas subterrâneas do Maciço Calcário Estremenho, de acordo com o esquema definido no Anexo VII, 2.5 do DL n.º 77/2006

Dos 16 pontos de monitorização da rede foram realizadas análises químicas de pesticidas em 15 pontos, encontrando-se o valor médio acima da norma num dos pontos (6,7% dos pontos).

Os resultados da avaliação dos critérios do teste de avaliação global do estado químico, por elemento de qualidade, desta massa de água subterrânea são apresentados na segunda coluna do Quadro 4.17.

O Quadro 4.16 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 4.16 – Síntese da informação utilizada para a avaliação do estado químico da massa de águas subterrâneas do Maciço Calcário Estremenho

| Parâmetro | Unidade | n.º análises | Valor | | | | | Análises > norma ou limiar* | |
|-------------------|------------------------|--------------|---------|---------|--------|---------|----------|-----------------------------|-----|
| | | | Mínimo | Máximo | Média | Mediana | CL95 | n.º | % |
| CE | (µS/cm) | 132 | 100 | 931,0 | 581,3 | 640,0 | 615,7 | 0 | 0 |
| pH | | 134 | 5,7 | 8,3 | 7,3 | 7,3 | 7,2; 7,4 | 0 | 0 |
| Nitratos | (mgNO ₃ /L) | 43 | 2 | 61,0 | 16,7 | 13,0 | 20,8 | 1 | 2,3 |
| Azoto amoniacal | (mgNH ₄ /L) | 134 | <0,2 | 0,28 | 0,1 | <0,025 | 0,1 | 0 | 0 |
| Sulfatos | (mgSO ₄ /L) | 115 | <20 | 92 | 27,1 | 12,0 | 32,0 | 0 | 0 |
| Cloretos | (mgCl/L) | 130 | <20 | 160 | 41,2 | 34,5 | 46,1 | 0 | 0 |
| Arsénio | (mgAs/L) | 73 | <0,01 | 0,004 | 0,002 | <0,001 | 0,003 | 0 | 0 |
| Chumbo | (mgPb/L) | 113 | <0,005 | 0,008 | 0,003 | <0,0015 | 0,004 | 0 | 0 |
| Cádmio | (mgCd/L) | 117 | <0,001 | 0,0009 | 0,0003 | <0,0001 | 0,0004 | 0 | 0 |
| Mercúrio | (mgHg/L) | 74 | <0,0001 | <0,0003 | - | - | - | 0 | 0 |
| Tricloroetileno | (µgTCE/L) | 24 | <0,2 | <0,5 | - | - | - | 0 | 0 |
| Tetracloroetileno | (µgPCE/L) | 24 | <0,3 | <0,5 | - | - | - | 0 | 0 |
| Pesticidas | (µg/L) | 24 | <0,95 | 0,12 | 0,12 | <0,288 | 0,22 | 1 | 4,2 |

O único ponto de monitorização onde aparecem pesticidas acima do valor médio da NQA é o 317/258. Esta análise positiva é uma só, de duas realizadas naquele ponto e corresponde à presença de molinato. Para as restantes 22 análises de pesticidas, efectuadas para os outros pontos de monitorização, este parâmetro esteve abaixo do limite de detecção, embora a soma dos limites de detecção seja superior à NQA para os pesticidas (um dos motivos pelos quais a média não foi efectuada tendo em conta os limites de detecção) e tenha havido historicamente presença de pesticidas em diferentes pontos e datas. No período analisado foi detectada tendência estatisticamente significativa de descida no valor da condutividade eléctrica, ainda que não tenha sido detectado comportamento semelhante em nenhum dos restantes parâmetros. Este comportamento deverá ser acompanhado no futuro a fim de verificar se se tratou do reflexo de um fenómeno natural, ou de um falso positivo estatístico.

Do exposto, e para a análise do **critério** relativo à percentagem da área ponderada em que as normas de qualidade ambiental ou os **limiaries** são ou não **excedidos** numa massa de água subterrânea **em 20%**, conclui-se que não há parâmetros que sejam excedidos em mais de 20% dos pontos.

O Quadro 4.17 apresenta os resultados finais da avaliação efectuada.

Quadro 4.17 – Resultado da avaliação dos critérios do teste de avaliação global do estado químico da massa de águas subterrâneas do Maciço Calcário Estremenho

| 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 | Sim | - | - | - |
| Chumbo | Sim | - | - | - |
| Cádmio | Sim | - | - | - |
| Mercurio | Sim | - | - | - |
| Tricloroetileno | Sim | - | - | - |
| Tetracloroetileno | Sim | - | - | - |
| Pesticidas | Não | Sim | - | Apenas 1 dos 15 pontos com análises (6,7%) apresentam média superior à NQA |

Em síntese, as águas do Maciço Calcário Estremenho apresentam **estado químico bom**. Deverá ser adequada a rede de vigilância da qualidade.

4.2.2.10 O26 – Ota - Alenquer

Para a avaliação do estado químico desta massa de água foram utilizados os dados de dois pontos de água e a informação resultante de 21 análises químicas realizadas entre 15-03-2004 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 os dois pontos 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 Figura 4.13 apresenta o mapa com a síntese da avaliação do estado químico da massa de águas subterrâneas de Ota - Alenquer, com base no **critério dos limiares ou das NQA**.

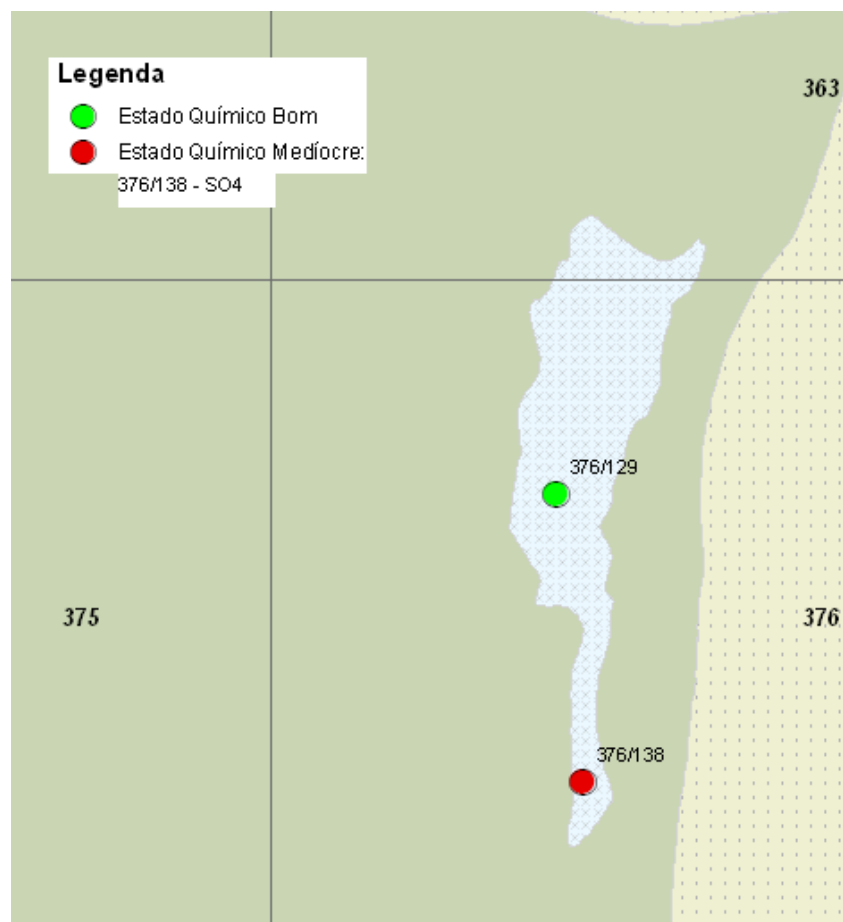


Figura 4.13 – Mapa do estado químico da massa de águas subterrâneas de Ota - Alenquer, de acordo com o esquema definido no Anexo VII, 2.5 do DL n.º 77/2006

A comparação entre os resultados dos valores médios por ponto de monitorização e os apresentados no Quadro 4.1 permite concluir que um dos pontos de monitorização apresenta valores médios de sulfatos que excedem os limiares de qualidade das águas subterrâneas.

Nesta massa de água verifica-se que a percentagem da área ponderada em que o **limiar** de sulfatos é **excedido é superior a 20%**. 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 4.18. 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 4.18 – Síntese da informação utilizada para a avaliação do estado químico da massa de águas subterrâneas de Ota – Alenquer

| Parâmetro | Unidade | n.º análises | Valor | | | | | Análises > norma ou limiar* | |
|-------------------|------------------------|--------------|---------|---------|--------|---------|----------|-----------------------------|------|
| | | | Mínimo | Máximo | Média | Mediana | CL95 | n.º | % |
| CE | (µS/cm) | 19 | 502 | 5400,0 | 1046,7 | 530,0 | 1584,2 | 1 | 5,3 |
| pH | | 19 | 6,8 | 7,9 | 7,4 | 7,4 | 7,2; 7,6 | 0 | 0 |
| Nitratos | (mgNO ₃ /L) | 2 | 3 | 10,0 | 6,5 | 6,5 | - | 0 | 0 |
| Azoto amoniacal | (mgNH ₄ /L) | 19 | <0,13 | 0,45 | 0,1 | <0,025 | 0,2 | 0 | 0 |
| Sulfatos | (mgSO ₄ /L) | 17 | 16 | 2600 | 208,9 | 31,0 | 528,2 | 2 | 11,8 |
| Cloretos | (mgCl/L) | 15 | 30,9 | 227 | 102,9 | 35,0 | 147,6 | 0 | 0 |
| Arsénio | (mgAs/L) | 11 | <0,001 | <0,001 | - | - | - | 0 | 0 |
| Chumbo | (mgPb/L) | 17 | <0,005 | 0,002 | 0,002 | <0,0015 | 0,002 | 0 | 0 |
| Cádmio | (mgCd/L) | 17 | <0,0001 | <0,0001 | - | - | - | 0 | 0 |
| Mercúrio | (mgHg/L) | 11 | <0,0001 | 0,0001 | 0,0001 | <0,0001 | 0,0001 | 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) | 3 | <0,198 | <0,288 | - | - | - | 0 | 0 |

Das oito análises efectuadas ao sulfato para o ponto 376/138, o limiar de 250 mgSO₄/L apenas foi ultrapassado numa análise, com 2600 mgSO₄/L, o que tornou o seu valor médio elevado. Nessa ocasião, a 14-04-2008, também se registaram valores muito elevados de CE e baixos valores de oxigénio dissolvido 0,2 mg/L. Este ponto representa, para todos os efeitos 50% dos pontos analisados, pelo que se considera que não passa o critério dos 20% de área afectada. No período em análise foi detectada tendência estatisticamente significativa de subida nos valores de pH, tendo sido atingido o valor máximo de 7,9. A evolução deste parâmetro deverá ser acompanhada no futuro.

Contudo, 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 que há incerteza analítica sobre a única análise em que os SO₄²⁺ são claramente ultrapassados (há outra análise no ponto 376/129 com 340 mgSO₄/L) para considerar os dados como fiáveis, pelo que não há dados que conduzam a declarar toda a massa de água em estado medíocre em função daquela concentração.

O Quadro 4.19 apresenta os resultados finais da avaliação efectuada.

Quadro 4.19 – Resultado da avaliação dos critérios do teste de avaliação global do estado químico da massa de águas subterrâneas de Ota – Alenquer

| 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 | Não | Não | Sim | Apenas 1 de 2 pontos com análises (50%) apresentam média superior ao limiar e em 2 análises de 17 (11,8%) se observam concentrações superiores ao limiar |
| Cloretos | Sim | - | - | - |
| Arsénio | Sim | - | - | - |
| Chumbo | Sim | - | - | - |
| Cádmio | Sim | - | - | - |
| Mercurio | Sim | - | - | - |
| Tricloroetileno | Sim | - | - | - |
| Tetracloroetileno | Sim | - | - | - |
| Pesticidas | Sim | - | - | - |

Em síntese, as águas desta massa podem ser consideradas em **bom estado químico**. Deverá ser alargada a rede de vigilância da qualidade.

4.2.2.11 O28 - Pizões - Atrozela

Para a avaliação do estado químico desta massa de água foram utilizados os dados de apenas dois pontos de água, muito próximos entre si, e a informação resultante da análise de 13 elementos químicos obtida entre 29-03-2004 e 17-09-2007. Apesar de todos os parâmetros terem sido analisados, pelo menos uma vez, raras são as campanhas em que foi analisado o conjunto dos 13 parâmetros utilizados para a avaliação do estado químico.

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 4.14 apresenta o mapa com a síntese da avaliação do estado químico da massa de águas subterrâneas de Pizões - Atrozela, com base no **critério dos limiares ou das NQA**.

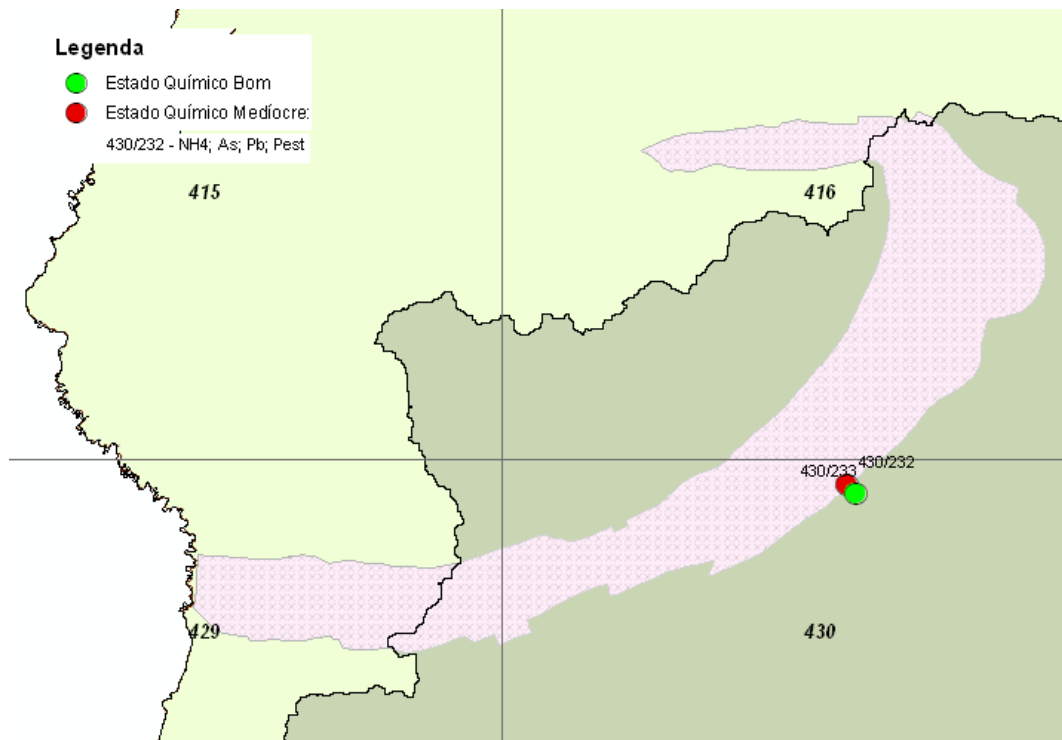


Figura 4.14 – Mapa do estado químico da massa de águas subterrâneas de Pisões - Atrozela, de acordo com o esquema definido no Anexo VII, 2.5 do DL n.º 77/2006

A comparação entre os resultados dos valores médios por ponto de monitorização e os apresentados no Quadro 4.1 permite concluir que há um ponto de monitorização, dos dois analisados (i.e. 50% dos pontos), que apresenta valores médios que excedem as normas de qualidade para diversos parâmetros.

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 4.21.

O Quadro 4.20 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 4.20 – Síntese da informação utilizada para a avaliação do estado químico da massa de águas subterrâneas de Pisões – Atrozela

| Parâmetro | Unidade | n.º análises | Valor | | | | | Análises > norma ou limiar* | |
|-------------------|------------------------|--------------|---------|---------|--------|---------|----------|-----------------------------|------|
| | | | Mínimo | Máximo | Média | Mediana | CL95 | n.º | % |
| CE | (µS/cm) | 12 | 286 | 1205,0 | 815,7 | 927,5 | 1004,8 | 0 | 0 |
| pH | | 12 | 6,8 | 8,1 | 7,4 | 7,4 | 7,1; 7,7 | 0 | 0 |
| Nitratos | (mgNO ₃ /L) | 2 | 0,94 | 35,0 | 18,0 | 18,0 | - | 0 | 0 |
| Azoto amoniacal | (mgNH ₄ /L) | 12 | <0,03 | 1,20 | 0,7 | 0,6 | 1,0 | 7 | 58,3 |
| Sulfatos | (mgSO ₄ /L) | 11 | 12 | 55 | 33,0 | 31,0 | 43,1 | 0 | 0 |
| Cloretos | (mgCl/L) | 10 | 23 | 144 | 82,9 | 97,5 | 117,3 | 0 | 0 |
| Arsénio | (mgAs/L) | 4 | <0,001 | 0,025 | 0,019 | 0,017 | 0,037 | 3 | 75 |
| Chumbo | (mgPb/L) | 10 | <0,0015 | 0,063 | 0,016 | 0,000 | 0,030 | 1 | 10 |
| Cádmio | (mgCd/L) | 11 | <0,0001 | 0,0004 | 0,0003 | <0,0001 | 0,0004 | 0 | 0 |
| Mercúrio | (mgHg/L) | 4 | <0,0001 | <0,0001 | - | - | - | 0 | 0 |
| Tricloroetileno | (µgTCE/L) | 1 | <0,2 | <0,2 | - | - | - | 0 | 0 |
| Tetracloroetileno | (µgPCE/L) | 1 | <0,3 | <0,3 | - | - | - | 0 | 0 |
| Pesticidas | (µg/L) | 1 | 110 | 110,38 | 110,38 | 110,38 | - | 1 | 100 |

* Consultar o Quadro 4.1. Para o pH também se avaliou se os valores são menores que o limiar inferior

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%**, observa-se que as médias dos elementos azoto amoniacal e o chumbo excedem os limiares ou as NQA em 50% dos pontos (1 de 2 pontos com análises) e que os pesticidas e o arsénio em 100% dos casos (1 de 1 ponto com análises).

Pese embora a proximidade entre os dois pontos de monitorização, as suas águas apresentam características muito distintas. O ponto 430/233 está em estado bom; o ponto 430/232 apresenta problemas de qualidade para diversos parâmetros designadamente pesticidas, arsénio, chumbo e azoto amoniacal. Embora haja uma só análise no período de 2004-2008 para os pesticidas, os resultados existentes para outras amostras analisadas desde 2000 confirmam a presença de molinato em elevadas concentrações, sempre que foi realizada uma análise (cinco ocasiões). A concentração em azoto amoniacal apresenta valores acima de 0,5 mgNH₄/L em todas as amostras, o arsénio está acima do limiar para grande parte dos resultados e o chumbo, apesar de só se encontrar acima do limiar numa amostra, os seus valores

estão sempre acima do limite de detecção e próximos desse limiar. Não foi detectada tendência estatisticamente significativa de subida ou descida no valor dos parâmetros.

Assim, 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 a avaliação efectuada de confiança.

O Quadro 4.28 apresenta os resultados finais da avaliação efectuada.

Quadro 4.21 – Resultado da avaliação dos critérios do teste de avaliação global do estado químico da massa de águas subterrâneas de Pisões – Atrozela

| Parâmetro | Critério do Limiar ou NQA | Critério da Percentagem de área | Critério de confiança | Observações |
|-------------------|---------------------------|---------------------------------|-----------------------|--|
| CE | Sim | - | - | - |
| pH | Sim | - | - | - |
| Nitratos | Sim | - | - | - |
| Azoto amoniacal | Não | Não | Não | 50% (1 de 2) pontos apresentam valor médio superior ao limiar e 58,3% das amostras estão acima do limiar |
| Sulfatos | Sim | - | - | - |
| Cloretos | Sim | - | - | - |
| Arsénio | Não | Não | Não | 50% (1 de 2) pontos apresentam valor médio superior ao limiar e 75% das amostras estão acima do limiar |
| Chumbo | Não | Não | Não | 50% (1 de 2) pontos apresentam valor médio superior ao limiar e diversas amostras estão perto do limiar |
| Cádmio | Sim | - | - | - |
| Mercúrio | Sim | - | - | - |
| Tricloroetileno | Sim | - | - | - |
| Tetracloroetileno | Sim | - | - | - |
| Pesticidas | Não | Não | Não | 50% (1 de 2) pontos apresentam valor médio superior ao limiar e há o historial de poluição de pesticidas |

A presença de outros elementos eventualmente identificados será aprofundada no próximo relatório, após o cruzamento de informação sobre a análise das pressões e de tendências e após o alargamento da rede de forma a ser mais representativa.

Em síntese, as características de qualidade das águas desta massa permitem avaliá-la em **estado químico global medíocre**.

4.2.2.12 T01RH5 - Bacia do Tejo - Sado Indiferenciado da Bacia do Tejo

Para a avaliação do estado químico desta massa de água foram utilizados os dados de quatro pontos de água e a informação resultante de 34 análises químicas realizadas num período entre 16-02-2004 e 03-12-2008.

A Figura 4.15 apresenta um mapa com a síntese do estado químico da massa de águas subterrâneas da Bacia do Tejo - Sado Indiferenciado da Bacia do Tejo, 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, a avaliação do estado químico foi efectuada, para cada ponto de monitorização, através do cálculo dos valores médios dos parâmetros com mais do que uma análise e da sua comparação com as normas de qualidade ambiental (NQA) e limiares referidos no Quadro 4.1.

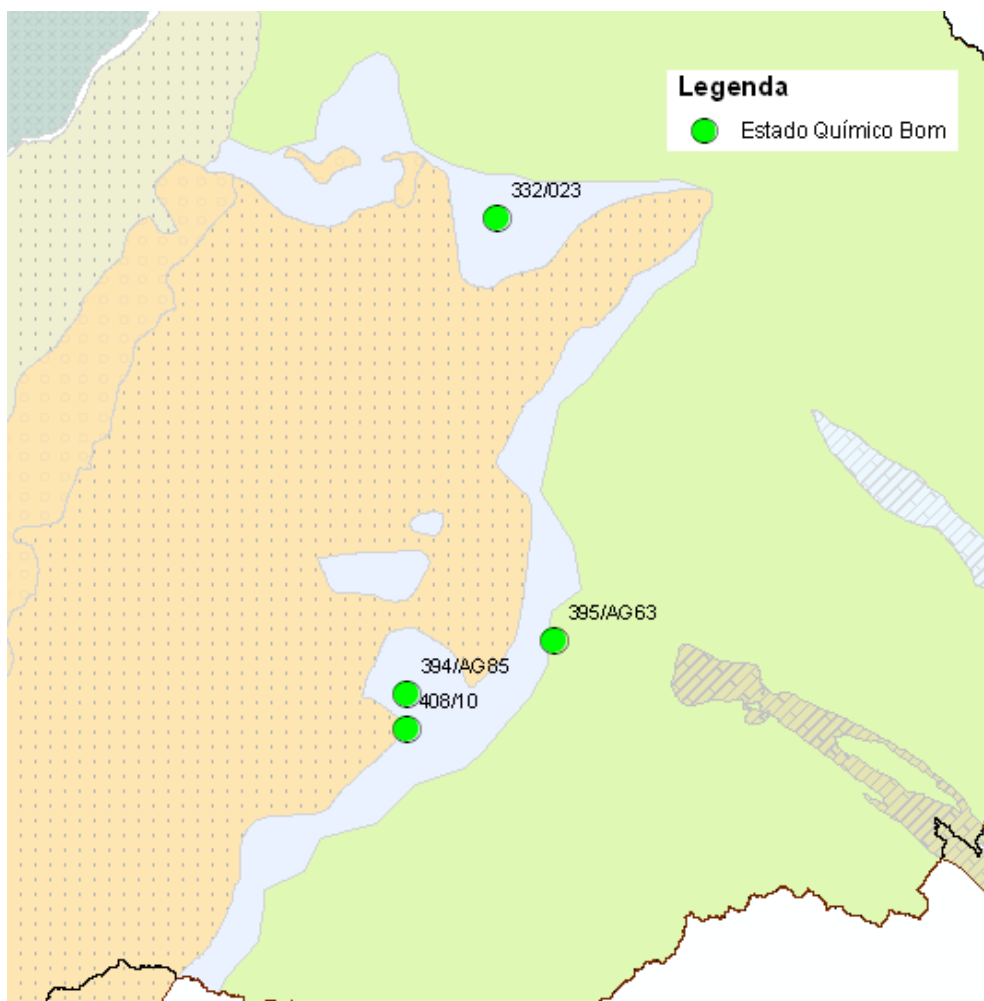


Figura 4.15 – Mapa do estado químico da massa de águas subterrâneas da Bacia do Tejo - Sado Indiferenciado da Bacia do Tejo, de acordo com o esquema definido no Anexo VII, 2.5 do DL n.º 77/2006

A análise da Figura 4.15 permite concluir que nenhum dos pontos de monitorização apresenta valores médios que excedam as NQA ou os limiares de qualidade das águas subterrâneas.

No Quadro 4.20 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 4.22 – Síntese da informação utilizada para a avaliação do estado químico da massa de águas subterrâneas da Bacia do Tejo - Sado Indiferenciado da Bacia do Tejo

| Parâmetro | Unidade | n.º análises | Valor | | | | | Análises > norma ou limiar* | |
|-------------------|------------------------|--------------|---------|---------|--------|---------|----------|-----------------------------|---|
| | | | Mínimo | Máximo | Média | Mediana | CL95 | n.º | % |
| CE | (µS/cm) | 20 | 246 | 782,0 | 583,0 | 587,0 | 650,2 | 0 | 0 |
| pH | | 31 | 6,2 | 7,6 | 6,9 | 6,9 | 6,8; 7,1 | 0 | 0 |
| Nitratos | (mgNO ₃ /L) | 13 | 19,6 | 44,0 | 35,4 | 41,0 | 41,3 | 0 | 0 |
| Azoto amoniacal | (mgNH ₄ /L) | 18 | <0,13 | 0,04 | 0,0 | <0,035 | 0,0 | 0 | 0 |
| Sulfatos | (mgSO ₄ /L) | 18 | <11 | 29 | 24,6 | 16,5 | 33,6 | 0 | 0 |
| Cloretos | (mgCl/L) | 24 | 23 | 125 | 61,4 | 39,3 | 77,4 | 0 | 0 |
| Arsénio | (mgAs/L) | 4 | <0,001 | 0,007 | 0,007 | 0,007 | 0,013 | 0 | 0 |
| Chumbo | (mgPb/L) | 9 | <0,005 | <0,0015 | - | - | - | 0 | 0 |
| Cádmio | (mgCd/L) | 9 | <0,0001 | 0,0003 | 0,0003 | <0,0001 | 0,0004 | 0 | 0 |
| Mercúrio | (mgHg/L) | 5 | <0,0001 | <0,0001 | - | - | - | 0 | 0 |
| Tricloroetileno | (µgTCE/L) | 1 | <0,2 | <0,2 | - | - | - | 0 | 0 |
| Tetracloroetileno | (µgPCE/L) | 1 | <0,3 | <0,3 | - | - | - | 0 | 0 |
| Pesticidas | (µg/L) | 1 | <0,288 | <0,288 | - | - | - | 0 | 0 |

De referir que as concentrações em nitratos aproximam-se em muitos pontos dos 50 mgNO₃/L. Os dados disponíveis sobre a qualidade das águas subterrâneas antes de 2000 (29 análises químicas realizadas em 26 furos) mostravam que havia pontos com análises acima da norma. Contudo, para este e os outros elementos analisados, não há registo de qualquer análise com concentrações acima das NQA ou limiares (Quadro 4.22). Nesta massa de água foi detectada tendência estatisticamente significativa de subida nos valores de azoto amoniacal e pH, sem que no entanto se tenham reflectido ainda num comportamento semelhante nos restantes parâmetros. Em nenhum destes dois parâmetros foi atingido 75% do valor do limiar.

Em síntese, com base nos dados disponíveis, esta massa de águas subterrâneas apresenta-se em **estado químico bom**. Após o cruzamento da informação sobre a

análise das pressões e a adequação da rede de vigilância poderá ser justificada uma reapreciação.

4.2.2.13 T1 - Bacia do Tejo-Sado /Margem Direita

Para a avaliação do estado químico desta massa de água foram utilizados os dados de 35 pontos de água e a informação resultante de 739 análises químicas realizadas num período entre 22-01-2004 e 17-12-2008.

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 4.16 apresenta o mapa com a síntese da avaliação do estado químico da massa de águas subterrâneas da Bacia do Tejo-Sado /Margem Direita, com base no **critério dos limiares ou das NQA**.

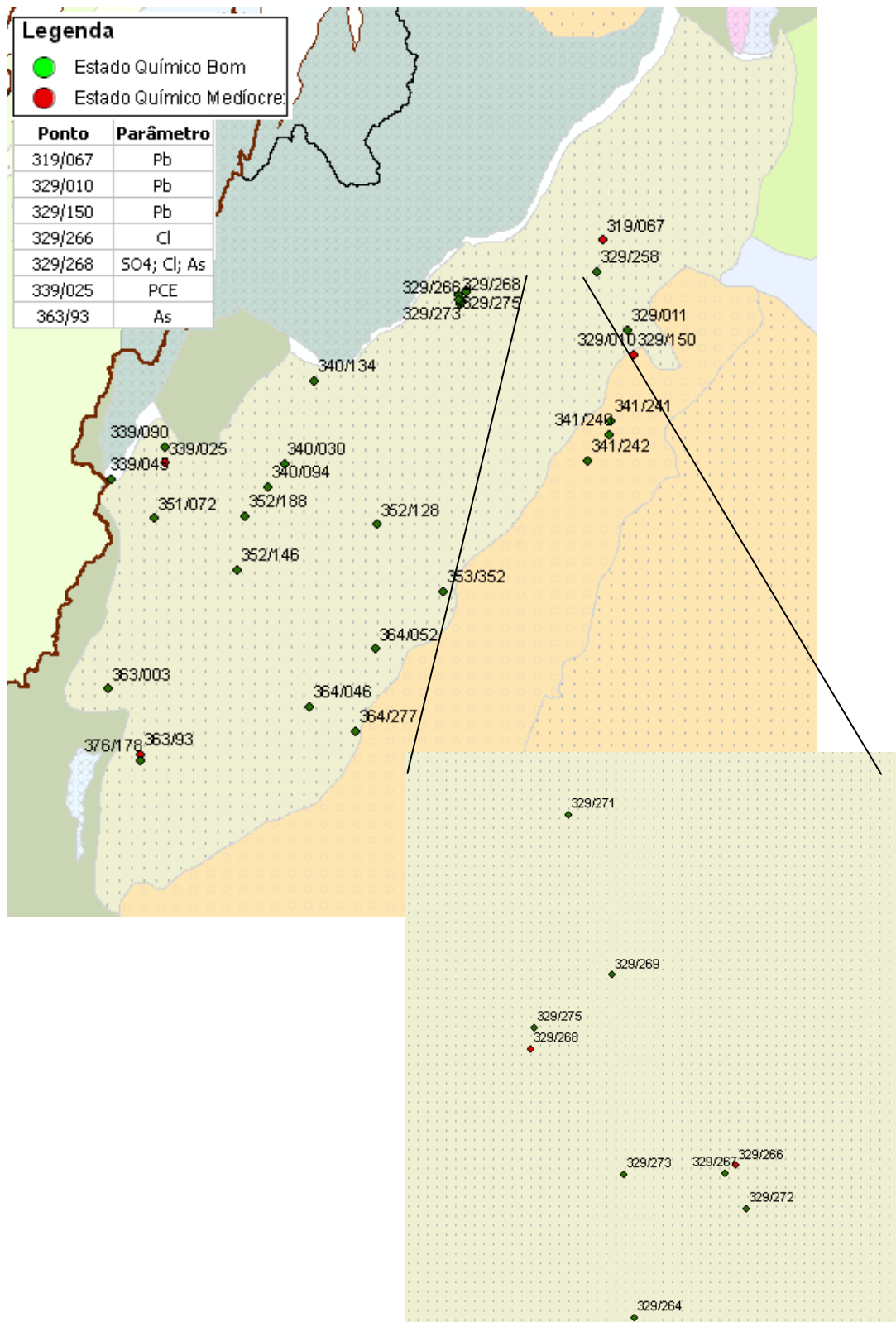


Figura 4.16 – Mapa do estado químico da massa de águas subterrâneas da Bacia do Tejo-Sado /Margem Direita, de acordo com o esquema definido no Anexo VII, 2.5 do DL n.º 77/2006

A comparação entre os resultados dos valores médios por ponto de monitorização e os apresentados no Quadro 4.1 permite concluir que a maioria dos 35 pontos de monitorização apresenta valores médios inferiores às normas ou aos limiares de qualidade das águas subterrâneas. Contudo, em sete dos 35 pontos (20%) analisados os valores médios ultrapassam a NQA ou os limiares em, pelo menos, um parâmetro.

Do conjunto dos 13 parâmetros analisados, aqueles cujo valor médio surge em maior número de casos acima do limiar são o chumbo, arsénio e cloretos, ocorrendo ainda o PCE e sulfatos acima do limiar, num ponto em cada caso.

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 4.24.

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 essa percentagem não foi excedida, pelo que se pode considerar a massa de água em estado químico bom. De facto, essa percentagem é a seguinte, para cada elemento individualmente: Pb (3 dos 22 pontos com análises, i.e. 13,6%); Cl e As (2 dos 36 pontos com análises, i.e. 5,6%); SO_4^{2+} (1 dos 35 pontos com análises, i.e. 2,9%) e PCE (1 dos 22 pontos com análises, i.e. 4,5%).

O Quadro 4.23 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 4.23 – Síntese da informação utilizada para a avaliação do estado químico da massa de águas subterrâneas da Bacia do Tejo-Sado /Margem Direita

| Parâmetro | Unidade | n.º análises | Valor | | | | | Análises > norma ou limiar* | |
|-----------------|------------------------|--------------|--------|--------|-------|---------|----------|-----------------------------|------|
| | | | Mínimo | Máximo | Média | Mediana | CL95 | n.º | % |
| CE | (µS/cm) | 188 | 110 | 860,0 | 426,8 | 419,5 | 455,7 | 0 | 0 |
| pH | | 188 | 6 | 8,2 | 7,2 | 7,2 | 7,1; 7,2 | 0 | 0 |
| Nitratos | (mgNO ₃ /L) | 31 | 0,73 | 40,0 | 10,7 | 4,2 | 14,8 | 0 | 0 |
| Azoto amoniacal | (mgNH ₄ /L) | 184 | <0,13 | 0,16 | 0,1 | <0,025 | 0,1 | 0 | 0 |
| Sulfatos | (mgSO ₄ /L) | 332 | <11 | 1200 | 69,9 | 15,0 | 81,3 | 8 | 2 |
| Cloretos | (mgCl/L) | 706 | 0,1 | 3100 | 128,7 | 83,5 | 141,6 | 88 | 12,5 |

| Parâmetro | Unidade | n.º análises | Valor | | | | | Análises > norma ou limiar* | |
|-------------------|-----------|--------------|----------|--------|--------|---------|--------|-----------------------------|-----|
| | | | Mínimo | Máximo | Média | Mediana | CL95 | n.º | % |
| Arsénio | (mgAs/L) | 262 | <0,01 | 0,150 | 0,009 | <0,001 | 0,010 | 5 | 1,9 |
| Chumbo | (mgPb/L) | 167 | <0,005 | 0,024 | 0,008 | <0,0015 | 0,008 | 3 | 1,8 |
| Cádmio | (mgCd/L) | 357 | <0,005 | 0,0047 | 0,0011 | <0,0001 | 0,0012 | 0 | 0 |
| Mercúrio | (mgHg/L) | 116 | <0,00012 | 0,0001 | 0,0001 | <0,0001 | 0,0001 | 0 | 0 |
| Tricloroetileno | (µgTCE/L) | 42 | <0,2 | <0,2 | - | - | - | 0 | 0 |
| Tetracloroetileno | (µgPCE/L) | 42 | <2,97 | 2,31 | 2,31 | <0,3 | 2,49 | 1 | 2,4 |
| Pesticidas | (µg/L) | 17 | <0,288 | <0,296 | - | - | - | 0 | 0 |

O Quadro 4.24 apresenta os resultados finais da avaliação efectuada.

Quadro 4.24 – Resultado da avaliação dos critérios do teste de avaliação global do estado químico da massa de águas subterrâneas da Bacia do Tejo-Sado /Margem Direita

| 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 | Não | Sim | - | Apenas 1 dos 35 pontos com análises (2,9%) apresentam média superior ao limiar |
| Cloretos | Não | Sim | - | Apenas 2 dos 36 pontos com análises (5,6%) apresentam média superior ao limiar |
| Arsénio | Não | Sim | - | Apenas 2 dos 36 pontos com análises (5,6%) apresentam média superior ao limiar |
| Chumbo | Não | Sim | - | Apenas 3 dos 22 pontos com análises (13,6%) apresentam média superior ao limiar |
| Cádmio | Sim | - | - | - |
| Mercúrio | Sim | - | - | - |
| Tricloroetileno | Sim | - | - | - |
| Tetracloroetileno | Não | Sim | - | Apenas 1 dos 22 pontos com análises (4,5%) apresentam média superior ao limiar |
| Pesticidas | Sim | - | - | - |

Em termos gerais, no anterior Plano, afirmou-se que a água deste sistema apresentava características de boa qualidade. Foram apontadas, contudo, excepções relativamente à boa qualidade da água. A zona envolvente do aterro sanitário de Alcanena (Mn, Cd, Hg, Ni, nitratos e cloretos) e as zonas onde a má prática de furação originou a mistura da água deste aquífero com aquíferos superiores de pior qualidade.

Esta análise será aprofundada tendo em conta outros elementos químicos agora não analisados. A análise de tendências mostrou que as concentrações de cádmio e sulfatos decresceram ao longo do período, ao mesmo tempo que a concentração de azoto amoniacal subiu.

Em síntese, as características de qualidade das águas desta massa permitem avaliá-la em **estado químico global bom**. Deverá ser adequada a rede de vigilância da qualidade.

4.2.2.14 T3 - Bacia do Tejo-Sado /Margem Esquerda

Para a avaliação do estado químico desta massa de água foram utilizados os dados de 90 pontos de água e a informação resultante de 667 análises químicas realizadas entre 22-01-2004 e 03-12-2008.

A Figura 4.17 apresenta o resultado da 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. O mapa apresenta a síntese da avaliação do estado químico da massa de águas subterrâneas da Bacia do Tejo-Sado /Margem Esquerda, 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.

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 4.26.

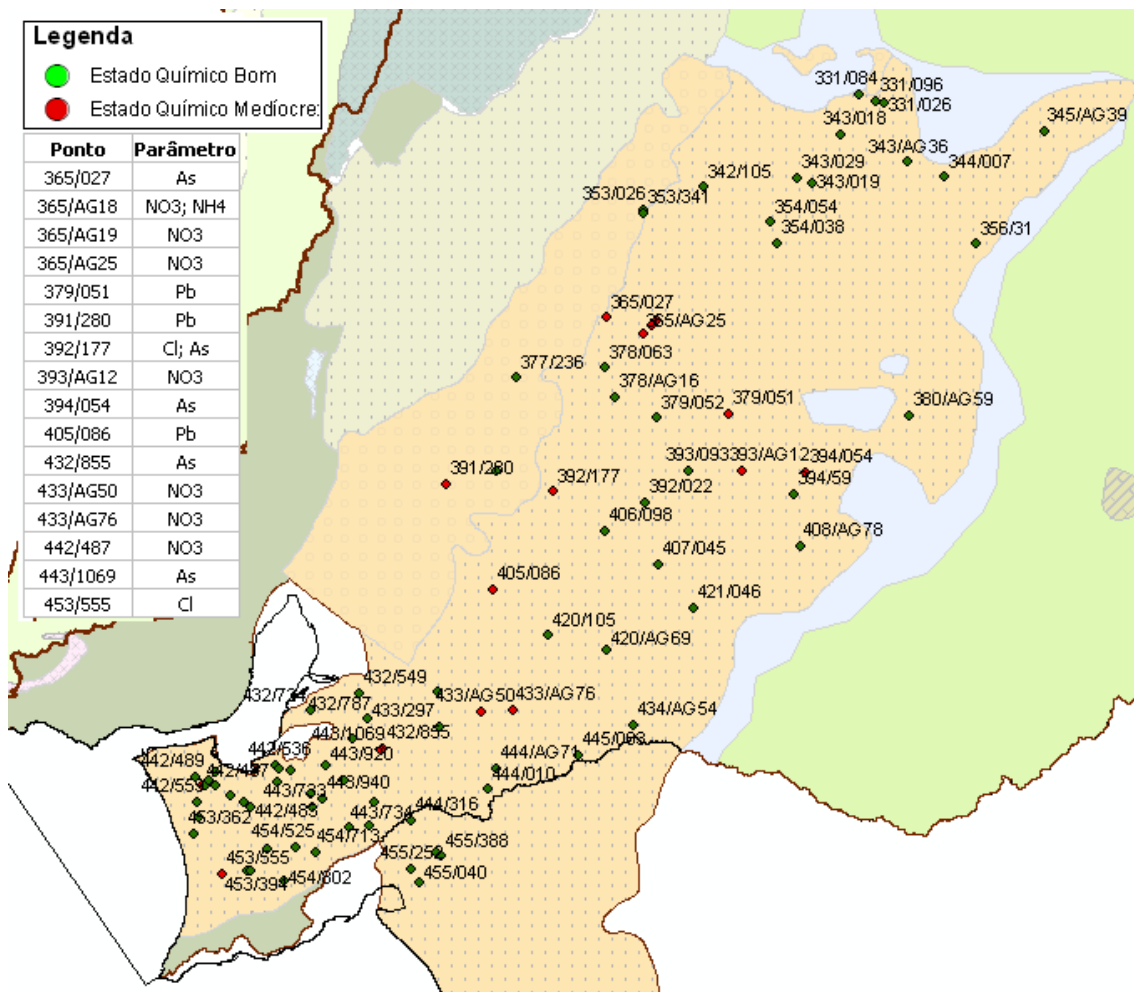


Figura 4.17 – Mapa do estado químico da massa de águas subterrâneas da Bacia do Tejo-Sado /Margem Esquerda, de acordo com o esquema definido no Anexo VII, 2.5 do DL n.º 77/2006

O resultado da avaliação do estado químico, para cada ponto de monitorização, e a sua comparação com as normas e os limiares de qualidade referidos no Quadro 4.1, permitem concluir que há 15 de 90 pontos (16,6%) em estado médio, essencialmente em resultado dos elevados valores de nitrato, chumbo e arsénio. Deste modo o **critério de menos de 20% de área global afectada** é positivo. Essa percentagem para cada elemento que apresenta um valor médio superior ao limiar ou NQA individualmente é a seguinte: NO₃⁻ (7 de 49 pontos com análise (i.e. 14,3%); Pb (3 de 79 pontos com análise, i.e. 3,8%); As (5 de 81 pontos com análise, i.e. 6,2%); Cl (2 de 86 pontos com análise, i.e. 2,3%) e NH₄⁺ (1 de 80 pontos com análise, i.e. 1,3%). No período em análise as concentrações de azoto amoniacal e nitratos subiram, enquanto as de sulfatos diminuíram. Esta evolução deverá ser acompanhada no futuro.

O Quadro 4.25 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 4.25 – Síntese da informação utilizada para a avaliação do estado químico da massa de águas subterrâneas da Bacia do Tejo-Sado /Margem Esquerda

| Parâmetro | Unidade | n.º análises | Valor | | | | | Análises > norma ou limiar* | |
|-------------------|------------------------|--------------|---------|--------|--------|---------|----------|-----------------------------|------|
| | | | Mínimo | Máximo | Média | Mediana | CL95 | n.º | % |
| CE | (µS/cm) | 586 | 68 | 1169,0 | 276,6 | 230,0 | 290,1 | 0 | 0 |
| pH | | 587 | 5,5 | 8,8 | 6,8 | 6,8 | 6,8; 6,9 | 0 | 0 |
| Nitratos | (mgNO ₃ /L) | 132 | <2 | 650,0 | 48,6 | 12,0 | 64,3 | 30 | 22,7 |
| Azoto amoniacal | (mgNH ₄ /L) | 572 | <0,13 | 10,00 | 0,2 | <0,025 | 0,2 | 4 | 0,7 |
| Sulfatos | (mgSO ₄ /L) | 554 | <11 | 85 | 24,9 | <10 | 26,7 | 0 | 0 |
| Cloretos | (mgCl/L) | 505 | <20 | 1615 | 48,3 | 36,0 | 55,4 | 6 | 1,2 |
| Arsénio | (mgAs/L) | 366 | <0,01 | 0,848 | 0,011 | <0,001 | 0,015 | 21 | 5,7 |
| Chumbo | (mgPb/L) | 511 | <0,005 | 0,042 | 0,007 | <0,0015 | 0,007 | 3 | 0,6 |
| Cádmio | (mgCd/L) | 522 | <0,001 | 0,0066 | 0,0006 | <0,0001 | 0,0007 | 2 | 0 |
| Mercúrio | (mgHg/L) | 359 | <0,0001 | 0,0002 | 0,0001 | <0,0001 | 0,0001 | 0 | 0 |
| Tricloroetileno | (µgTCE/L) | 108 | <0,2 | 1,12 | 1,12 | <0,2 | 1,1 | 1 | 1 |
| Tetracloroetileno | (µgPCE/L) | 108 | <0,3 | <0,3 | - | - | - | 0 | 0 |
| Pesticidas | (µg/L) | 37 | <0,288 | 0,01 | 0,01 | <0,288 | 0,0 | 0 | 0 |

O Quadro 4.27 apresenta os resultados finais da avaliação efectuada.

Quadro 4.26 – Resultado da avaliação dos critérios do teste de avaliação global do estado químico da massa de águas subterrâneas da Bacia do Tejo-Sado /Margem Esquerda

| Parâmetro | Critério do Limiar ou NQA | Critério da Percentagem de área | Critério de confiança | Observações |
|-----------------|---------------------------|---------------------------------|-----------------------|---|
| CE | Sim | - | - | - |
| pH | Sim | - | - | - |
| Nitratos | Não | Sim | - | 7 de 49 pontos com análise (14,3%) apresentam valor médio superior à NQA |
| Azoto amoniacal | Não | Sim | - | 1 de 80 pontos com análise (1,3%) apresentam valor médio superior ao limiar |
| Sulfatos | Sim | - | - | - |
| Cloretos | Não | Sim | - | 2 de 86 pontos com análise (2,3%) apresentam valor médio superior ao limiar |
| Arsénio | Não | Sim | - | 5 de 81 pontos com análise (6,2%) apresentam valor médio superior ao limiar |
| Chumbo | Não | Sim | - | 3 de 79 pontos com análise (3,8%) apresentam valor médio superior ao |

| Parâmetro | Critério do Limiar ou NQA | Critério da Percentagem de área | Critério de confiança | Observações |
|-------------------|---------------------------|---------------------------------|-----------------------|-------------|
| | | | | limiar |
| Cádmio | Sim | - | - | - |
| Mercúrio | Sim | - | - | - |
| Tricloroetileno | Sim | - | - | - |
| Tetracloroetileno | Sim | - | - | - |
| Pesticidas | Sim | - | - | - |

Numa fase subsequente do plano ir-se-ão analisar os dados de qualidade relativamente a outros parâmetros que possam ter influência no estado químico directamente ligados às pressões.

Em síntese, as características de qualidade das águas desta massa permitem avaliá-la em **estado químico global bom**. Deverá ser analisada a origem da tendência estatisticamente significativa de subida do NH_4^+ e NO_3^- e propor medidas de inversão de tendência para o NO_3^- (já acima do valor limite regulamentar). Deverá, ainda, ser ajustada a rede de vigilância da qualidade.

4.2.2.15 T7 - Aluviões do Tejo

Para a avaliação do estado químico desta massa de água foram utilizados os dados de 52 pontos de água e a informação resultante de 380 análises químicas realizadas entre 22-01-2004 e 20-10-2008.

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 normas de qualidade ambiental (NQA) e limiares referidos no Quadro 4.1. A Figura 4.7 apresenta o mapa com a síntese da avaliação do estado químico da massa de águas subterrâneas das Aluviões do Tejo, 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.

Os resultados permitem concluir que muitos dos pontos de água se apresentam em estado medíocre, essencialmente em resultado dos elevados valores de nitrato (acima de $50 \text{ mgNO}_3/\text{L}$ em 13 dos 40 pontos analisados, i.e. 32,5% de pontos, e em 41% das análises), de azoto amoniacal (acima de $0,5 \text{ mgNH}_4/\text{L}$ em 11 dos 38 pontos analisados, i.e. 28,9% de pontos, e em 19,2% das análises) e de pesticidas (acima de $0,1 \text{ microg/L}$ em 4 dos 49 pontos analisados, i.e. 8,2% de pontos, e em 11,1% das análises).

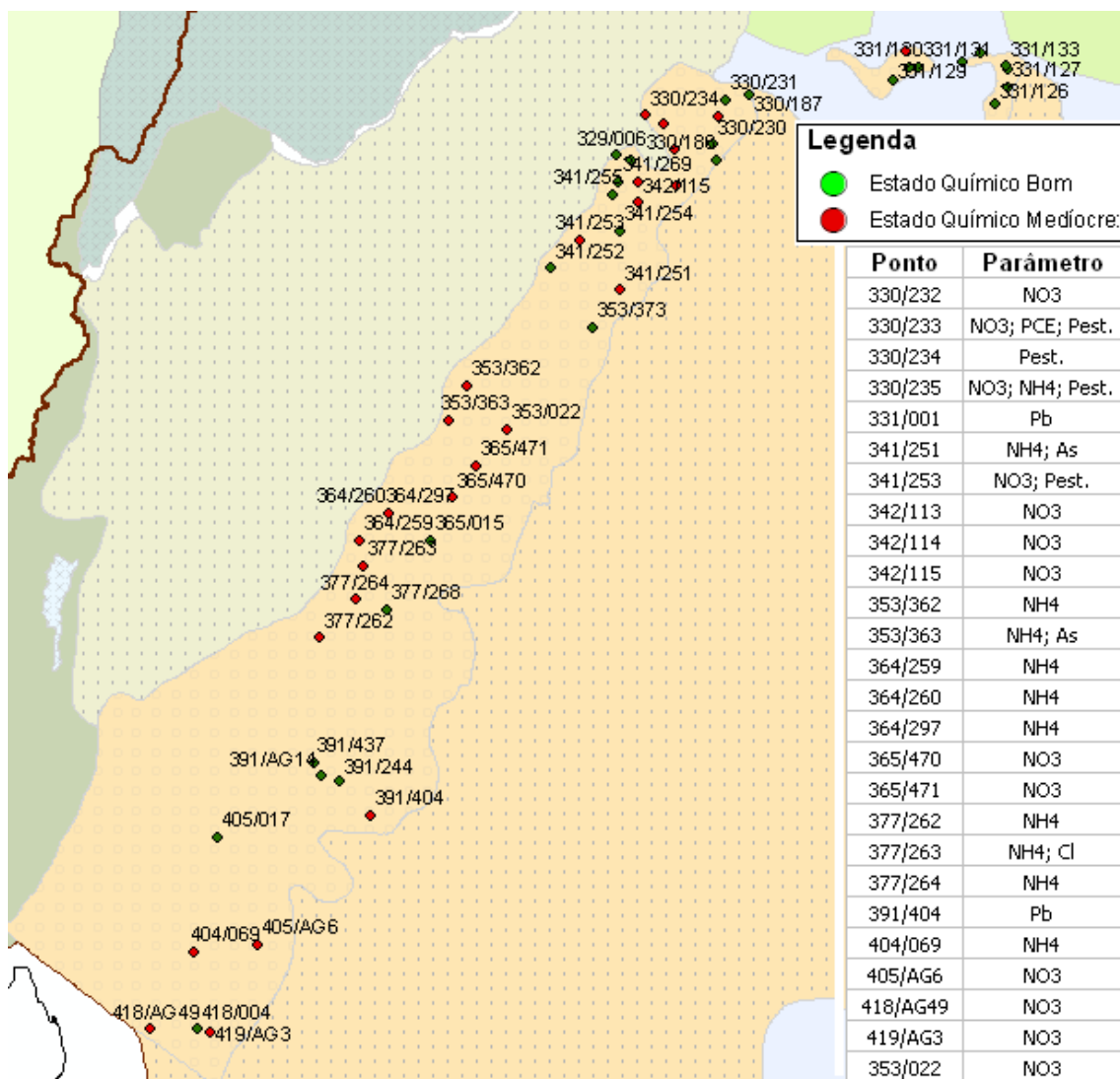


Figura 4.18 – Mapa do estado químico da massa de águas subterrâneas das Aluviões do Tejo, de acordo com o esquema definido no Anexo VII, 2.5 do DL n.º 77/2006

Foram, ainda, identificados outros elementos cujos valores médios por ponto individualmente apresentam concentrações acima das normas ou dos limiares como é o caso dos PCE, cloretos, arsénio e chumbo (Figura 4.18). Foi, ainda, detectada uma tendência estatisticamente significativa de subida para o ião sulfato e condutividade eléctrica.

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 4.28.

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 4.27. 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 4.27 – Síntese da informação utilizada para a avaliação do estado químico da massa de águas subterrâneas das Aluviões do Tejo

| Parâmetro | Unidade | n.º análises | Valor | | | | | Análises > norma ou limiar* | |
|-------------------|------------------------|--------------|---------|--------|--------|---------|----------|-----------------------------|------|
| | | | Mínimo | Máximo | Média | Mediana | CL95 | n.º | % |
| CE | (µS/cm) | 361 | 73,7 | 3130,0 | 639,5 | 558,0 | 679,1 | 1 | 0,3 |
| pH | | 359 | 5,9 | 8,4 | 7,1 | 7,2 | 7,1; 7,2 | 0 | 0 |
| Nitratos | (mgNO ₃ /L) | 105 | 0,73 | 169,0 | 58,2 | 39,0 | 67,5 | 43 | 41,0 |
| Azoto amoniacal | (mgNH ₄ /L) | 360 | <0,2 | 13,0 | 1,6 | <0,025 | 1,7 | 69 | 19,2 |
| Sulfatos | (mgSO ₄ /L) | 357 | <11 | 230 | 64,3 | 40,0 | 69,8 | 0 | 0 |
| Cloretos | (mgCl/L) | 291 | <20 | 702 | 64,7 | 49,0 | 71,1 | 2 | 0,7 |
| Arsénio | (mgAs/L) | 143 | <0,01 | 0,036 | 0,005 | <0,001 | 0,006 | 8 | 5,6 |
| Chumbo | (mgPb/L) | 328 | <0,095 | 0,021 | 0,006 | <0,0015 | 0,006 | 3 | 0,9 |
| Cádmio | (mgCd/L) | 336 | <0,001 | 0,001 | 0,0003 | <0,0001 | 0,0003 | 0 | 0 |
| Mercúrio | (mgHg/L) | 142 | <0,0001 | 0,0005 | 0,0002 | <0,0001 | 0,0002 | 0 | 0 |
| Tricloroetileno | (µgTCE/L) | 55 | <0,2 | <0,2 | - | - | - | 0 | 0 |
| Tetracloroetileno | (µgPCE/L) | 55 | <0,3 | 0,50 | 0,50 | <0,3 | 0,53 | 1 | 1,8 |
| Pesticidas | (µg/L) | 54 | <0,296 | 33,55 | 9,81 | <0,288 | 11,3 | 6 | 11,1 |

* Consultar o Quadro 4.1. Para o pH também se avaliou se os valores são menores que o limiar inferior

Do conjunto de parâmetros com valores médios acima dos limiares ou das NQA apenas o NO₃⁻ e o NH₄⁺ ocorrem em mais de 20% dos pontos analisados, além de apresentarem uma elevada percentagem de análises acima dos limiares ou das NQA (Quadro 4.27).

Para os restantes parâmetros, o número de pontos com média excedendo o limiar ou a NQA é reduzido (cf. Figura 4.18, i.e. em quatro pontos para os pesticidas, em dois pontos para o arsénio e chumbo e num ponto PCE e Cl), além do facto de o número e a percentagem de análises com resultados superiores à norma ou limiar serem muito baixos e, por vezes, só ocorrerem numa das campanhas. Por esse motivo apenas o NO₃⁻ e o NH₄⁺ não passam este critério.

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, julga-se ter a informação suficiente para considerar os dados como fiáveis, pelo que há motivos para considerar de confiança a avaliação efectuada aos dois elementos que excedem os 20% de área.

O Quadro 4.28 apresenta os resultados finais da avaliação apresentada.

Quadro 4.28 – Resultado da avaliação dos critérios do teste de avaliação global do estado químico

| Parâmetro | Critério do Limiar ou NQA | Critério da Percentagem de área | Critério de confiança | Observações |
|-------------------|---------------------------|---------------------------------|-----------------------|---|
| CE | Não | - | - | - |
| pH | Sim | - | - | - |
| Nitratos | Não | Não | Não | 13 dos 40 pontos (32,5%) com análises apresentam média superior à NQA e em 41% das análises |
| Azoto amoniacal | Não | Não | Não | 11 dos 38 pontos (28,9%) com análises apresentam média superior ao limiar e em 19,2% das análises |
| Sulfatos | Sim | - | - | - |
| Cloretos | Não | Sim | - | Apenas 1 dos 49 pontos (2%) com análises apresentam média superior ao limiar |
| Arsénio | Não | Sim | - | Apenas 2 dos 48 pontos (4,2%) com análises apresentam média superior ao limiar |
| Chumbo | Não | Sim | - | Apenas 2 dos 49 pontos (4,1%) com análises apresentam média superior ao limiar |
| Cádmio | Sim | - | - | - |
| Mercúrio | Sim | - | - | - |
| Tricloroetileno | Sim | - | - | - |
| Tetracloroetileno | Não | Sim | - | Apenas 1 dos 39 pontos (2,6%) com análises apresentam média superior ao limiar |
| Pesticidas | Não | Sim | - | Apenas 4 dos 38 pontos (10,5%) com análises apresentam média superior à NQA |

A análise realizada na secção 4.2.3 indicou a presença de tendência crescente significativa ($\alpha=0,05$) para o ião sulfato e para a condutividade eléctrica mas, em ambos os casos, os valores das médias actuais são ainda muito distantes de 75% do valor paramétrico, altura em que deverá ser prevista a inversão da tendência. Este processo de enriquecimento em sulfato, e em outros sais, como mostrado pela evolução da CE, deverá ser acompanhado no futuro, prevendo-se antecipadamente as medidas de inversão da tendência se esta se vier a manter nas observações futuras.

Numa fase subsequente do plano ir-se-ão analisar os dados de qualidade relativamente a outros parâmetros que possam ter influência no estado químico, além dos obrigatórios definidos no Quadro 4.1. Incluir-se-ão aqueles directamente ligados às pressões.

Em síntese, as características de qualidade das águas desta massa permitem avaliá-la em **estado global medíocre**, causado em muitos pontos por um ou mais parâmetros, havendo, para alguns parâmetros, mais de 20% de pontos e de amostras com concentrações médias acima das normas ou limites, afectando uma extensão superior a 20% da área global da massa de água.

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 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 4.29. Para os parâmetros mercúrio, tricloroetileno, tetracloroetileno, e pesticidas totais não existe informação em quantidade e frequência suficiente para cumprir os critérios de análise indicados

acima. O mesmo se repetiu para muitos outros parâmetros em algumas das massas de água.

Na massa de água Bacia Tejo-Sado Indiferenciado da Bacia do Tejo detectou-se tendência estatisticamente significativa de subida ($\alpha=0,05$) para os parâmetros azoto amoniacal e pH, sem, no entanto, ultrapassarem os limites regulamentares.

A massa de água Estremoz-Cano apresentou tendência de subida para o parâmetro nitrato, mas sem ultrapassar, em média, o valor regulamentar.

Na massa de água Maciço Antigo Indiferenciado da Bacia do Tejo foi detectada subida do azoto amoniacal e do cádmio, embora serem ultrapassados os valores regulamentares, e a descida do chumbo.

Na massa de água Monforte - Alter do Chão foi detectada tendência para descida do ião nitrato, indicador de uma melhoria da qualidade da água neste aquífero que, no início do século XXI, chegou a apresentar valores superiores a 100 mg/L, enquanto neste momento os teores estão abaixo, ou muito próximo, do limite regulamentar.

Na massa de água de Ourém os teores em azoto amoniacal e condutividade eléctrica subiram na última década, mas mantêm-se muito abaixo dos limites regulamentares.

A massa de água do Maciço Calcário Estremenho apresentou tendência de descida no valor da condutividade eléctrica, eventualmente associado a alterações positivas dos volumes armazenados, com efeito na diluição dos sais.

Na massa de água da Bacia Tejo-Sado Margem Direita observaram-se tendências de subida para o parâmetro azoto amoniacal e de descida para os parâmetros cádmio e sulfatos, ainda que concentrações sejam muito inferiores a 75% dos valores limites regulamentares.

Na massa de água da Bacia Tejo-Sado Margem Esquerda observaram-se tendências de subida para o parâmetro azoto amoniacal e nitratos, e de descida para o sulfato. No entanto apenas para o ião nitrato foi ultrapassado o valor limite regulamentar.

Na massa de água dos Aluviões do Tejo observaram-se tendências de subida para os parâmetros condutividade eléctrica e sulfato, ainda para nenhum deste tenha sido ultrapassado 75% do valor limite regulamentar.

Nas restantes massas de água, para os parâmetros de que se dispõe de informação, não se observaram alterações significativas dos teores que indiquem tendência temporal.

Quadro 4.29 – Análise de tendências

| Massa de Água | As | NH ₄ ⁺ | Cd | Pb | Cl ⁻ | CE | Hg | NO ₃ ⁻ | pH | SO ₄ ²⁻ | TCE | PCE | Pest. Totais |
|--|----|------------------------------|---------------|---------------|-----------------|---------------|----|------------------------------|---------------|-------------------------------|-----|-----|--------------|
| A0x1RH5 - Maciço Antigo Indiferenciado da Bacia do Tejo | - | ↑ (0,000021) | ↑ (0,0198) | ↓ (0,0047) | • | • | - | • | • | • | - | - | - |
| A2 - Escusa | - | • | - | - | • | • | - | • | • | • | - | - | - |
| A3 - Monforte -Alter do Chão | - | • | - | - | • | • | - | ↓ (0,0319) | • | • | - | - | - |
| A4 - Estremoz-Cano | - | • | - | - | • | • | - | ↑ (0,0084) | • | • | - | - | - |
| O01RH5 - Orla Ocidental Indiferenciado da Bacia do Tejo | - | • | - | - | • | • | - | - | • | • | - | - | - |
| O11 - Sicó-Alvaiázere | - | - | - | - | • | • | - | • | • | • | - | - | - |
| O15 - Ourém | - | ↑ (0,0263) | • | - | • | ↑ (0,0036) | - | - | • | • | - | - | - |
| O20 - Maciço Calcário Estremenho | - | • | • | • | • | ↓ (0,0003) | - | • | • | • | - | - | - |
| O26 - Ota – Alenquer | - | - | - | - | • | • | - | - | ↑ (0,0114) | - | - | - | - |
| O28 - Pisões – Atrozela | - | • | - | - | • | • | - | - | - | - | - | - | - |
| O9 - Penela – Tomar | - | - | - | - | • | • | - | - | • | • | - | - | - |
| T01RH5 - Bacia Tejo-Sado Indiferenciado da Bacia do Tejo | - | ↑ (0,0238) | - | - | • | • | - | • | ↑ (0,0007) | • | - | - | - |
| T1 - Bacia Tejo-Sado Margem Direita | • | ↑ (0,00043) | ↓ (0,0033) | • | • | • | - | • | • | ↓ (0,003) | - | - | - |
| T3 - Bacia Tejo-Sado Margem Esquerda | • | ↑ (0,0015) | • | • | • | • | - | ↑ (0,0018) | • | ↓ (0,0108) | - | - | - |
| T7 - Aluviões do Tejo | • | • | • | • | • | ↑ (0,0015) | - | • | • | ↑ (0,0001) | - | - | - |

↓: 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.

A Figura 4.19 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.

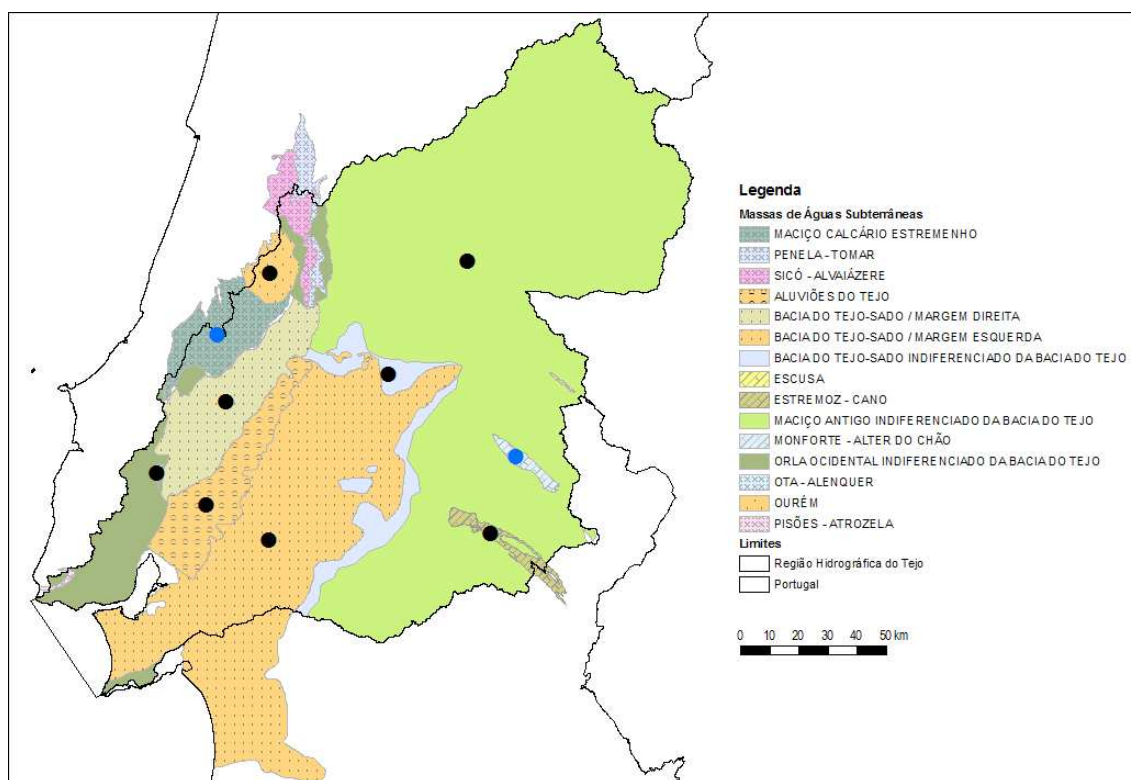


Figura 4.19 – Tendências significativas e constantes detectadas nas massas de água: azul indica tendência de descida; preto indica tendência de subida

4.2.4 Síntese (4.3.4)

A síntese do estado químico e das tendências apresentada nas secções precedentes vem resumida no Quadro 4.30. Na última coluna do quadro apresenta-se uma primeira síntese das principais acções e medidas preconizadas nesta fase de desenvolvimento do PGRH Tejo. 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 4.30 – Síntese da avaliação do estado químico e das tendências para as 15 massas de águas subterrâneas do PGRH Tejo

| Massa de Água | As | NH ₄ ⁺ | Cd | Pb | Cl ⁻ | CE | Hg | NO ₃ ⁻ | pH | SO ₄ ²⁻ | TCE | PCE | Pest. Totais |
|--|----|------------------------------|---------------|---------------|-----------------|---------------|----|------------------------------|---------------|-------------------------------|-----|-----|--------------|
| A0x1RH5 - Maciço Antigo Indiferenciado da Bacia do Tejo | - | ↑ (0,000021) | ↑ (0,0198) | ↓ (0,0047) | • | • | - | • | • | • | - | - | - |
| A2 - Escusa | - | • | - | - | • | • | - | • | • | • | - | - | - |
| A3 - Monforte -Alter do Chão | - | • | - | - | • | • | - | ↓ (0,0319) | • | • | - | - | - |
| A4 - Estremoz-Cano | - | • | - | - | • | • | - | ↑ (0,0084) | • | • | - | - | - |
| O01RH5 - Orla Ocidental Indiferenciado da Bacia do Tejo | - | • | - | - | • | • | - | - | • | • | - | - | - |
| O11 - Sicó-Alvaiázere | - | - | - | - | • | • | - | • | • | • | - | - | - |
| O15 - Ourém | - | ↑ (0,0263) | • | - | • | ↑ (0,0036) | - | - | • | • | - | - | - |
| O20 - Maciço Calcário Estremenho | - | • | • | • | • | ↓ (0,0003) | - | • | • | • | - | - | - |
| O26 - Ota – Alenquer | - | - | - | - | • | • | - | - | ↑ (0,0114) | - | - | - | - |
| O28 - Pisões – Atrozela | - | • | - | - | • | • | - | - | - | - | - | - | - |
| O9 - Penela – Tomar | - | - | - | - | • | • | - | - | • | • | - | - | - |
| T01RH5 - Bacia Tejo-Sado Indiferenciado da Bacia do Tejo | - | ↑ (0,0238) | - | - | • | • | - | • | ↑ (0,0007) | • | - | - | - |
| T1 - Bacia Tejo-Sado Margem Direita | • | ↑ (0,00043) | ↓ (0,0033) | • | • | • | - | • | • | ↓ (0,003) | - | - | - |
| T3 - Bacia Tejo-Sado Margem Esquerda | • | ↑ (0,0015) | • | • | • | • | - | ↑ (0,0018) | • | ↓ (0,0108) | - | - | - |
| T7 - Aluviões do Tejo | • | • | • | • | • | ↑ (0,0015) | - | • | • | ↑ (0,0001) | - | - | - |

4.3 CAMPANHAS EFECTUADAS NO ÂMBITO DO DESENVOLVIMENTO DO PGRH TEJO

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 4.31 identificam-se o número de estações, os parâmetros a analisar e o número de campanhas de amostragem previsto.

Quadro 4.31 – Recolha de dados para a avaliação do estado químico

| Número de Estações | Parâmetros | N.º de campanhas de |
|--------------------|---|---------------------|
| 270 | Nitratos | 3 |
| 236 | Azoto amoniacal, Cloretos, Condutividade, Fenóis, Nitratos, Oxigenio Dissolvido, Pesticidas (Grupo), pH, Sulfatos, Arsenio, Cadmio, Chumbo, Bário, Berílio, Boro, Cobalto, Mercurio, Níquel, Selenio, Vanádio, Tetracloro-etileno, Tricloro-etileno – em 236 estações de amostragem | 3 |
| 30 | α Total, β Total, Dose Indicativa Total e Trítio | 3 |
| 1 | Azoto total | 2 |
| 2 | Cromio 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, Tributilfosfato, 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.^a 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.^a campanha será realizada a partir de Fevereiro de 2011 (época húmida) e a 3.^a em Setembro/Outubro (época seca), mantendo, assim, o calendário que tem vindo a ser seguido pela ARH Tejo.

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 PGRH Tejo, 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 amplamente alargada no decurso do desenvolvimento do PGRH Tejo, 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 PGRH Tejo 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 provável sobreexploração de aquíferos que, em zonas costeiras, 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 PGRH Tejo resultam: (1) da poluição difusa por nitratos (essencialmente causada por más práticas agrícolas, mas 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.

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", 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 ...", conduziu à identificação de duas "zonas vulneráveis" na área do PGRH: Zona 4 – ZV Tejo e Zona 5 – ZV Estremoz Cano.

Reconhecem-se diversos problemas de poluição pontual, de que é exemplo o aterro de Alcanena.

Por outro lado, pese embora a ausência de reconhecimento de problemas regionais de sobreexploração de aquíferos na área abrangida pelo PGRH, verifica-se o aumento progressivo do teor em cloretos nas captações do sistema aquífero das Aluviões do Tejo localizadas nos concelhos da Azambuja, Benavente e Vila Franca de Xira com valores médios de 100, 200 e mais de 300 mg/l de cloretos, respectivamente. Esta gradação poderá indiciar estar-se em presença de um cenário de sobreexploração cujo resultado é a intrusão marinha. Este fenómeno foi verificado nos sistemas das Aluviões do Tejo (zona mais próxima do Estuário do Tejo e esteiros adjacentes) e da Bacia do Tejo-Sado / Margem Esquerda (zona da Quinta da Bomba em Almada). Nestes sistemas hidrogeológicos, nas zonas sujeitas a fenómenos de intrusão marinha, deverá ser condicionada a exploração das águas subterrâneas, tendo em vista a manutenção da sua qualidade.

Como massas de água com maior vulnerabilidade à poluição, há um conjunto de águas subterrâneas com provável recarga a partir de cursos de água superficial e, portanto, sujeitas a problemas de poluição provenientes das águas de superfície, cuja vulnerabilidade é bastante maior. Entre essas massas encontram-se: as Aluviões do

Tejo; Bacia do Tejo-Sado / Margem Direita; Bacia do Tejo-Sado / Margem Esquerda; Escusa e Bacia do Tejo – Sado indiferenciado da Bacia do Tejo.

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 PGRH.

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 PGRH Tejo, 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 ainda não abordada.

5.2.3 Diagnóstico (5.2.3)

O PBH Tejo de 1999 (Oliveira *et al.*, 1999), levantou algumas questões que aqui se reflectem.

Estimou-se que as extracções eram de cerca de 50 % dos volumes extraíveis de águas subterrâneas, o que significa que havia cerca de 1500 hm³/ano de águas subterrâneas disponíveis para exploração. Nenhuma massa de águas subterrâneas apresentou défices de balanço hídrico entre volumes disponíveis para extracção e extracções, excepto o sistema aquífero (ou massa de águas subterrâneas) “Ota – Alenquer”, onde se estimaram extracções muito superiores aos volumes disponíveis. Tal como referido na altura, a exploração do sistema era sustentada pelo que se supôs que o sistema aquífero tinha as suas fronteiras mal definidas ou que havia entradas de água por escoamento subterrâneo. Qualquer que seja a situação, é de repensar a delimitação da massa de água “Ota – Alenquer”, até porque o perímetro de protecção da zona alargada das captações deste sistema se propõe para a serra de Montejunto, o que parece conceptualmente correcto, embora, tanto quanto se saiba, não haja dados concretos que permitam apoiar esta relação.

Devido à exploração das massas de águas subterrâneas, foi verificada intrusão salina nos sistemas das Aluviões do Tejo (zona mais próxima do Estuário do Tejo e esteiros adjacentes) e da Bacia do Tejo-Sado / Margem Esquerda (zona da Quinta da Bomba em Almada). Nestas zonas sujeitas a fenómenos de intrusão salina, deverá ser

condicionada a exploração das águas subterrâneas, tendo em vista a manutenção da sua qualidade.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- ADMINISTRAÇÃO DA REGIÃO HIDROGRÁFICA DO TEJO, I.P. (2010) – **Áreas Contaminadas no Concelho do Seixal**. Acedido em 14-12-2010 em <http://www.arhtejo.pt/web/guest/documentos>
- AGÊNCIA PORTUGUESA DO AMBIENTE. (2008) - **Programa Operacional Temático Valorização do Território - Eixo Prioritário III. Recuperação do passivo ambiental**. Documento enquadrador. Acedido em 14-12-2010 em <http://www.povt.qren.pt/tempfiles/20080318113919moptc.pdf>
- AGÊNCIA PORTUGUESA DO AMBIENTE. (2009) - **Manual de Boas Práticas Ambientais para Campos de Golfe**. Ministério do Ambiente, do Ordenamento do Território e do Desenvolvimento Regional. Lisboa.
- AIRES, C.M.G.S. (2007) – **Contribuição para o estudo da aplicação de subprodutos da Indústria de extracção de azeite em solos agrícolas**. Tese de Doutoramento. Instituto Superior de Agronomia. Universidade Técnica de Lisboa. Lisboa.
- 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.
- ALMEIDA, C.; SILVA, M. L.; CRISPIM, J. A. (1995b) - **COST 65 – National Report for Portugal. Hydrogeological Aspects of Groundwater Protection in Karstic Areas**. Final Report. EUR16547 EN. pp. 211-220.
- ANTUNES, C.; P. DUARTE, G. PRATES; P. SOUSA, C.A.; CUPETO, C. CATITA, A. NAVARRO; CALVÃO, J. (1998) - **Utilização de GPS na Determinação de Superfícies Piezométricas**. Poster presented at the 1ª Assembleia Luso-Espanhola de Geodesia e Geofísica, 9-13 February, Almeria, Spain.
- ARAÚJO, P.R.; FARINHA, J.C. (2004) - **Lagoa de Albufeira. Avaliação ecológica e socioeconómica e factores que influenciam a gestão**. Instituto da Conservação da Natureza/ Centro de Zonas Húmidas. Coordenação Mãe d'água, Lda. para o ICN
- ARROJA, L. (2007) – **O enquadramento legal português**. *Seminário Remediação de solos*. Instituto Superior de Engenharia do Porto. Porto.

- BATISTA, S.; CEREJEIRA, M.J.; VIANA, P.; SILVA, E.; GRAMACHO, L. (1999) - **Contaminação da Água Subterrânea com Pesticidas. Alguns Casos de Estudo no Ribatejo e na Beira Litoral.** Comunicação apresentada ao Seminário sobre Águas Subterrâneas, APRH, 10 pp.
- CALHEIROS, C.S.C.; RANGEL, A. O.S.S; CASTRO, PAULA M.L. (2009) - **Treatment of industrial wastewater with two-stage constructed wetlands planted with *Typha latifolia* and *Phragmites australis*.** Porto.
- 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.
- CARTAXO, L.; ALMEIDA, M.F.; PINELAS, R.A. (1985) - **Determinação das Cargas Poluidoras Brutas Produzidas pelos Sectores de Actividade Industrial em Portugal Continental. Caracterização e Avaliação de cargas Poluidoras, N° 4.** Direcção dos Serviços de Controle da Poluição. Direcção Geral dos Recursos e Aproveitamentos Hidráulicos. Lisboa.
- CARVALHO, R. (2000) – **Sistema aquífero de Pisões - Atrozela.** Tese de Mestrado. FCUL. Lisboa.
- CARVALHO, S.; MIDÕES, C.; DUARTE, P.; ORLANDO, M.; CUPETO, C.; ALMEIDA, C.; OLIVEIRA, M. (1998) - **Sistemas aquíferos de Estremoz - Cano e Elvas Vila Boim. Estudo dos recursos hídricos subterrâneos do Alentejo.** 4º Congresso da Água. Lisboa, 23 a 27 de Março de 1998
- CASTANHEIRA, É. G.; DIAS, A. C.; FERREIRA A. J. D.; PEREIRA, C. J. D.; ARROJA, L. (2009) - **Avaliação do impacte ambiental do sector dos Lacticínios em Portugal.** Comunicação ao Congresso Nacional da Água 2009. Lisboa.
- CENTRO DE INOVAÇÃO EM GESTÃO E AMBIENTE. (2010) - **Projectos de Execução para as Obras de Reabilitação de Pedreiras Abandonadas na Região Centro – 1ª Fase.** Empresa de Desenvolvimento Mineiro, S.A. Lisboa.
- COSTA, A. (1995) – **Avaliação de Recursos Hídricos Subterrâneos na Herdade de Torre de Palma.** Relatório Interno. Instituto Geológico e Mineiro. IGM, Lisboa.

- COSTA, H. (2004) – **Lagoa de Albufeira. Comunidade de Aves**. Instituto da Conservação da Natureza / Centro de Zonas Húmidas. Coordenação Mãe d'água, Lda. para o ICN
- COSTA, A. (1985) - **Características Hidrogeológicas dos Principais Afloramentos de Formações Carbonatadas do Substrato Hercínico no Alentejo**. Congresso sobre o Alentejo. Semeando novos Rumos, vol. II. Évora, p.657-665
- COSTA, A. (1994) - **Relatório de ensaios de aquífero feitos em furos da região de Borba**. Instituto Geológico e Mineiro. Departamento de Hidrogeologia. Lisboa.
- COSTA, C. M. (1992) - **As Pedreiras do Anticlinal de Estremoz**. Dissertação apresentada à Univ. Nova de Lisboa para obtenção do grau de Doutor em Geologia de Engenharia. Lisboa
- CRISPIM, J. A.; LOPES, L. M. (2007) - **Ligação hidrológica entre o Algar da Lomba e a nascente do Regatinho (Minde, Portugal)**. Actas do Simpósio Ibero-americano sobre o Património Geológico. Arqueológico e Mineiro em Regiões Cársicas, p. 19-22, SEDPGYM, Batalha.
- CRISPIM, J. A.; MONTEIRO A. R. (1990) - **Nota preliminar sobre a contaminação de algumas nascentes do Maciço Calcário Estremenho**. Geolis: Revista de Geologia Aplicada e do Ambiente, vol. IV (1 e 2), Lisboa, pp. 173-176.
- CRISPIM, J. A. (1986) - **Traçagens com Uranina em Minde**. 2º Congresso Nacional de Geologia, Maleo, 2 (13), Lisboa, pp. 16-17.
- CRISPIM, J. A. (1987) - Circulação subterrânea na zona norte das Serras de Ansião (Maciço de Sicó Alvaiázere, Portugal), **Geolis: Revista de Geologia Aplicada e do Ambiente**, vol. I, pp. 92-99.
- CRISPIM, J. A. (1987) - Evolução da hidrologia subterrânea na Gruta de Moinhos Velhos (Mira de Aire), Algar. **Bol. Soc. Port. Espeleologia**, 1, pp. 3-8. Lisboa.
- CRISPIM, J. A. (1995) - **Dinâmica Cársica e Implicações Ambientais nas Depressões de Alvados e Minde**. Tese Doutor. Univ. Lisboa. 394 p..
- CRISPIM, J. A. (2010) - **O sistema aquífero do Maciço Calcário Estremenho: Características e importância das traçagens para o conhecimento da circulação subterrânea**. Tágides. Volume 7. Administração de Região Hidrográfica do Tejo. ARH do Tejo, I.P. pp. 158-166.

- CRITES, R.; TCHOBANOGLOUS, G. (1998) - **Small and Decentralized Wastewater Management Systems**. McGraw-Hill Series in Water Resources and Environmental Engineering.
- CUNHA, L. V.; OLIVEIRA, R. P.; RIBEIRO, L.; MONTEIRO, J. P.; NUNES, L. M.; DILL, A. C. (2004) - **Impactos das Alterações Climáticas nos Recursos Hídricos Nacionais**, In: Climate Change in Portugal: Scenarios, Impacts, and Adaptation Measures - Phase II, SIAM Project (Scenarios, Impacts and Adaptation Measures)
- CUPETO, C. (1991) - **Contribuição para o conhecimento hidrogeológico do maciço calcário de Estremoz (Cano - Sousel)**. Dissertação apresentada à Universidade de Lisboa para obtenção do grau de Mestre em Geologia Económica e Aplicada, Lisboa. 180pp
- CURRINHA, J. (2008) - **Adição de Produtos Químicos e Ensaio de Electrocoagulação e Electro-Oxidação para o (Pré) Tratamento das Águas Residuais Provenientes dos Lagares de Produção de Azeite**. Tese de Mestrado, Departamento de Ciências e Engenharia do Ambiente, Universidade Nova de Lisboa. Lisboa.
- DEMIREL, B.; YENIGUN, O.; ONAY, T.T. (2005) - **Anaerobic treatment of dairy wastewaters: a review**. *Process Biochemistry*, 40, 2583–2595. London.
- DILL, A.; MÜLLER, I.; COSTA, A. M.; MONTEIRO, P. (1988) - **Importância do uso de métodos geofísicos electromagnéticos – Very low frequency electromagnetics (VLF-EM) e radio magnetotelluric – resistivity (RMT-R) no estudo de aquíferos cársicos do Alentejo e Algarve**. 4º Congresso da Água. Lisboa.
- DIOGO, P.A.; COELHO, P.S.; ALMEIDA, M.; MATEUS, N.S.; RODRIGUES, A.C. (2006) - **Estimativa de cargas de azoto e fósforo numa bacia hidrográfica costeira**. Comunicação ao II Congresso sobre Planeamento e Gestão das Zonas Costeiras dos Países de Expressão Portuguesa. Lisboa.
- DIOGO, P.A.; COELHO, P.S.; ALMEIDA, M.; MATEUS, N.S.; RODRIGUES, A.C. (2003) - **Estimativa de cargas difusas com origem agrícola na bacia hidrográfica do rio Degebe**. Comunicação ao 6º Simpósio de Hidráulica e Recursos Hídricos Países de Língua Oficial Portuguesa. Cidade da Praia. Cabo Verde.

- DIRECÇÃO GERAL DE ENERGIA E GEOLOGIA. (2009) - **Recuperação Ambiental das Áreas Degradadas**. Acedida em 14-10-2010 em <http://dgeg.pt/>
- EMPRESA DE DESENVOLVIMENTO MINEIRO, S.A. (2005) - **Plano director da Área Mineira da Bica. Relatório final**. Lisboa.
- EMPRESA DE DESENVOLVIMENTO MINEIRO, S.A. (2009) - **Plano director da Área Mineira da Carrasca. Relatório final**. Lisboa.
- EMPRESA DE DESENVOLVIMENTO MINEIRO, S.A. (2009) - **Plano director da Área Mineira de Coitos. Relatório final**. Lisboa.
- EMPRESA DE DESENVOLVIMENTO MINEIRO, S.A. (2009) - Plano director da Área Mineira de Pedreiros. Relatório final. Lisboa.
- EMPRESA DE DESENVOLVIMENTO MINEIRO, S.A. (2009) - Plano director da Área Mineira de Vale D'Arca. Relatório final. Lisboa.
- EMPRESA DE DESENVOLVIMENTO MINEIRO. (2008). **Monitorização ambiental e tratamento de efluentes ante e pós-remediação nas áreas mineiras dos radioactivos**. Lisboa.
- EMPRESA DE DESENVOLVIMENTO MINEIRO. (2007). **Acompanhamento e Beneficiação das Acções de Monitorização para Efeitos da Reabilitação de Áreas Mineiras Degradadas dos Radioactivos**. Lisboa.
- ERHSA (2001) - **Relatório final do Projecto Estudo dos Recursos Hídricos Subterrâneos do Alentejo**. Comissão de Coordenação da Região Alentejo, Évora.
- ESPÍRITO SANTO, M.D.; LOUSÃ, M.F.; COSTA, J.C.; DIOGO, M.C.; ARSÉNIO, P.; LA-GRANGE, P.M. (2001) - **Plano de Bacia Hidrográfica do rio Tejo. 1ª Fase. Anexo Temático 1 – Análise Biofísica** (Cap. V, Vegetação Natural, Fauna e Ecossistemas Associados) - Ministério do Ambiente e do Ordenamento do Território. 103-161.
- EUROPEAN COMMISSION (2003) - **Analysis of Pressures and Impacts**. WFD CIS Guidance Document N.º 3 (2003), 148 pp.
- EXMIN - COMPANHIA DE INDÚSTRIA E SERVIÇOS MINEIROS E AMBIENTAIS, S.A. (2003) - **Caracterizações e Projectos nas Minas dos Radioactivos – Fase 1, Relatório final**. Lisboa.

- EXMIN - COMPANHIA DE INDÚSTRIA E SERVIÇOS MINEIROS E AMBIENTAIS, S.A. (2003) - **Caracterizações e Projectos nas Minas dos Radioactivos – Fase 2, Relatório final**. Lisboa.
- FERNANDES, J.; RIBEIRO, L. (1999) - **Análise Espaço-Temporal da Piezometria do Sistema Aquífero Monforte – Alter do Chão**. Seminário sobre Aguas Subterrâneas, Associação Portuguesa dos Recursos Hídricos. Lisboa.
- FERNANDES, J.; FRANCÉS, A.; PARALTA, E. (1999) - **Utilização de SIG em estudos hidrogeológicos (áreas de intervenção do IGM no âmbito do Projecto ERHSA)**. Seminário sobre Sistemas de Informação Geográfica e Geológica de Base Regional. Beja, 23 de Setembro, pp 4.38-4.46.
- FERNANDES, J. (2001) - **Sistema Aquífero Monforte – Alter do Chão. Fichas dos Sistemas Aquíferos do Alentejo – Anexo II do Relatório Técnico do ERHSA (IGM)**. Publicado pela Comissão de Coordenação da Região Alentejo, Évora, 139 pp.
- FERNANDES, J.; RIBEIRO, L. (2001) - **A geomathematical approach to characterizing the spatio-temporal groundwater flow in Monforte-Alter do Chão aquifer, Portugal**. Proceedings of the XXXI International Association of Hydrogeologists Congress - New Approaches Characterizing Groundwater Flow, Munich, Germany.
- FERNANDES, J.; FRANCÉS, A.; MARQUES DA COSTA; MIDÕES, C. (2001) - **Utilização de ferramentas informáticas no âmbito do Estudo dos Recursos Hídricos Subterrâneos do Alentejo (ERHSA)**. Seminário sobre a Hidroinformática em Portugal, LNEC, Lisboa.
- FERNANDES, J.; FRANCÉS, A. (2002) - **Sistema aquífero Monforte - Alter do Chão. Resultados obtidos no âmbito do Estudo dos Recursos Hídricos Subterrâneos do Alentejo (ERHSA)**. Resumo de Posters, 6º Congresso da Água, Porto, 18 a 22 de Março.
- FERREIRA, A.M. (2009) - **Modelo de Gestão de afluência a Digestor Anaeróbio**. Tese de Mestrado. Departamento de Ciências e Engenharia do Ambiente. Universidade Nova de Lisboa.
- FERREIRA, M.T.; GODINHO, F.N.; OLIVEIRA, J.M.; AGUIAR, F.F.; ALBUQUERQUE, A. (2001) - **Plano de Bacia Hidrográfica Do rio Tejo. 1ª Fase. Anexo 9, Conservação da Natureza. Parte I. Ecossistemas Dulçaquícolas**. 523pp

- FLEURY, E. (1940) - **Les eaux du groupe de l'Alviela ou des grandes résurgences des calcaires jurassiques des Olhos de Água, d'Ota et d'Alenquer.** In Relatório sobre o Tratamento das Águas de Lisboa, Anexo IV, M.O.P.C., pp. 129-191. Lisboa.
- FRANCÉS, A.; FERNANDES, J.; PARALTA, E.; RIBEIRO, L. (2001) - **Development and application in the Alentejo region of a new method to assess the vulnerability of groundwater to diffuse agricultural pollution: the susceptibility index.** 3rd Internacional Conference on Future Groundwater Resources at Risk, IAHR, Lisbon, Portugal, 25 – 27 June.
- FREITAS, M.R. (2007) - **Avaliação do potencial energético dos resíduos Sólidos dos lagares do Alentejo.** Dissertação de Mestrado. Instituto Superior de Agronomia. Universidade Técnica de Lisboa. Lisboa
- FREITAS, M.C.; T. FERREIRA (2004) - **Lagoa de Albufeira. Geologia.** Instituto da Conservação da Natureza/ Centro de Zonas Húmidas. Coordenação Mãe d'água, Lda. para o ICN.
- GABINETE DE PLANEAMENTO E POLÍTICAS. (Fevereiro, 2007) - **Olivicultura: Diagnóstico Sectorial.** Ministério da Agricultura, Desenvolvimento Rural e Planeamento. Lisboa.
- GABINETE DE PLANEAMENTO E POLÍTICA AGRO-ALIMENTAR. MINISTÉRIO DA AGRICULTURA. (2001) - **Contas de cultura das actividades vegetais.** Lisboa. Acedido em 14-10-2010 em <http://www.gppaa.min-agricultura.pt/publicacoes.html>
- GOVERNO DO ESTADO DE SÃO PAULO, SECRETARIA DO MEIO AMBIENTE, CETESB - COMPANHIA DE TECNOLOGIA DE SANEAMENTO AMBIENTAL, FIESP - FEDERAÇÃO DAS INDÚSTRIAS DO ESTADO DE SÃO PAULO. (2008) - **Guia técnico ambiental de produtos lácteos.** São Paulo.
- HARP-NUT (2007) - **Guideline 6: Quantification and Reporting of Nitrogen and Phosphorus Losses from Diffuse Anthropogenic Sources, and Natural Background Losses.** Acedido em 14-10-2010 em http://www.ospar.gov/v_measures/
- HATTON, T; EVANS, R. (1998) - **Dependence of Ecosystems on Groundwater and its Significance to Australia.** Land and Water Resources Research and Development Corporation. Canberra. Technical Report. Australia (www.lwrrdc.gov.au) - 77 pp.

- HERBERT, H.P.F. (1990) - **Aerobic Treatment of Dairy Wastewater**. Biotechnonology Techniques. Vol 4, No 1, 1-4.
- HENRIQUES, R. S. (2010) – **Estudo de ampliação de capacidade de ETAR e integração de uma etapa anaeróbia – Caso de estudo da ETAR de Fervença**. Tese de Mestrado. Departamento de Ciências e Engenharia do Ambiente, Universidade Nova de Lisboa, Lisboa.
- INAG (2009a) - **Memorando substâncias perigosas** - 80/68/CEE - Directiva do Conselho de 17 Dezembro 1979. Memorando Interno. Ministério do Ambiente e do Ordenamento do Território, Instituto da Água, I. P. 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.
- INOVAÇÃO E PROJECTOS EM AMBIENTE, Lda. (2002) - **Resumo Não Técnico do Estudo de Impacte Ambiental do Parque Industrial do Seixal – 3ª Fase**. Lisboa.
- INSAAR (2010) - **Relatório do Estado do Abastecimento de Água e da Drenagem e Tratamento de Águas Residuais Sistemas Públicos Urbanos** (dados 2008) - Maio 2010.
- INSPECÇÃO-GERAL DO AMBIENTE E ORDENAMENTO DO TERRITÓRIO. (2006) - **Relatório Temático de Inspeções Ambientais no Sector de Matadouros e Transformação de Carnes**. Lisboa.
- INSPECÇÃO-GERAL DO AMBIENTE E ORDENAMENTO DO TERRITÓRIO. (2005) - **Relatório Temático de Inspeções Ambientais no Sector dos Lacticínios em 2004/2005-Queijarias Tradicionais e Industriais**. Lisboa.
- INSPECÇÃO-GERAL DO AMBIENTE E ORDENAMENTO DO TERRITÓRIO. (2005) - **Relatório de Actividades. Campanha das Adeegas: Balanço**. Lisboa.
- INSPECÇÃO-GERAL DO AMBIENTE E ORDENAMENTO DO TERRITÓRIO. (2005) - **Relatório de Actividades. Resíduos Industriais Perigosos (RIP)**. Lisboa.
- INSTITUTO DOS RESÍDUOS. (2003) - **Estudo de Inventariação de Resíduos Industriais, Relatório Síntese**. Lisboa.

- INSTITUTO NACIONAL DE ENGENHARIA E TECNOLOGIA INDUSTRIAL. (2001) - **Guia Técnico: Sector dos Óleos Vegetais Derivados e Equiparados**. Lisboa.
- IPPC. (2006) - Integrated Pollution Prevention and Control, Reference Document on Best Available Techniques in the Food, Drink and Milk Industries. European Commission, Brussels. Belgium.
- KORN, M.; GREEN, A.J.; MACHADO, M.; GARCÍA-DE-LOMAS, J.; CRISTO, M.; CANCELA DA FONSECA, L.; FRISCH, D.; PÉREZ-BOTE, J.L.; HUNSDOERFER, A.K. (2010) - **Phylogeny, molecular ecology and taxonomy of southern Iberian lineages of *Triops mauritanicus* (Crustacea: Notostraca)**. *Organisms, Diversity e Evolution*, DOI 10.1007/s13127-010-0026-y
- KORN, M.; MARRONE, F.; PÉREZ-BOTE, J.L.; MACHADO, M.; CRISTO, M.; CANCELA DA FONSECA, L.; HUNSDOERFER, A.K. (2006) - **Sister species within the *Triops cancriformis* lineage (Crustacea, Notostraca)**. *Zoologica Scripta*, 35(4): 301-322.
- LEAL, M.C.M.R.; FREIRE, D.M.G.; CAMMAROTA, M.C.; SANT'ANNA, G.L. (2006) - **Effect of enzymatic hydrolysis on anaerobic treatment of dairy wastewater**. *Process Biochemistry*, 41, (2006) 1173–1178.
- LEITÃO, T.E.; MOREIRA, P.; LOBO FERREIRA, J.P.C.; OLIVEIRA, M.M.; MOINANTE, M.J.; HENRIQUES, M. J. (2000) - **Caracterização dos Recursos Hídricos Subterrâneos da Área Abrangida pelo Plano de Bacia Hidrográfica do rio Tejo. Anexo Temático 10 - Qualidade dos Meios Hídricos. Tomo B - Qualidade das Águas Subterrâneas**. Relatório Final da Fase 1. Maio de 2000, 139 pp.
- LIFE. (2010) - **LIFE among the olives: Good practice in improving environmental performance in the olive oil sector**. European Commission. Luxembourg.
- LOBO FERREIRA, J. P. C.; MOINANTE, M. J.; OLIVEIRA, M. M.; LEITÃO, T. E.; NOVO, M. E.; MOREIRA, P.; HENRIQUES, M. J. (1999) - **Plano de Bacia Hidrográfica do rio Sado. 1ª Fase. Caracterização dos Recursos Hídricos Subterrâneos da Área Abrangida pelo Plano de Bacia Hidrográfica do rio Sado. Anexo Temático 4 – Recursos Hídricos Subterrâneos**. Relatório Interno. LNEC-GIAS, Outubro de 1999, 258 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.

LOBO FERREIRA, J.P.C.; OLIVEIRA, M.M.; LEITÃO, T.E.; NOVO, M.E.; MOINANTE, M.J.; MOREIRA, P.; HENRIQUES, M. J. (1999) - **Volume IV - Diagnóstico 5: Problemas de Qualidade das Origens de Água Águas Subterrâneas. Plano de Bacia Hidrográfica do rio Tejo.** Outubro de 1999, 20 pp.

LOBO FERREIRA, J.P.C.; OLIVEIRA, M.M.; LEITÃO, T.E.; NOVO, M.E.; MOINANTE, M.J.; MOREIRA, P.; HENRIQUES, M. J. (1999) - **Plano de Bacia Hidrográfica do rio Tejo. 1.ª Fase - Análise e Diagnóstico da Situação Actual. Anexo Temático 4 - Recursos Hídricos Subterrâneos. Tomo A - Caracterização Hidrogeológica.** Estudo realizado para a Hidrotécnica Portuguesa. Consultores para Estudos e Projectos Lda., Proc. 607/1/13022, LNEC-GIAS, Maio 1999, 371 pp.

LOPES, L. M.; CRISPIM, J. A.; HENRIQUES, J. M. (2007) - **Traçagem da circulação subterrânea entre a depressão do Mindinho e o Polje de Minde (Mira de Aire, Portugal).** Actas do Simpósio Ibero-americano sobre o Património Geológico, Arqueológico e Mineiro em Regiões Cársicas, p. 13-17, SEDPGYM, Batalha.

LUZ, A. P.; FRANCÉS, A.; FERNANDES, J.; CARVALHO DILL, A. (2001) - **Aplicação de um SIG na selecção de locais para implantação de aterros sanitários em áreas vulneráveis à contaminação de aquíferos.** Seminário sobre A Hidroinformática em Portugal, LNEC, Lisboa.

LUZ, A.; FRANCÉS, A.; FERNANDES, J.; DILL, A. (2002) - **Aplicação de um SIG na selecção de locais para implementação de aterros sanitários em áreas vulneráveis à contaminação de aquíferos.** 6º Congresso da Água, Porto, 18 a 22 de Março.

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

MACHADO, M.; CRISTO, M.; CANCELA DA FONSECA, L. (1999a) - Non-Cladoceran Branchiopod Crustaceans from Southwest Portugal. I. Occurrence notes. **Crustaceana**, 72(6): 591-602.

MACHADO, M.; CRISTO, M.; REIS, J.; CANCELA DA FONSECA, L. (1999b) - Biological data on *Triops cancriformis mauritanicus* (Ghigi, 1921) and *Cyzicus*

grubei (Simon, 1886) - crustacea, branchiopoda - in SW Portugal temporary ponds.
Limnetica, 16: 1-7

MENDONÇA J. L.; CABRAL, J. (2003) - **Identificação de falhas na Bacia Cenozóica do Tejo através de técnicas de investigação hidrogeológica**. *Comum. Inst. Geolo. e Mineiro*, t. 90, pp. 91-102.

MENDONÇA, J. J. L. (1991) - **Clima e recursos hídricos da área aluvionar da bacia do Tejo**. *Memórias e Notícias, Publ. Mus. Lab. Mineral. Geol., Univ. Coimbra*, n.º 111, pp. 53-75.

MENDONÇA, J. J. L. (2010) - **Caracterização geológica e hidrogeológica da Bacia Terciária do Tejo-Sado. Os Aquíferos da Bacia do Tejo e das ribeiras do Oeste. Saberes e Reflexões**. Tágides. Volume 7. Administração de Região Hidrográfica do Tejo. ARH do Tejo, I.P. pp 60-66.

MENDONÇA, J. L. (1990) - **Sistema aquífero aluvionar do vale do Tejo. Características e funcionamento hidráulico**. Dissertação apresentada à Univ. de Coimbra para obtenção do grau de doutor em Geologia. COIMBRA. 343 p.

METCALF; EDDY. (2003) - **Wastewater Engineering, Treatment and Reuse**. 4th Edition. McGraw-Hill. New York.

MIDÕES, C. (1999) - **Contribuição para o conhecimento hidrogeológico das formações carbonatadas paleozóicas do anticlinal de Estremoz**. Dissertação de mestrado, Faculdade de Ciências da Universidade de Lisboa, Lisboa, 155p.

MINISTÉRIO DO AMBIENTE, DO ORDENAMENTO DO TERRITÓRIO E DO DESENVOLVIMENTO REGIONAL. (2007) - **ENEAPAI - Estratégia Nacional para os efluentes agro-pecuários e agro-industriais**. Lisboa.

MINISTÉRIO DAS OBRAS PÚBLICAS, TRANSPORTES E COMUNICAÇÕES. (2009) - **Candidatura ao POVT - Operação: Implementação de um conjunto de Acções Prioritárias para Recuperação do Passivo Ambiental dos Territórios da Ex- Siderurgia Nacional - 1ª Fase: Estudo final de caracterização do estado de contaminação dos solos e águas subterrâneas**. Memória Descritiva. Acedido em 14-12-2010 em <http://www.povt.qren.pt/tempfiles/20090827185225moptc.pdf>

MINISTÉRIO DAS OBRAS PÚBLICAS, TRANSPORTES E COMUNICAÇÕES. (2010) - **Candidatura ao POVT – Remoção de resíduos depositados nas Zonas**

Poente, Nascente e Central do Vazadouro I do Território da Ex – Siderurgia Nacional. Memória Descritiva. Acedido em 14-12-2010 em <http://www.povt.qren.pt/tempfiles/20100903113958moptc.pdf>

MONTEIRO, A. L. (1996) – **Caracterização das Águas e Optimização do Funcionamento de ETARs Vitivinícolas.** Tese de Doutoramento. Universidade do Porto. Porto.

MONTEIRO J.P. (2001) - **Calculation of Equivalent Hydraulic Conductivity as Unknown Variable of a Boundary Value Problem in a Carbonate Aquifer (Castelo de Vide, Portugal).** FGR'01 - 3rd International Conference on Future Groundwater Resources at Risk. UNESCO, CVRM publ. Lisbon, Portugal, pp 235-242.

MONTEIRO J.P. (2001a) - **Interpretation of Pumping Tests and Evaluation of the Order of Magnitude for Hydraulic Parameters Characterising Dissolution Channels in the Castelo de Vide Carbonate Aquifer (Portugal).** FGR'01 - 3rd International Conference on Future Groundwater Resources at Risk. UNESCO, June 25-27, CVRM publ. Lisbon, Portugal, pp 235-242 pp 673-680.

MONTEIRO, J.P. (2001b) - **Characterisation of A Carbonate Aquifer For The Application of A Regional Discrete Continuum Flow Model (Castelo De Vide Carbonate Aquifer - Alentejo, Portugal).** Thesis presented to the Faculty of Sciences of the Neuchâtel University to fulfil the requirements for the title of Docteur ès Sciences. Neuchâtel Centre of Hydrogeology - CHYN. Switzerland, pp. 143.

MONTEIRO, J. P. (2010) - **Sistema Aquífero de Escusa (Castelo de Vide).** Os Aquíferos da Bacia do Tejo e das ribeiras do Oeste. Saberes e Reflexões. Tágides. Volume 7. Administração de Região Hidrográfica do Tejo. ARH do Tejo, I.P. pp 123-130.

MONTEIRO, J.; SILVA, M. (1995) - **Recursos Hídricos e Parâmetros Hidráulicos das Formações Carbonatadas de Alter do Chão-Monforte.** Universidade do Porto, Vol n.º4, pp 479-483.

MONTEIRO, J.P.; SILVA, M.L.; CARREIRA, P.M.; SOARES, A.M. (1997) - **Aplicação de Métodos Geoquímicos Isotópicos à Interpretação da Hidrodinâmica do Aquífero Carbonatado da Serra de S. Mamede (Castelo de Vide).** Actas do VII Congresso de Espanha de Geoquímica, Ed. Cedex, pp. 544-551.

- MONTEIRO, J. P.; CHAMBEL, A.; MARTINS, J. (2008) - **Conceptual and Numerical Flow Model of the Sines Aquifer System (Alentejo, South Portugal)**. International Groundwater Symposium. International Association of Hydraulic Engineering and Research (IAHR) - Istanbul-Turkey. p.38 (abstract) and doc. elect. CD-Rom 9pp
- MONTEIRO, J.P.; ACHOUR, F. (2005) - **Calibration of a Discrete Continuum Flow Model in a Karstic Aquifer. Geological Society of America**. Salt Lake, Utah. Water Resource Management and Planning for Fractured and Karstic Aquifers. GSA Abstracts Vol. 37, No. 7.
- MONTEIRO, J.P.; RIBEIRO, L. (2002) - **Characterization of a Carbonate Aquifer for the Application of a Regional Discrete Continuum Flow Model**. Acta Universitatis Carolinae – Geologica. 2002, 46 (2/3), pp 382-386.
- MONTEIRO, J.P.; SILVA, M.L. (1992a) - Aspectos da Hidrogeologia e Qualidade das Águas Associadas à formação Carbonatada de Escusa (Castelo de Vide) - **Revista de Geologia Económica Aplicada e do Ambiente (GEOLIS)**, Secção de Geologia Económica e Aplicada da Faculdade de Ciências da Universidade de Lisboa, Vol. VI, fasc. 1 e 2. Lisboa pp 19-32.
- MONTEIRO, J.P.; SILVA, M.L. (1992b) - Estudo Hidrogeológico dos Calcários Dolomíticos de Escusa (Portalegre) - **Revista da Associação Portuguesa de Recursos Hídricos A.P.R.H.** Vol. 14, n.º 1. Lisboa, pp. 13-19.
- MONTEIRO, J.P.; SILVA, M.L. (1994) - **Influência da Actividade Antrópica na Qualidade das Águas da Formação de Escusa (Castelo de Vide)**. Actas del congreso Análisis y Evolución de la Contaminación de las Aguas Subterráneas. Alcalá de Henares (Madrid, España de 7 al 10 de Febrero de 1994) - Dep. de Geología de La Universidad de Alcalá. Int. Assoc. Hidrog. (AIH) Madrid. Tomo II, pp. 455-467.
- MONTEIRO, J.P.; SILVA, M.L. (1998) - **Modelação Matemática de Escoamento em Aquíferos Cársicos – Discussão de Objectivos e Métodos Baseada num Caso de Estudo**. Actas do 4.º Congresso da Água. Tema: Águas subterráneas APRH. pp 255-266 e documento electrónico em CD-ROM 15 pp.
- MONTEIRO, J.P. (1993) - **Estudo Hidrogeológico da Formação carbonatada de Escusa (Castelo de Vide)**. Dissertação Apresentada à Faculdade de Ciências da Universidade de Lisboa para obtenção do título de Mestre em Geologia Aplicada.

170 pp. /Master Science in Applied Geology.

MONTEIRO, J.P. (2001b) - **Characterisation of a Carbonate Aquifer for the Application of a Regional Discrete Continuum Flow Model (Castelo De Vide Carbonate Aquifer - Alentejo, Portugal)**. Thesis presented to the Faculty of Sciences of the Neuchâtel University to fulfil the requirements for the title of Docteur ès Sciences. Neuchâtel Centre of Hydrogeology - CHYN. Switzerland. 143 pp.

MONTEIRO, J.P. (2001c) - **Characterisation of a Carbonate Aquifer for the Application of a Regional Discrete Continuum Flow Model (Castelo De Vide Carbonate Aquifer - Alentejo, Portugal)**. Thesis presented to the Faculty of Sciences of the Neuchâtel University to fulfil the requirements for the title of Docteur ès Sciences. Neuchâtel Centre of Hydrogeology - CHYN. Switzerland. 143 pp.

MONTEIRO, J.P.; SILVA, M.L.; CARVALHO DILL, A. (1998) - **Dos Modelos Conceptuais aos Modelos Matemáticos de Simulação de Fluxo. O Caso do Aquífero Cársico de Castelo de Vide**. Com. Instituto Geológico e Mineiro. V Cong. Nac. Geologia. Tomo 84. Fasc. 2. pp e-41-44.

MONTEIRO, J.P.; SILVA, M.L.; CARREIRA, P.M.; SOARES, A.M. (1997) - **Aplicação de Métodos Geoquímicos Isotópicos à Interpretação da Hidrodinâmica do Aquífero Carbonatado da Serra de S. Mamede (Castelo de Vide)**. Actas do VII Congresso de Espanha de Geoquímica, Ed. Cedex, pp. 544-551.

MOREIRA, C. M.; MAIA, O. M. (2005) – **Estratégia do Processo de Vinificação Face à Poluição Provocada Pelos Efluentes das Adeegas**. Acedido em 14/10/2010 em http://www.repositorium.sdum.uminho.pt/bitstream/1822/4462/.../CNQA1767_1776.pdf

NASCIMENTO, J. (2010) - **Sistema Aquífero de Ourém**. Tágides. Volume 7. Administração de Região Hidrográfica do Tejo. ARH do Tejo, I.P. pp 168-174.

NASCIMENTO, J. (2010) - **Modelo Hidrogeológico Tridimensional do Aquífero de Ourém**. Dissertação para obtenção do Grau de Mestre em Engenharia dos Recursos Hídricos. Universidade de Évora, 2010. pp 62.

NASCIMENTO, D. G. F.; CASTRO, D.A. (2005) – **Influência das fossas Sépticas na Contaminação do Manancial Subterrâneo por Nitratos e os Riscos para os que Optam Pelo Autoabastecimento como Alternativa dos Sistemas Públicos**

de Distribuição de Água. 23º Congresso Brasileiro de Engenharia Sanitária e Ambiental. Baia.

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

NEWMAN, J.M.; CLAUSEN, J.C.; NEAFSEY, J.A. (2000) - **Seasonal performance of a wetland constructed to process dairy milkhouse wastewater in Connecticut.** *Ecological Engineering*, 14, 181–198.

OLIVEIRA, M. M. (2010) - **Sistema Tejo-Sado: Recarga de Águas Subterrâneas. Os Aquíferos da Bacia do Tejo e das ribeiras do Oeste. Saberes e Reflexões.** Tágides. Volume 7. Administração de Região Hidrográfica do Tejo. ARH do Tejo, I.P. pp 123-130.

OLIVEIRA, M.M.; LOBO FERREIRA, J.P.C.; NOVO, M.E. (1999) - **Plano de Bacia Hidrográfica do rio Tejo. 1.ª Fase - Análise e Diagnóstico da Situação Actual. Anexo Temático 4 - Recursos Hídricos Subterrâneos. Tomo B - Caracterização do Balanço Hídrico Subterrâneo.** Estudo realizado para a Hidrotécnica Portuguesa – Consultores para Estudos e Projectos Lda., Proc. 607/1/13022, LNEC-GIAS, Novembro de 1999, 302 pp.

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

OLIVEIRA, R.; RIBEIRO, L.; MENDES, M.P.; NASCIMENTO, J. (2010) - **Plano Estratégico de Cascais face às alterações climáticas.** Sector Recursos Hídricos. Câmara Municipal de Cascais/ Instituto Superior Técnico. 27pp

PARALTA, E. A. (1995) - **Contribuição para o Estudo Hidrogeológico da Bacia de Ourém.** Lisboa. Departamento de Geologia da Faculdade de Ciências da Universidade de Lisboa. Estágio Profissionalizante em Geologia Aplicada e do Ambiente. 88pp

- PETRUUY, R.; LETTINGA, G. (1997) - **Digestion of a milk-fat emulsion**. *Bioresource Technology* 61, 141-149.
- PINTO, L. (2003) - **Azeite e Ambiente**. Voz da Terra, Dossier de Agosto de 2003.
- PIRES, A.; GARCIA, V. (2010) - **Tratamento de efluentes na Indústria**. Acedido em 14/11/2010 em <http://www.prambiente.com/site/images/zoom/BXXBEW/artigo.pdf>
- PIRRA, A. J. D. (2005) - **Caracterização e Tratamento de Efluentes Vinícolas da Região Demarcada do Douro**. Tese de Doutoramento. Universidade de Trás-os-Montes e Alto Douro. Vila Real.
- PIRRA, A. J. D. (2009) - **Distribuição de lamas e efluentes vinícolas no solo: uma alternativa eco-eficiente para o seu tratamento**. Revista de Ciências Agrárias, volume 32, nº2, 67-84. Acedida em 28-10-2010 em <http://www.scielo.oces.mctes.pt/>
- PNUD (1980) - **Étude des eaux souterraines de la péninsule de Setúbal (système aquifère Mio-Pliocène du Tejo et du Sado)**. Rapport final sur les résultats du project, conclusions et recommandations. Programme des Nations Unies pour le Developpement, Direcção-Geral dos Recursos e Aproveitamentos Hidráulicos, Lisboa.
- PROGRAMA OPERACIONAL DE VALORIZAÇÃO DO TERRITÓRIO. (2008) - **Lista de Beneficiários de Financiamento Comunitário - FEDER e Fundo de Coesão, Situação em 31 de Janeiro de 2009**. Acedido em 14-12-2010 em <http://www.povt.qren.pt/tempfiles/20090216173045moptc.pdf>
- PROGRAMA OPERACIONAL DE VALORIZAÇÃO DO TERRITÓRIO. (2010) - **Lista de Beneficiários de Financiamento Comunitário - FEDER e Fundo de Coesão, Situação em 30 de Setembro de 2010**. Acedido em 14-12-2010 em <http://www.povt.qren.pt/tempfiles/20101028151653moptc.pdf>
- RIBEIRO, C.; MONTEIRO, J.P.; RIBEIRO, L.; NASCIMENTO, J.; AMARO, S. (2003) - **Realidade Virtual no Aquífero de Castelo de Vide**, in Ribeiro L. e Peixinho de Cristo F. (eds.) *As Águas Subterrâneas no Sul da Península Ibérica*, APRH publ., Lisboa, pp 171-182.
- RODRIGUES, F. (2008) - **Solos Contaminados – Situação em Portugal**. Comunicação ao III Encontro Ibérico de Riscos Ambientais. Elementos estratégicos do desenvolvimento sustentável. Porto.

- SANTOS, A.M.P.C. (2009) - **Protecção do Solo, Construção de uma Política Comunitária**. Instituto Nacional de Administração, Diploma de Especialização em Políticas do Ambiente. Lisboa.
- SARDINHA, J. M.; ÂNGELO, A.; DAMASCENO, J.; CARVALHO, M.; BASTOS, P.; SANTOS, S. (2002) - **Soluções Tipo para Pequenas Instalações de Tratamento de Águas Residuais**. Águas de Portugal. Lisboa.
- SCARASSATI, D.; et al. (2003) - **Tratamento de Efluentes de Matadouros e Frigoríficos**. III Fórum de Estudos Contábeis 2003. Centro Superior de Educação Tecnológica – UNICAMP. Campinas.
- SILVA, C.B. (2009) - **Aplicación directa de resíduos de almazaras de dos fases en un olivar com riego localizado**. Tesis doctoral. Facultad de Ciencias. Universidad de Extremadura. Badajoz.
- SIMÕES, M. M. M. (1998) - **Contribuição para o conhecimento hidrogeológico do Cenozóico na Bacia do Baixo Tejo**. Tese de Doutoramento. Universidade Nova de Lisboa.
- TEIXEIRA, L.; ANDRADE, S.; GUINÉ, R.P.F. (2008) - **Projecto Industrial de uma Adega e Centro de Aproveitamento de Subprodutos**. Millenium n.º 34. Instituto Superior Politécnico de Viseu. Viseu.
- U.S.EPA. (2002) - Onsite Wastewater Treatment Systems Manual. Cincinnati, OH.
- VIEIRA, R. (2009) – **Contribuição para o Estudo do Tratamento de Efluentes da Indústria Vinícola**. Tese de Mestrado. Departamento de Ciências e Engenharia do Ambiente da Universidade Nova de Lisboa. Lisboa.

Anexo 1 – Geologia da área do Plano de Gestão de Região Hidrográfica do Tejo

Fonte de informação:

Nazareth, A., Nazareth, M., Rodrigues, P. e Jorge, C., 2001 - Capítulo "I – Geologia e Geomorfologia", *in* "Plano de Bacia Hidrográfica do rio Tejo. 1ª Fase - Análise e Diagnóstico da Situação Actual. Anexo Temático 1 – Análise Biofísica". pp. 5-56.

Quadro – Características das formações geológicas presentes na área do PGRH do Tejo

| Unidade estrutural | Sub-unidade e/ou Idade | Descrição geológica |
|-------------------------------|---|---|
| Bacia Terciária do Baixo Tejo | Sedimentos quaternários | Os terraços fluviais (Q) testemunham as últimas das várias fases de encaixe do Tejo. No geral, são formações conglomeráticas. As aluviões (a) são de natureza essencialmente arenosa e podem atingir espessuras superiores a 60 m. |
| | Sedimentos terciários | Estes sedimentos preenchem a zona de afundimento do curso inferior do Tejo, onde se constituiu, no Terciário e no Quaternário, um pronunciado golfo. A periferia deste golfo conserva testemunhos dos sedimentos terciários mais antigos, que resistiram aos processos de erosão a que foram expostos, de cada vez que o nível do mar baixava e os colocava a seco. Os Conglomerados, Arenitos e Pelitos de Alcanede e Runa (ϕA) podem observar-se na margem direita da bacia de sedimentação, acompanhando o contacto tectónico em que os maciços calcários da Orla Ocidental cavalgam aquela bacia. Entre a Ota e o Carregado, o contacto é menos discordante e passa a ser seguido por uma faixa estreita de Calcários da Quinta da Marquesa (ϕM) . A jusante de Alhandra, os sedimentos que identificam a margem da bacia de sedimentação são os do Complexo de Benfica (ϕB) . Este inclui os Calcários de Alformelos , formados sobre um nível de base conglomerático e seguidos de argilitos arcóscicos e de argilitos , passando lateralmente a conglomerados . A margem esquerda da bacia, situa-se numa área de inclinação suave. Os sedimentos que nela se constituíram definem, por isso, uma zona marginal e não uma linha de margem. Esses sedimentos são designados por Formação de Vale do Guizo (M_V) e incluem arcosarenitos , mais ou menos conglomeráticos na base. Sucodem-se, à direita do Tejo, depósitos fluviais, identificados por Areias de Vila Nova da Rainha/Complexo de Ota (M_O) , de constituição quartzarenítica e/ou arcosarenítica , localmente conglomeráticos e de cor vermelho ferruginoso para a base. À esquerda do Tejo, sucedem à formação M_V as Argilas de Tomar (M_T) , enquanto à direita se constituem os Calcários de Santarém e Almoster (M_{ST}) e, na região de Lisboa, se depositou a Série Marinha Miocénica de Lisboa-Almada (M_L) . Nesta série, distinguem-se vários níveis de sedimentos de grande continuidade e características, cuja sequência, dos mais antigos para os mais modernos, é a seguinte: Camadas com Venus Ribeiroi (na base), Areolas de Estefânia, Banco Real, Areias de Forno do Tijolo, Areias da Quinta do Bacalhau, Calcários de Casal Vistoso, Areias com P. miocénica, Calcários de Musgueira, Areias de Vale de Chelas, Camadas da Quinta das Conchas, Calcários de Marvila, Areolas de Braço de Prata e Areolas de Cabo Ruivo . Seguem-se, no interior do Ribatejo e à esquerda do Tejo, os Conglomerados da Serra de Almeirim (P_{AI}) , e os Arenitos de Ulme (P_U) , enquanto, à direita do Tejo e numa zona circunscrita se formaram os Diatomitos e lenhitos de rio Maior (P_R) , com enchimento de areias brancas. Contemporâneas destas formações são as Camadas de Alfeite (P_{AF}) , constituídas na região de Lisboa-Setúbal, às quais sucedem areias (brancas) de Coima , com argilas negras e diatomitos intercalados. |
| Bordadura Ocidental | Formações de Cobertura da Bordadura Ocidental | Integram-se, neste conjunto de formações, depósitos miocénicos restritos, englobados na nomenclatura de Areias e Argilas de Pombal (M_P) e que ocorrem, sobretudo, na bacia do rio Nabão. Integram-se também, no mesmo conjunto, depósitos sedimentares que se constituíram em depressões dos maciços calcários jurássicos, sobretudo na serra dos Candeeiros e na serra d'Aire. |
| | Filões e Chaminés Vulcânicas | Trata-se de pequenas mas significativas ocorrências de rochas intrusivas, que se encontram na bacia do Trancão e na região de rio Maior, nesta relacionadas com tectónica diapírica. |
| | Complexo vulcânico de Lisboa | Este complexo é constituído por escoadas de basaltos alcalinos que intercalam níveis de tufos vulcânicos e depósitos de argilas . O complexo apresenta-se cortado por uma rede de filões, em que se identificam doleritos, traquitos, microgranitos e outros tipos litológicos. |
| | Cretácico | Formações C1: - Calcários da região de Cascais; - Grés de Torres Vedras (C^1_A) , observável, na bacia do Tejo, no flanco N da serra de Montejunto e a norte de rio Maior; - Grés de Almargem (C^1_A) , na área de Montejunto-Arruda dos Vinhos. Formações C2: - Calcários com rudistas , dos quais existem numerosos afloramentos na bacia do rio Trancão e nas bacias da margem direita do Tejo, a jusante de Lisboa. |
| | Jurássico | Formações J1 (a norte de Tomar): incluem os calcários dolomíticos de Coimbra e, superiormente a estes, Calcários margosos e Margas de Tomar . Formações J2: estão representadas na bacia do Tejo pelos Calcários oolíticos de Santo António e Candeeiros (J^2_O) . Formações J3: nesta sequência sedimentar, distinguem-se os Calcários de Cabaços e, superiormente a estes, os Calcários de Montejunto . Sobre estes termos, encontram-se as Camadas de Abadia , de constituição margo-carbonatada , a que se sucedem grés e argilas , do conjunto designado por Grés Superiores (J^3_G) , que ocupam uma vasta área, nas regiões de Arruda dos Vinhos, da serra de Montejunto e da serra dos Candeeiros. Já na região envolvente de Lisboa, identificam-se Margas de Abadia, Calcários e brechas recifais de Mem Martins (J^3_F) , os Calcários de Farta-Pão (J^3_F) e as Arcoses de Castanheira . A culminar esta sequência sedimentar encontram-se as Camadas do Freixial (J^3_F) . |

| Unidade estrutural | Sub-unidade e/ou Idade | Descrição geológica | | |
|---------------------|---|--|---|---|
| | Triásico-Jurássico | Trata-se de sedimentos greso-conglomeráticos com a designação genérica de Grés de Silves , aos quais se sucedem as Margas de Dagorda , gipsíferas. Segundo a Notícia Explicativa da Folha 26-D (Caldas da Rainha) da Carta Geológica na escala 1:50 000, a leste da <i>serra dos Candeeiros</i> , o Complexo de Dagorda forma uma estreita faixa que se estende desde a Serra da Lua até Assenta, alargando-se nesta última área, onde está representado por margas avermelhadas e por algumas intercalações de calcários dolomíticos . | | |
| Maciço Antigo | Formações de cobertura do Maciço Antigo | Sedimentos quaternários | De entre estes depósitos sedimentares, merecem menção especial os Depósitos Glaciários (moreias laterais e frontais) do curso superior do Zêzere, a montante de Manteigas, onde este rio conserva secção em U típica de vale glaciário. Além daqueles depósitos, assumem expressão significativa, mesmo na escala 1:500 000 ou até 1:1 000 000, alguns depósitos de aluvião que se constituíram a montante de soleiras de erosão (níveis de base locais). São disso exemplos, os depósitos aluviais do Zêzere e da ribeira de Caria, na região de Belmonte, os da ribeira de Meimoa, a nascente de Capinha, e os de Ponsul, a sul de Castelo Branco. | |
| | | Sedimentos terciários | Entre estes depósitos sedimentares, de origem continental, salientam-se os Conglomerados Arcóscicos de Cabeço do Infante (ϕc) que ocupam uma vasta área da Beira Baixa a nascente de Castelo Branco e áreas mais restritas, designadamente a que envolve a povoação de Sarzedas. As Areias Arcóscicas de Silveirinha dos Figos (Ms) são depósitos, igualmente de origem continental, cuja mancha mais extensa prolonga a cobertura dos Conglomerados Arcóscicos (ϕc) para NE. Além dessa mancha, estão cartografados pequenos retalhos dispersos, que, em geral, acompanham as ocorrências menores daqueles conglomerados. As Cascalheiras de Planalto (PB) depositaram-se em leques aluviais e constituem várias manchas de pequena extensão, localizadas na sua maioria a sul de Vila de Rei. | |
| Zona Centro Ibérica | Rochas magmáticas intrusivas | Rochas graníticas | A1) Granitóides antehercínicos (pré-orogénicos) | Trata-se de manchas de pequena dimensão, distribuídas ao longo de dois alinhamentos paralelos à sutura (falha Porto-Tomar-Badajoz-Córdova) que separa a Zona Centro Ibérica da Zona de Ossa Morena. As entidades litológicas ocorrentes são genericamente ortognaisses e granitos , identificados na Carta Geológica por γ^2 (manchas de Vila Nova, Coentral, Figueiró dos Vinhos, Pedrógão Grande e Domes) e por γ^2 (manchas de Penhascoso, Mação-Belver e Portalegre). Estes granitóides estão afectados por alteração superficial, por vezes intensa, de que resultaram solos onde se constituiu boa cobertura vegetal. A fracturação bem desenvolvida fez desses granitóides bons aquíferos. |
| | | | Granitóides hercínicos (orogénicos) | Granodiorito de Manteigas (γ^1): maciço bastante homogéneo. Granitos de Castelo Branco e Penamacor (γ^3). Granitos do bordo sul da serra da Estrela, de entre Tortosendo e Belmonte, do Fundão e ainda os de Segura e Salvaterra do Extremo: em geral biotíticos, porfiróides e de grão muito variável. Quartzodioritos e granodioritos biotíticos (γ^{2a}): manchas de Fundão, Oledo (Idanha-a-Nova) e ribeira de S. Domingos. Granitos monzoníticos : manchas de Covilhã, Belmonte, Penamacor, S. Miguel de Acha, Tinalhas e pequenas manchas de Atalaia e Salvaterra do Extremo (γ^{3b}); manchas da Póvoa de rio de Moinhos e da região de Segura (γ^{3c}); manchas da Torre, Pena Lobo, Soalheira e Alcains (γ^{3d}). Sob o clima temperado húmido, que caracteriza a região em que ocorrem estes granitos, a alteração destes dá origem a solos de alteração residual (saibros) de elevada permeabilidade, o que permite a retenção de água no solo e, conseqüentemente, o desenvolvimento da cobertura vegetal. Nas zonas de maior densidade de fracturação, constituem-se aquíferos com grande capacidade de retenção. |
| | | | Granitóides tardi-a-pós-orogénicos | Granito de Capinha (γ^{11}): pequena mancha, com cerca de 4 km ² , de granito biotítico-moscovítico, de grão médio. Alteração superficial pouco profunda, excepto quando se relaciona com fracturas extensas, como sucede no local da barragem de Capinha. Estas condições estruturais e de desenvolvimento do perfil de meteorização possibilitam boa circulação de água subterrânea. |
| | | Rochas filonianas | Trata-se de filões injectados nas rochas do Complexo Xisto-Grauváquico, de composição microdiorítica a dolerítica ou, mais ácida, próxima da dos riolitos. Têm orientação predominantemente NNW e ocorrem principalmente entre as cristas quartzíticas de Vila Velha do Ródão e de Monfortinho. Também são frequentes filões de quartzo, injectados sobretudo nas falhas e fracturas de orientação NNE que afectam os granitos. Os mais importantes, situados na região de Belmonte, incluem minerais raros. | |
| | Devónico | Na região do <i>sinclinal de Amêndoa</i> , ocorrem bancadas de quartzitos impuros, com intercalações de siltitos e pelitos. As bancadas quartzíticas apresentam possanças de 5 a 6 m. A noroeste, na área de Domes, o Devónico inferior é constituído por uma sucessão de pelitos e quartzitos que passam a pelitos e calcários detriticos fossilíferos. | | |

| Unidade estrutural | Sub-unidade e/ou Idade | Descrição geológica |
|--------------------|------------------------|--|
| | Silúrico | <p>A sucessão litoestratigráfica localizada no <i>sinclinal de Amêndoa</i> é caracterizada pela ocorrência, alternada, de conjuntos de bancadas de quartzitos e pelitos, com espessuras que, no seu conjunto, podem atingir 1000 m.</p> <p>Na base da sequência silúrica ocorre a <i>Formação do Vale da Ursa</i>, constituída por pelitos e quartzitos cinzentos escuros, por vezes fortemente piritizados. A espessura desta unidade é da ordem de 150 a 200 m.</p> <p>Sobrejacente à unidade anterior, ocorre a <i>Formação de Foz da Sertã</i> constituída por pelitos grafitosos e, ocasionalmente, bancadas de arenitos de espessura métrica. Os pelitos são muito fossilíferos, sendo possível encontrar numerosos fósseis de graptólitos. A espessura desta unidade é de cerca de 100 a 120 m.</p> <p>Sobrejacente à formação anteriormente descrita surgem pelitos laminados, físseis, intercalados de bancadas centimétricas de quartzo-arenitos impuros. Estes apresentam laminação entrecruzada e, ocasionalmente, gradados e maciços. A sua espessura é da ordem de 300 a 350 m. Ausência quase total de fósseis.</p> <p>Sobrepondo-se ao conjunto anterior, ocorrem pelitos cinzentos, físseis, com laminação bem marcada e espessura estimada em cerca de 150 a 200 m.</p> |
| | Ordovícico | <p><i>Formação do Quartzito Armoricano (O_{ca})</i></p> <p>Esta formação apresenta, na base, um conjunto de bancadas conglomerático-areníticas intercaladas de arenitos, siltitos e pelitos cinzentos, bem identificadas na região de Vale de Grou. Intruídos nesta sequência, ocorrem pequenos corpos tabulares de pórfiros de composição granítica. O conjunto tem sido designado por <i>Grupo de Vale de Grou</i> ou <i>Série Intercalar</i>.</p> <p>A <i>Formação do Quartzito Armoricano</i> propriamente dita, é constituída por uma sequência transgressiva, constituída por conglomerados, arenitos e quartzitos, com espessura variável entre 80 e 250 m. As bancadas quartzíticas apresentam-se bastante compactas, com laminação paralela. No topo ocorre um nível conglomerático com blocos de dimensões variadas, de natureza quartzítica e siltítica, provavelmente com fosfatos, no seio de uma matriz pelítica.</p> <p><i>Grupo de Cécemes (O_{ca})</i></p> <p>Este grupo é constituído, da base para o topo, pelas seguintes unidades: <i>Formação de Brejo Fundeiro, Formação de Sombadeira, Formação de Fonte da Horta, Formação de Cabril, Formação de Carregueira</i>.</p> <p>A <i>Formação de Brejo Fundeiro</i> apresenta uma espessura de cerca de 200 m e é constituída por uma sequência pelítica fossilífera, na qual ocorrem nódulos arredondados, ricos em matéria orgânica.</p> <p>A <i>Formação de Sombadeira</i> é constituída por bancadas de siltitos, pelitos e quartzitos. A espessura desta formação é de cerca de 200-250 m.</p> <p>A <i>Formação de Fonte da Horta</i> tem características semelhantes às apresentadas pela Formação de Brejo Fundeiro, com pelitos fossilíferos e níveis mais grosseiros, essencialmente conglomeráticos. A formação, rica em fósseis de bivalves, ostracodos, trilobites, braquiópodes e gastrópodes, apresenta uma espessura de cerca de 80-100 m.</p> <p>A <i>Formação de Cabril</i> é constituída por arenitos e, localmente, por espessas (60-100 m), bancadas de quartzitos. No topo desta formação ocorre um conglomerado com clastos de fosfatos de dimensões que podem atingir 30-40 cm.</p> <p>A <i>Formação de Carregueira</i> é constituída por pelitos escuros, por vezes com nódulos de pirite. Esta unidade apresenta uma espessura de cerca de 20-30 m, o que faz com que esta formação não se encontre representada em escalas pequenas.</p> <p><i>Grupo de Sanguinheira (O_{sa})</i></p> <p>Este grupo possui uma espessura de 100-200 m e é constituído por uma ou duas camadas de ferrooolítico na base, às quais se sobrepõem pelitos micáceos com briozoários e equinodermes e, silito-arenitos micáceos com intercalações de níveis quartzo-areníticos com espessura de 20-40 cm. O topo da formação é constituído por nível delgado de arenitos ferruginosos, localizado a este da povoação de Amêndoa.</p> <p><i>Grupo do rio Ceira (O_{ca})</i></p> <p>Este grupo é constituído pelas <i>Formações de ribeira de Lage</i> e de <i>Casal de Carvalho</i>.</p> <p>A Formação da ribeira de Lage é caracterizada por uma sucessão de bancadas de quartzitos e arenitos de espessura métrica, intercalados de siltitos e pelitos de espessura centimétrica. O conjunto apresenta espessuras de 50 a 150 m.</p> <p>A <i>Formação de Casal de Carvalho</i> é constituída por siltitos e pelitos maciços, por vezes laminados e, localmente, por quartzito, dispostos em bancadas de espessura métrica. Os pelitos apresentam fenómenos de disjunção esferoidal e, por vezes, calhaus dispersos de origem glacial. A espessura do conjunto varia entre 80 e 250 m.</p> |

| Unidade estrutural | Sub-unidade e/ou Idade | Descrição geológica | |
|---------------------|------------------------------|---------------------------|--|
| | Complexo Xisto-Grauváquico | | <p>Este Complexo encontra-se dividido, da base para o topo, nas <i>formações de Malpica do Tejo</i> (C_{BM}), <i>Perais</i> (C_{BP}), <i>Rosmaninhal</i> (C_{BR}) e <i>Almaceda</i> (C_{BA}). De acordo com estudos mais recentes tem-se verificado que a <i>Formação de Perais</i> é a continuação lateral para sudoeste e noroeste da <i>Formação de Malpica do Tejo</i>, enquanto a <i>Formação de Almaceda</i> representa a outra fácies lateral da anterior formação, localizada na margem nordeste da Bacia, entre a Serra da Gardunha e Oliveira do Hospital. As áreas ainda não estudadas são definidas como indiferenciadas (C_{BI}).</p> <p>A <i>Formação de Malpica do Tejo</i> é constituída por uma sequência filito-grauvácóide, com metagrauvaques e filitos intercalados, onde geralmente predominam os primeiros. Em regra, a parte inferior desta formação é constituída por grauvaques, sendo a parte intermédia predominantemente formada, em partes iguais, por filitos e metagrauvaques. O topo, que antecede a Formação de Rosmaninhal, é essencialmente constituída por filitos e poucos metagrauvaques.</p> <p>No flanco sul da Serra da Lousã, a parte inferior apresenta intercalações de filitos grafitosos. Na Serra da Malcata ocorrem intercalações de metaconglomerados com feldspatos caulinizados que desaparecem para ocidente, indicando a proximidade de uma fonte granitóide próxima durante a sedimentação. Na Serra da Estrela e a este de Monforte da Beira, afloram intercalações de metaconglomerados e metarenitos.</p> <p>A <i>Formação de Rosmaninhal</i>, actualmente considerada a unidade superior do Complexo Xisto-Grauváquico, aflora nos sinclinais que ocorrem no centro da Bacia, entre Rosmaninhal e Vidual, e, com menor expressão, em Salvaterra do Extremo, (Serra de Penha Garcia), no centro da mancha metasedimentar da Serra da Estrela, a oeste de Tortosendo, entre Capinha e Salgueiro, na Serra de Alvelos, e a norte e nordeste de Figueiró dos Vinhos. É essencialmente constituída por filitos que, no seu extremo sudeste, junto à fronteira com Espanha, exhibe frequentes intercalações metaconglomeráticas associadas a metagrauvaques, em geral com clastos fosfatados. Os metaconglomerados são constituídos por calhaus de quartzo, filitos fosfatados, feldspatos caulinizados, quartzitos e metagrauvaques, por vezes sem ou com rolamento muito incipiente. Extensível a quase toda a zona, tem-se o facto de no topo do complexo, os filitos alternarem com níveis quartzíticos, designadamente nas <i>serras de Amêndoa</i> (Mação) e <i>Penha Garcia</i> (Monfortinho).</p> |
| Zona de Ossa Morena | Rochas Magmáticas Intrusivas | Rochas do Maciço de Évora | <p>Granitos (γ_1): biotíticos, de grão médio a fino, constituindo vários afloramentos na área de Igreja Nova.</p> <p>Granitos biotíticos porfiróides (γ_2): de duas micas, mas predominantemente biotíticos, com fácies porfiróide nas zonas nucleares das jazidas; de grão médio a grosseiro. Associam-se-lhes numerosos pegmatitos e, subordinadamente, aplitos e microgranitos. Encontram-se bem representados no extenso <i>maciço granítico de Pavia</i>.</p> <p>Granito de duas micas (γ_3): trata-se de granitos de grão médio a fino, gnáissicos, que passam a migmatitos e a micaxistos feldspatizados. Formam extenso afloramento na região de Vimieiro e Pavia.</p> <p>Granodioritos (γ_4): Estas rochas encontram-se associadas a rochas quartzodioríticas, nos maciços tonalíticos de Igreja Nova, Santa Justa, etc. Na região de Montemor-o-Novo, encontram-se associadas a trondhjemitos na região a sul de S. Geraldo e no maciço de Barrocal das Freiras.</p> <p>Tonalitos (τ): Trata-se de rochas quartzodioríticas, representadas pelos grandes afloramentos de Hospitais (a W de Montemor) e de S. Geraldo (13 km a N de Montemor) e também de outros pequenos afloramentos como o de Caravela do Campo. Outros diversos afloramentos encontram-se na região de Arraiolos-Igrejinha-Azaruja.</p> <p>Dioritos e gabros ($\Delta 1$): Na região de Montemor-o-Novo, constituem os afloramentos da Herdade dos Padres, Giblanceira, Safira, Monte da Rosada, Herdade das Caravelas e Fazendas do Cortiço. Na região de Arraiolos-Igrejinha-Azaruja, constituem diversos afloramentos, normalmente de dimensões reduzidas.</p> |

| Unidade estrutural | Sub-unidade e/ou Idade | Descrição geológica |
|--------------------|--------------------------|---|
| | | <p>Granito biotítico (γ_3): Este tipo de granito ocorre nos maciços de S^{ta} Eulália, Fronteira, Ervedal (Aviz) e Nisa. Distinguem-se duas variedades nos de S^{ta} Eulália:</p> <ul style="list-style-type: none"> – os do núcleo, cinzentos, em geral porfiróides, de grão médio a fino; – os das zonas envolventes, rosados, geralmente não porfiróides, de grão médio a grosseiros. <p>O maciço de Fronteira é constituído por granitos monzoníticos. No de Ervedal ocorrem as variedades de granitos calco-alcalinos, quartzomonzonitos, sienitos e monzonitos. O <i>granito de Gáfete</i> é uma variedade do de Nisa, não porfiróide e de grão médio, representado por um afloramento estreito e alongado, de forma arqueada.</p> <p>Gabros e Dioritos ($\Delta 3$): Estas rochas constituem um anel periférico, incompleto, do <i>maciço de S^{ta} Eulália</i>. Os dioritos, de granularidade média a grosseira, são as variedades mais abundantes. Estas rochas passam às vezes a gabro-dioritos e, mais raramente, a gabros.</p> <p>Granito de duas micas ($\gamma 2$): Trata-se de granitos gnaissóides, alongados segundo a direcção regional predominante, de granularidade grosseira a média e também média a fina, porfiróide ou não. Os afloramentos mais importantes são os do Monte Aguilhão, Benedais e Monte Barquete, a poente de Assumar, e os de Carrascal (Portalegre) e de Endreiros.</p> <p>Dioritos ($\Delta 2$): Estas rochas, de granularidade fina a grosseira, aparecem associadas ao afloramento granítico de Carrascal.</p> <p>Gabros hipersténicos ($\Gamma 2$): Este tipo de rochas, tal como outros associados, designadamente, gabro-dioritos, gabros olivínicos e piroxénicos, piroxenitos e hornblenditos, ocorrem nos maciços de Campo Maior, Elvas, Vale de Maceira (SE de Fronteira) e Veiros (entre Monforte e Estremoz).</p> <p>Gabros olivínicos anortosíticos ($\Gamma 1$) e peridotitos (Ψ): Estas rochas estão confinadas ao maciço básico e ultrabásico de Alter do Chão e apresentam graus de alteração muito variável.</p> <p>Rochas peralcalinas ($\alpha 2$) e gnaisses hastingsíticos: Trata-se de rochas que constituem maciços alongados, predominantemente segundo a direcção NW-SE, e estratiformes.</p> <p>As rochas peralcalinas distribuem-se por cinco alinhamentos: Figueira de Cima-Cevadais; Assumar; Alter Pedroso-Varche-Falcato (Elvas); Cabeço de Vide-S. Romão; Estremoz. Os гнаisses hastingsíticos, por sua vez, constituem três faixas interrompidas pelo maciço <i>granítico de S^{ta} Eulália</i>.</p> <p>Orognaisses graníticos (γ°): Estas rochas, de grão grosseiro a médio e até de grão fino, constituem o extenso afloramento designado por <i>Granito de Portalegre</i> e a longa <i>faixa de Barreiros</i>, interrompida, a NW, pelo <i>granito de Aldeia da Mata-Castelo de Vide</i> e, a SE, pelo <i>granito de S^{ta} Eulália</i>.</p> |
| | Rochas filoneanas | <p>Na Zona de Ossa Morena ocorrem rochas filonianas de composição variada, desde microdioritos a microandesitos, passando por pórfiros, doleritos e quartzo. Estes filões estão habitualmente orientados para o quadrante NE e estão particularmente desenvolvidos junto aos maciços graníticos de Fronteira e Santa Eulália. Associados ao granito de Nisa, encontram-se predominantemente filões de quartzo.</p> |
| | Devónico (D) | <p>Na região da serra de S. Mamede, o Devónico está representado por pelitos e quartzitos de base, a que se sobrepõe um nível carbonatado (calcários de Escusa), em tempos explorado para cal. Na Zona de Ossa Morena, o Devónico também aflora a sul de Estremoz (<i>Formação de Terena - D_{Te}</i>), desenvolvendo-se para sudeste, em anticlinal, que se prolonga para Espanha. É constituída por xistos e grauvaques finamente estratificados.</p> |
| | Silúrico (S) | <p>As rochas silúricas da Zona de de Ossa Morena ocorrem na <i>Serra de S. Mamede</i>, com uma sequência litológica ainda mal caracterizada, mas que parece não diferir da que aflora no sinclinal de Amêndoa (zona Centro Ibérica).</p> |
| | Ordovícico-Silúrico (OS) | <p>Na área envolvente do Anticlinal de Estremoz ocorre a <i>Formação de Colorada</i>, constituída por xistos laminados, escuros e esverdeados, níveis métricos de quartzitos mais ou menos puros, xistos negros carbonosos com intercalações de líditos e psamitos quartzosos; ocorrem ainda intercalações de vulcanitos básicos. Na região de Arraiolos ocorre o <i>Complexo Vulcano-Sedimentar de Moura-Santo Aleixo (Xistos de Moura - XM)</i>, de constituição predominantemente xistenta (filitos e psamitos), muito rica em quartzo de exsudação, onde aparecem intercalados vulcanitos básicos e cristas de líditos.</p> |

| Unidade estrutural | Sub-unidade e/ou Idade | Descrição geológica |
|--------------------|--------------------------------|--|
| | Ordovícico | É de idade ordovícica a <i>Formação de Barrancos (OBa)</i> , constituída por xistos cinzentos, esverdeados e roxos, e psamitos. Próximo da falha de Juromenha ocorre na base um horizonte de quartzitos impregnados de óxidos de manganês e raros conglomerados, que poderão marcar a separação com o Câmbrico. |
| | Câmbrico | <p>Os estratos de idade câmbrica encontram-se bem representados em três zonas: entre Alter do Chão e Elvas, no Anticlinal de Estremoz e entre Estremoz e Barrancos.</p> <p>Na zona de Alter do Chão-Elvas, a <i>Formação Carbonatada de Elvas (C_D)</i>, é a mais antiga e é constituída por espesso conjunto de calcários dolomíticos, muito afectados por metamorfismo de contacto, originando frequentemente escarnitos. Na base ocorre um conglomerado grosseiro constituído por elementos líticos de formações subjacentes, a que se associam vulcanitos ácidos.</p> <p>Sucedem à anterior a <i>Formação de Vila Boim (C_{VB})</i>, formada por uma sequência de xistos e metarenitos grauvacóides, com intercalações de rochas básicas e ácidas. No topo desta formação surge um nível com arenitos e conglomerados, de expressão regional, que marca a passagem à formação sobrejacente, isto é, ao <i>Complexo Vulcano-sedimentar de Terrugem (C_{TT})</i>. Este compõe-se de xistos, psamitos e raros metagrauvaques, intercalados por vulcanitos básicos e ultrabásicos (região do Monte Safoeiro, a oeste de Juromenha).</p> <p>Finalmente, a <i>Formação de Fatuquedo (C_{Fa})</i>, é constituída por xistos, grauvaques, arenitos e raros conglomerados.</p> <p>Os terrenos câmbricos do <i>Anticlinal de Estremoz</i> correspondem a calcários dolomíticos e a um conglomerado na base, de carácter lenticular. Sobre os calcários encontra-se depositado o <i>Complexo Vulcano-Sedimentar-Carbonatado de Estremoz (C_E)</i>, constituído por mármore, rochas básicas e calcoxistos, podendo ainda ocorrer no topo rochas félsicas.</p> <p>A terceira e última zona câmbrica, de Estremoz-Barrancos, encontra-se materializada pela <i>Formação de Ossa (C_{Os})</i>, bem representada na Serra de Ossa, constituída por xistos, grauvaques e vulcanitos básicos na fácies anfíbolítica.</p> |
| | Proterozóico (P _E) | <p>As rochas mais antigas correspondem a gnaisses e migmatitos pertencentes à <i>Formação de Campo Maior (P_{CM})</i>, que inclui, para além daquelas, também granulitos máficos e restos de eclogitos.</p> <p>Apresentam metamorfismo de alto grau e estão fortemente milonitizados e afectados por cavalgamentos. Sucedem à formação anterior uma série epimetamórfica constituída por vulcanitos félsicos, xistos siliciosos, chertes, metarcoses, metarenitos e lenticulas de carbonatos no topo, que constitui a <i>Formação de Morenos (P_{MO})</i>. Segue-se a <i>Formação de Mosteiros (P_{MT})</i>, formada por rochas com menor grau de metamorfismo, que incluem metagrauvaques, psamitos, chertes negros, anfíbolitos, raros calcários e xistos granatíferos no ramo sul.</p> <p>Culminando esta sequência, encontra-se a <i>Formação de Urra (P_U)</i>, constituída por xistos, metagrauvaques, metarcoses, metaconglomerados e vulcanitos ácidos.</p> <p>No Anticlinal de Estremoz, os terrenos proterozóicos estão representados pela <i>Formação de Mares (P_{Ma})</i>, de características semelhantes à Formação de Mosteiros, apresentando, contudo, uma maior quantidade de vulcanitos ácidos.</p> <p>Na região de Montemor, o Proterozóico encontra-se muito afectado pelo metamorfismo provocado pela orogenia hercínica, particularmente intenso nesta região, encontrando-se as rochas na fácies migmatítica. No entanto, funcionando como <i>enclaves</i> nos migmatitos, ainda é possível identificar mármore, chertes negros, anfíbolitos, etc.</p> |

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

A0X1RH5 - MACIÇO ANTIGO INDIFERENCIADO DA BACIA DO TEJO

O conjunto de formações que constituem o Maciço Antigo é variado, incluindo de rochas sedimentares e metamórficas a rochas de natureza ígnea. Em termos estratigráficos tem-se litologias que vão desde o Quaternário até às rochas mais antigas de Portugal (de natureza eruptiva e metamórfica) e que estão datadas do Pré-câmbrico; a vasta maioria das rochas desta massa de águas subterrâneas é contudo de idade Paleozóica. No Maciço Antigo da Bacia do Tejo distinguem-se duas zonas geotectónicas: a *zona Centro Ibérica* e a *zona de Ossa Morena*. Nesta vasta área podem individualizar-se sectores com características geológicas específicas, que se traduzem em comportamentos aquíferos distintos:

No Plano de Bacia Hidrográfica anterior, nestas zonas foram individualizados os seguintes sectores aquíferos (Oliveira et al., 2000): (1) *Zona Centro Ibérica*: Penha Garcia, Beira Baixa, Serra da Estrela-Serra de Sto. António, S. Mamede-Marvão-Portalegre; (2) *Zona de Ossa Morena*: Cabrela e Montemor-o-Novo, Serra de Ossa, Alter do Chão-Cabeço de Vide, Montemor-o-Novo e Almansor, Nisa-Castelo de Vide. Além destes sectores existe ainda uma extensa área de litologias variadas, que se refere como **Outras áreas indiferenciadas**, e que engloba todos os terrenos das zonas de Ossa Morena e Centro Ibérica, não considerados nos sectores acima.

Litologicamente, os diferentes sectores do Maciço Antigo acima considerados são constituídos por (cf. Oliveira et al., 2000):

- **Penha Garcia** – Formações de idade ordovícica, a que se associam uma pequena unidade silúrica e depósitos de cobertura (depósitos de vertente) de idade quaternária, constituídas por (Perdigão, 1976; Perdigão, 1976; Teixeira, 1981): (1) depósitos de vertente – detritos quartzíticos de granulometria muito diversificada, provenientes do desmantelamento das cristas quartzíticas; (2) formações silúricas – xistos argilosos que ocorrem num pequeno retalho no interior da estrutura sinclinal; (3) brechas e grés – brechas, grés com disjunção

esferoidal, grés e quartzitos intercalados em xistos argilosos; (4) xistos argilosos – passam lateralmente a xistos gresosos por vezes com níveis quartzíticos; (5) quartzitos xistóides com intercalações de quartzitos xistóides ou xistos; (6) quartzitos compactos; (7) conglomerados quartzíticos.

- **Beira Baixa** – Formações detríticas de idades entre o Paleogénico e o Quaternário, englobando (Cunha, 1992; Ribeiro *et al.*, 1965; Ribeiro *et al.*, 1967): (1) aluviões e terraços fluviais quaternários – cascalheiras e de areias; (2) Cascalheiras dos Vales do Tejo e Ponsul – cascalheiras de seixos de quartzitos, quartzo e xisto silicioso mosqueado, de calibre algo variável, a que se associam por vezes níveis de argila; (3) Conglomerados da Falagueira, Cascalheiras de Planalto ou *verdadeiros depósitos de raña* do Pliocénico superior – depósitos de seixos de quartzo e quartzito, por vezes ferruginosos, mal calibrados e rolamento variável, com matriz arenosa grosseira a por vezes argilosa (ex.: Penha Garcia e Mordal), muitas vezes associados a argilas; (4) Unidade Conglomerático-Argilosa de Sarzedas ou argilas de Sarzedas do Miocénico superior a Pliocénico – conglomerados com clastos de xisto, quartzo e quartzito, associados a argilas finas, estando dividido em duas formações: (a) *Conglomerados de Monfortinho* – conglomerados de matriz argilosa muito ferruginizados localmente consolidados por cimentos siliciosos (para SE têm fácies mais arenosa); (b) *Arenitos de Torre* – conglomerados (dominam na base e junto às falhas do Ponsul e de Sarzedas), arenitos e argilitos (os termos mais finos dominam para SE), de matriz argilosa esmectítica e mal calibrados; (5) Arcoses da Beira Baixa – depósitos arenosos heterogéneos (com intercalações de seixos mal calibrados, mal rolados e ocasionais calcários compactos com transição para conglomerados) que por vezes gradam lateralmente para arenitos muito finos e argilas compactas, estando divididos em duas formações: (a) *Unidade Arenosa de Silveirinha dos Figos*, miocénica – arenitos e argilas arcósicas, friáveis, mal calibradas; (b) *Unidade Areno-Conglomerática de Cabeço do Infante*, do Eocénico superior a Oligocénico – conglomerados (dominantes na zona de Monforte) e arenitos muito grosseiros e muito mal calibrados, com clastos de quartzito, quartzo, xisto, feldspato e granito, cimentação silicosa (sobretudo no topo), níveis dolomíticos e depósitos de hidróxidos de ferro e de manganês.
- **Serra da Estrela – Serra de Sto. António** – Conjunto de litologias graníticas, de idade hercínica, onde se podem individualizar (Teixeira *et al.*, 1963; Teixeira

et al., 1965; Teixeira *et al.*, 1974): (1) granitos monzoníticos – granitos calco-alcalinos, porfiróides, de grão grosseiro a muito grosseiro, com frequência muito alterados para materiais arcósicos, caulíníticos e ferruginosos, mais fracturados que os granitos menos grosseiros; (2) granitos alcalinos de grão grosseiro – granitos alcalinos, não porfiróides (localmente podem ser algo porfiróides), de grão grosseiro a médio, por vezes com fracturação intensa, normalmente muito alterados; (3) Granito de Atalaia – granito alcalino de tendência monzonítica, não porfiróide, de grão fino, com forte alteração dos feldespatos.

- **S. Mamede – Marvão – Portalegre** – De acordo com Fernandes *et al.*, (1973) e Perdigão e Fernandes (1976) estas formações, de idade ordovícica e silúrica, são um conjunto de conglomerados, grés, arcoses, quartzitos, xistos e xistos amplitos. O seu topo é definido por formações xistentas com filões de quartzo e níveis quartzíticos de idade silúrica, e a sua base é definida por arcoses ante-ordovícicas (ERHSA, 2000).
- **Nisa – Castelo de Vide** – Conforme a Fernandes *et al.* (1973) estas rochas, de natureza granítica e granitóide, têm idades entre 466 ± 10 MA e 301 ± 9 MA, sendo constituídas por ((Ribeiro *et al.*, 1965; Fernandes *et al.*, 1973; Gonçalves e Fernandes, 1973; Perdigão e Fernandes, 1976; Gonçalves *et al.*, 1978; Zbyszewski *et al.*, 1981; Carvalho e Carvalhosa, 1982): (1) Granitos hercínicos – onde se incluem: (a) *Granitos de Nisa, de Pereiro, de Marvão, de Aires, de Relva* – granitos calco-alcalinos porfiróides de grão muito grosseiro a grosseiro; (b) *Granitos de Sto. António das Areias* – granitos calco-alcalinos porfiróides de grão médio; (c) *granitos calco-alcalinos porfiróides de grão fino*; (d) *Granitos de Gáfete* - granitos alcalinos não porfiróides de grão médio e tendência monzonítica; (e) *granitos alcalinos claros, não porfiróides*, de grão grosseiro a fino; (f) *granitos alcalinos* associados a quartzodioritos e granodioritos, com xenólitos carbonatados; (g) *granodioritos porfiróides*, de grão médio a fino; (h) *quartzodioritos*; (i) *Granito de Flor da Rosa-Crato* – granitos alcalinos não porfiróides, moscovíticos, de grão médio a por vezes fino; *microgranitos*; (2) Granitos ante-hercínicos tectonizados ou Granitos Tectonizados de Portalegre – rochas tectonizadas pela orogenia hercínica e de textura gnaissóide incluem: (a) *ortognaisses alcalinos ocelados*, com textura predominantemente grosseira mas pode gradar para fina, por vezes blastomilonítica, muito cataclasados a milonitizados ou xistificados; (b) *ortognaisses de grão grosseiro a médio*; (c)

Ortognaisses de Belo Horizonte – ortognaisses de grão fino e médio; (d) *Ortognaisses de Carreiras e de Fortios* – ortognaisses médios a por vezes grosseiros, estando os ortognaisses de Fortios muito mais esmagados e alterados que os de Carreiras; (e) *ortognaisses de grão fino*, com textura granofírica; (f) *granitos alcalinos gnaissóides porfiróides* de grão grosseiro e textura cataclástica, por vezes com faixas milonitizadas e granitos xistificados; (g) *granitos alcalinos gnaissóides não porfiróides*, de grão médio a fino, com textura cataclástica, por vezes fortemente deformado e xistificado; (h) *dioritos e granodioritos* de grão fino a grosseiro; (i) *microdioritos*; (j) *sienitos* de grão médio a fino; (k) *monzonitos*; (l) *lamprófiros*. Quase todas estas rochas tem caulinitização e sericificação significativa, ocorrendo ainda localmente cloritização, ferruginização, etc.

- **Cabrela e Montemor-o-Novo** – Segundo Carvalhosa e Zbyszewski (1994) estas litologias, que vão do Proterozóico superior ao Devónico superior/Carbónico inferior são: (1) Formação do Escoural – flices, metapsamitos, metavulcanitos, micaxistos, quartzitos, xistos, rochas calcossilicatadas, anfibolitos e paragnaisses; (2) Formação de Carvalhal – metabasitos, filádios, calcários, vulcanitos (lavas e tufo), xistos verdes, quartzitos, anfibolitos, ardósias, conglomerados, micaxistos; (3) Formação de Pedreira de Engenharia – conglomerado de base, calcários e pelitos, por vezes dolomitizados; (4) Formação de Cabrela – conglomerado de base, intercalações de calcários em xistos, xistos calcários, grauvaques, vulcanitos e conglomerados.
- **Serra de Ossa** – Segundo Carvalhosa *et al.* (1987) e Gonçalves e Coelho (1974) a Formação de Ossa, de idade câmbrica a ordovícica incerta, é uma sequência de níveis alternantes de xistos e metapsamitos, muito siliciosos ou mesmo gresosos, em que se incluem quartzofilitos, quartzomicaxistos, metagrauvaques, paragnaisses, quartzitos, quartzitos micáceos, filitos (xistos lustrosos, microcristalinos, micáceos, muitas vezes com alinhamentos de agregados lenticulares ou bandados quártzicos e micáceos), micaxistos (com frequentes e abundantes injeções de material granítico), e mais localmente anfibolitos. Nalguns locais os anfibolitos tornam-se muito cristalinos e adquirem um bandado muito pronunciado; a mesma natureza bandada pode igualmente ocorrer nos metagrauvaques. Os filitos constituem a maior parte da Serra de Ossa.

- **Alter do Chão – Cabeço de Vide** – Segundo Gonçalves e Fernandes, (1973), Gonçalves *et al.* (1975) e Ribeiro *et al.* (1979) este maciço é constituído por gabros – de idade pós-câmbrica (datadas de 460-430 MA (Ordovícico superior-Silúrico inferior), contemporâneos dos maciços básicos e ultrabásicos vizinhos que intruem algumas das formações silúricas – e rochas ultrabásicas, mais recentes, mas ante-hercínicas. As litologias são rochas básicas (gabros, gabros olivínicos, gabros anortosíticos e gabros piroxénicos, com predomínio para os gabros olivínicos) e rochas ultrabásicas (peridotitos, dunitos, piroxenitos e serpentinitos) mais ou menos serpentinizadas. As rochas ultrabásicas, e por vezes os gabros, têm alterações escapolíticas, anfíbolíticas e serpentínicas
- **Montemor-o-Novo e Almansor** – De acordo com Carvalhosa *et al.* (1987) Carvalhosa e Zbyszewski (1994) e Ribeiro *et al.* (1979) esta zona inclui as formações do **Complexo Gnaisso-Migmatítico** (inclui terrenos da Série Negra a que se associam rochas graníticas) datado do Proterozóico inferior (ante-Brioveriano) para os terrenos mais antigos, e as **rochas granitóides**, intruídas entre as duas principais fases de deformação hercínica, o que lhes confere uma idade do Devónico superior a início do Carbónico. São constituídas por: (1) Complexo Gnaisso-Migmatítico – migmatitos, gnaisses, granitos biotíticos, dioritos, gnaisses migmatíticos, granitos pegmatíticos e pegmatitos, granodioritos, anfíbolitos e trondhjemitos; (2) Tonalitos de Amoreira-Almansor – tonalitos de grão médio e textura hipidiomórfica granular, orientada; (3) Dioritos e gabros – rochas gabróicas (dominantes) a que se associam dioritos de grão médio, por vezes grosseiro ou pegmatítico
- Nas **Outras áreas indiferenciadas** as formações têm idades que vão do Pré-Câmbrico ao Devónico, a que se associam ainda algumas formações de cobertura cenozóicas. Nas **unidades pré-câmblicas** tem-se: (1) Formação de Mares – xistos, grauvaques, chertes negros e vulcanitos ácidos; (2) Formação de Mosteiros da faixa Crato-Alter do Chão-Arronches – xistos, chertes negros, grauvaques, anfíbolitos e calcários; (3) Formação de Arada e restante pré-câmbrico ao longo do acidente Tomar-Badajoz-Córdova – gnaisses tonalíticos, grauvaques, chertes negros, vulcanitos ácidos, xistos cloríticos e moscovíticos, xistos porfiroblásticos e outros xistos. Nas **unidades câmblicas** tem-se: (1) Formação de Malpica – turbiditos, conglomerados; (2) Formação de Almeda – turbiditos; (3) Formação do Rosmaninhal – turbiditos finos, conglomerados;

(4) Complexo vulcano-sedimentar de Terrugem – xistos, vulcanitos ácidos e básicos e rochas peralcalinas; (5) Formação de Vila Boim – xistos, arenitos, conglomerados, vulcanitos ácidos e básicos; (6) Formação de Fatuquedo – xistos, grauvaques, arenitos e conglomerados; (7) Formação do Rosmaninhal na região de Cabril – turbiditos finos e conglomerados; (8) Formação de Perais das Serras de Alvelos, Proença-a-Nova e Pampilhosa da Serra (faixa de Castanheira de Pera – Castelo Branco) – turbiditos; (9) Câmbrico indiferenciado – turbiditos, conglomerados. Nas **formações ordovícicas** tem-se: (1) Formação de Barrancos – xistos cinzentos, esverdeados e roxos, psamitos, arenitos, conglomerado de base, vulcanitos ácidos e básicos de S. Marcos do Campo; (2) Grupo de Cacemes – xistos ardosíferos, siltitos e arenitos; (3) Grupo de Sanguinheira – arenitos e pelitos; (4) Quartzitos de Cabril – quartzitos; (5) Grupo de Rio Ceira e Grupo de Vila Nova – pelitos, tilóides, vulcanitos e carbonatos; (6) Quartzitos Armoricanos da região de Alcaravela – quartzitos, conglomerados e xistos; (7) Quartzitos Armoricanos ordovícicos de Vila Velha de Ródão – quartzitos, xistos e conglomerados. Nas **formações silúricas** tem-se: (1) Silúrico indiferenciado – xistos negros, liditos, ampelitos e quartzitos; (2) Formação de Xistos Negros – xistos negros e liditos de idade silúrica, associados a xistos, psamitos e vulcanitos básicos de idade ordovícica. As **formações devónicas** estão representadas pela Formação de Terena – turbiditos e conglomerados. Há ainda a considerar as **rochas ígenas e metamórficas**, onde se incluem: (1) Ortognaisses de Portalegre; (2) Ortognaisses migmatíticos de Constância; (3) Ortognaisses por vezes ocelados da bordadura do maciço das Beiras com a Orla Mesocenozóica Ocidental; (4) Rochas graníticas da faixa Crato-Portalegre; (5) Rochas peralcalinas, graníticas e ortognaissicas da faixa Crato-Alter do Chão-Arronches; (6) Granitos de Monforte; (7) Granitos de Vimieiro-Pavia; (8) Granitos de Pavia-Ciborro; (9) Gabros e Granitos de S. Sacramento; (10) Granitos e Tonalitos de Gafanhoeira; (11) Tonalitos de NW de Montemor-o-Novo; (12) Tonalitos de Arraiolos; (13) Tonalitos de S. Gregório; (14) Tonalitos de S. Geraldo.

As formações aquíferas dominantes para os diferentes sectores do Maciço Antigo são as seguintes:

- **Zona Centro Ibérica** – As litologias com potencial aquífero são (Teixeira *et al.*, 1963; Teixeira *et al.*, 1965; Teixeira *et al.*, 1974; Oliveira *et al.*, 2000):

- **Penha Garcia** – Quartzitos.
- **Beira Baixa** – Arcoses da Beira Baixa.
- **Serra da Estrela – Serra de Sto. António** – Os granitos monzoníticos de grão grosseiro e granitos alcalinos não porfiróides de grão grosseiro a médio têm o maior número de nascentes. São ainda produtivos certos granitos alcalinos não porfiróides de grão fino (ex.: Granito de Atalaia).
- **S. Mamede – Marvão – Portalegre** – Quartzitos, com domínio dos de idade ordovícica. Estão subjacentes aos calcários devónicos do sistema de Escusa, dos quais estão isolados pelas formações xistentas silúricas constituindo assim uma unidade aquífera independente.
- **Nisa – Castelo de Vide** – Granitos porfiróides calco-alcalinos de grão grosseiro e médio (Granito de Sto. António das Areias e de Nisa). Os ortognaisses e granitos gnaissóides, têm também potencial aquífero, apresentando várias nascentes mas em número muito inferior à das formações graníticas hercínicas.
- **Zona de Ossa Morena** – As litologias com potencial aquífero são (Fernandes *et al.*, 1973; Carvalhosa *et al.*, 1987; Oliveira *et al.*, 2000):
- **Cabrela e Montemor-o-Novo** – Níveis carbonatados e intercalações quartzíticas da Formação de Cabrela e, eventualmente, quartzitos da Formação do Escoural e do Carvalhal.
- **Serra de Ossa** – Formações filíticas da região da Serra de Ossa.
- **Montemor-o-Novo e Almansor** – Tonalitos de Amoreira/Almansor e Complexo Gnaisso-Migmatítico de Montemor-o-Novo, incluindo os respectivos, e muito superficiais, depósitos de alteração.
- **Outras áreas indiferenciadas** – Nesta região as unidades litológicas mais produtivas correspondem a (Oliveira *et al.*, 2000): (1) Formação de Arada e restante PE ao longo do acidente Tomar-Badajoz-Córdova – gnaisses tonalíticos, grauvaques, chertes negros, vulcanitos ácidos, xistos cloríticos e moscovíticos, xistos porfiroblásticos e outros xistos; (2) Formação de Perais das Serras de Alvelos, Proença-a-Nova e Pampilhosa da Serra – turbiditos; (3) Quartzitos Armoricanos de Alcaravela e de Vila Velha de Ródão – quartzitos, conglomerados, xistos; (4) Ortognaisses migmatíticos de Constância; (5)

Ortognaisses por vezes ocelados da bordadura do maciço das Beiras com a Orla Mesocenozóica Ocidental; (6) Gabros e Granitos de S. Sacramento; (7) Granitos e Tonalitos de Gafanhoeira; (8) Tonalitos de Arraiolos, S. Gregório e S. Geraldo.

A2 – ESCUSA

O conjunto de formações do sistema aquífero inclui as formações de cobertura (depósitos de vertente, os quais são depósitos de clastos quartzíticos angulosos, de dimensões variadas, mais ou menos englobados por argilas, de acordo com Fernandes *et al.*, 1973 e Perdigão e Fernandes, 1976). As formações aquíferas são os Calcários Dolomíticos de Escusa, do Devónico médio, em tempos explorado para cal; estão integradas num sinclinal e sobrepõem-se às formações de xistos pelíticos, xistos argilosos, arenitos e quartzitos, também devónicos (Almeida *et al.*, 2000). Esta formação é constituída por calcários dolomíticos e dolomitos, por vezes cristalinos, muito fracturados, dobrados e carsificados (Monteiro, 1993, *in* Almeida *et al.*, 2000). Na envolvência deste sistema encontram-se as formações quartzíticas, gresosas a xistentas do Silúrico e as formações quartzíticas ordovícicas.

A3 – MONFORTE-ALTER DO CHÃO

O conjunto de formações do sistema aquífero inclui as formações de cobertura (aluviões e depósitos de vertente) que serão pouco significativas (Gonçalves e Fernandes, 1973; Gonçalves *et al.*, 1975). As formações aquíferas são as formações dos Calcários e dolomitos cristalinos do Câmbrico inferior e os gabros do Complexo Básico de Alter do Chão-Cabeço de Vide (Almeida *et al.*, 2000), sendo constituídas por (INAG, 1997; Almeida *et al.*, 2000):

- Complexo Básico de Alter do Chão-Cabeço de Vide (constitui o sector central do sistema aquífero) – conjunto de rochas básicas e ultrabásicas parcialmente serpentinizadas, dominadas por gabros, gabros olivínicos e anortosíticos, peridotitos, dunitos, piroxenitos.
- Calcários e dolomitos cristalinos do Câmbrico inferior (constitui o sector S e de bordadura) – formação carbonatada, metamorfizada pela intrusão do maciço básico e ultrabásico de Alter do Chão-Cabeço de Vide, constituída por dolomitos, mármore calcíticos, calcários dolomíticos e corneanas.

Na envolvência deste sistema encontram-se as formações de Ortognaisses pré-hercínicas e a Formação de Vila-Boim, as quais são constituídas por xistos, quartzitos, grauvaques e conglomerados.

A4 - ESTREMOZ-CANO

O conjunto de formações do sistema aquífero inclui as formações de cobertura (areias e cascalheiras de matriz argilosa avermelhada, e cascalheiras de terraços do Plio-Quaternário) e as formações aquíferas, de acordo com Gonçalves *et al.* (1974), Gonçalves *et al.* (1975), Perdigão (1976), Zbyszewski *et al.* (1980), Carvalhosa *et al.* (1987) e Almeida *et al.* (2000). As formações aquíferas são (Almeida *et al.*, 2000 e Oliveira *et al.*, 2000): (1) Formação Dolomítica de Estremoz (Câmbrico); (2) Formação Vulcano-Sedimentar de Estremoz (Ordovícico; as unidades correspondentes aos Mármore de Estremoz); (3) Calcários do Cano-Casa Branca (Plistocénico).

A *Formação Dolomítica de Estremoz* (ou Pedra Cascalva) é constituída por rochas dolomíticas cristalinas de grão fino, calcários dolomíticos ou calcários passando lateralmente a dolomíticos, resultantes da quase total dolomitização de calcários muito xistificados (Almeida *et al.*, 2000; Gonçalves e Coelho, 1974; Carvalhosa *et al.*, 1987). Ocorrem por vezes veios e inclusões de argilas, materiais argilo-ferruginosos e talcos (Gonçalves e Coelho, 1974). Os dolomititos, por vezes com relíquias dos calcários originais, predominam para o topo da série.

A *Formação Vulcano-Sedimentar de Estremoz* está separada da Formação Dolomítica de Estremoz por um nível silicificado (silico-ferruginoso) descontínuo (Midões e Costa, 2009). É formada por metavulcanitos ácidos e básicos, por tufitos, e pelos Mármore de Estremoz, que são a sua principal unidade aquífera. Os Mármore de Estremoz são calcários cristalinos metamorfizados pouco xistificados, de grão médio, e calcoxistos, apresentando por vezes dolomitização (Gonçalves, 1973). Por vezes associam-se a calcários brechóides e brechas de cimento e elementos carbonatados, podendo as brechas apresentar apreciável extensão vertical. A dolomitização é mais grosseira que na série câmbica, formando geodes e tem limites irregulares, tendendo a preencher a fracturação (Gonçalves e Coelho, 1974). São comuns as intercalações de pelitos, argilas e materiais argilo-ferruginosos, assim como de diversos filonetes de calcite ou de materiais ígneos nestas litologias assim como uma certa brechificação dos dolomititos (Gonçalves, 1973).

Os *Calcários do Cano-Casa Branca* são depósitos pulverulentos, brechóides ou travertínicos, de: tufos calcários com intercalações argilosas, calcários dolomíticos cristalinos, dolomitos, brechas calcárias ferruginosas a arenitos muito grosseiros, mármore calcíticos e calcários compactos (Gonçalves e Coelho, 1974; Gonçalves *et al.*, 1975; Perdigão, 1976; Carvalhosa *et al.*, 1987; Cupeto, 1991). Estes materiais apresentam por vezes silicificação incipiente e o cimento das brechas pode ser margoso ou calcário com ferruginização (Gonçalves e Coelho, 1974; Cupeto, 1991). Têm uma significativa extensão de afloramento mas nalguns locais encontram-se cobertos por argilas ou margas com 2 m de espessura; assentam sempre sobre os xistos argilosos do soco hercínico (Gonçalves *et al.*, 1975).

Na envolvência deste sistema ocorrem as formações dos Arenitos de Ulme, Formação de Vale de Guizo, Turbiditos, Xistos Negros, Vulcanitos básicos, Formação de Barrancos, vulcanitos do Complexo Vulcano-Sedimentar de Estremoz e Formação de Mares, segundo Gonçalves *et al.* (1974), Gonçalves *et al.* (1975), Perdigão (1976), Zbyszewski *et al.* (1980), Carvalhosa *et al.* (1987) e Almeida *et al.* (2000). De acordo com estes autores a composição destas formações é a seguinte: (1) *Arenitos de Ulme* – grés argilosos com seixos e intercalações de argilas, de idade pliocénica; (2) *Formação de Vale de Guizo* – grés arcósicos, grés argilosos com seixos, argilas, grés argilosos com concreções calcárias, arenitos grosseiros argilo-margosos por vezes arcósicos, com intercalações conglomeráticas e crostas calcárias, cascalheiras, arenitos argilosos, de idade paleogénica-miocénica; (3) *Turbiditos/Formação de Terena* – flyshes constituídos por xistos argilosos, grauvaques e conglomerados, de idade devónica superior a carbónica; (4) *Xistos Negros* – liditos, xistos grafitosos por vezes com lenticulas quartzíticas, xistos sericíticos e borra de vinho, xistos amplitosos, xistos cinzentos com intercalações de liditos, ftanitos, grauvaques, brechas ferruginosas, quartzitos, de idade silúrica; (5) *Vulcanitos básicos* – brechas vulcânicas, basaltos alcalinos e traquiandesitos (a que se associam riólitos e dacitos) de idade ordovício-silúrica; (6) *Formação de Barrancos* – xistos cinzentos esverdeados e violeta, por vezes psamíticos, xistos argilosos físseis, xistos micáceos, níveis grauvacóides e quartzíticos, de idade ordovícica; (7) *Vulcanitos do Complexo Vulcano-Sedimentar de Estremoz* – vulcanitos ácidos e básicos (traquitos, doleritos, basaltos) associadas a xistos por vezes sericíticos, de idade ordovício-silúrica; (8) *Formação de Mares* – xistos negros e verdes cloríticos, com intercalações de quartzitos negros e liditos, de idade pré-câmbrica (Proterozóico superior).

O011RH5 – ORLA OCIDENTAL INDIFERENCIADA DA BACIA DO TEJO

As litologias desta área indiferenciada englobam, no **sector ocidental**, um leque de formações detríticas que vão do Triásico (em especial na zona de bordadura da massa de águas subterrâneas Penela-Tomar) ao Quaternário e também rochas ígneas (e metamórficas associadas) relacionadas sobretudo com a instalação de maciços subvulcânicos como é o caso de Sintra. Inclui-se ainda nesta área indiferenciada o sector da Serra da Arrábida. 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.
- 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.
- Formações do Paleogénico – sucessão 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.

No **sector da Arrábida** as formações são (Zbyszewski *et al.*, 1965; Manuppella e Balacó, 1977; Manuppella *et al.* 1994; Moinante *et al.*, 1994; Lobo Ferreira *et al.*, 1995; Novo e Lobo Ferreira, 1996):

- Liásico – complexo vulcano-sedimentar hetangiano e Margas da Dagorda (margas com intercalações de calcários dolomíticos e gessos a que se segue uma sequência de calcários compactos, calcários dolomíticos por vezes com intercalações de margas dolomitizadas, calcários margosos, margas, dolomitos, margas dolomíticas, calcários dolomíticos por vezes margosos ou detríticos e calcários oolíticos.
- Dogger – calcários compactos, dolomíticos, oolíticos, margosos e margas, calcários micro-cristalinos, calcários litográficos com intercalações de margas, calcários compactos, calcários margosos, calcários calciclásticos a biocalciclásticos em bancadas mais ou menos dolomitizados, calcários microcristalinos por vezes com alternâncias para calciclásticos a pseudo-brechóides, calcários oolíticos calciclásticos a brechóides por vezes dolomitizados, calcários dolomíticos por vezes sacaróides e margas dolomitizadas, margas por vezes dolomitizadas, dolomitos, calcários dolomíticos, calcários oolíticos, calcários siliciosos, calcários por vezes margosos ou detríticos, calcários finos a criptocristalinos, por vezes detríticos, oolíticos ou margosos, margas, conglomerados e grés.
- Malm – calcários por vezes biodetríticos, detríticos, oolíticos ou margosos, calcários sublitográficos, grés, dolomitos, margas por vezes betuminosas, argilas, brechas e conglomerados calcários, calcários nodulosos, calcários finos, compactos a grumosos, grés e arcoses mais ou menos margosas por vezes com calhaus rolados, argilas, margas por vezes arenosas, calcários, calcários margosos, grés, margas, conglomerados, argilas margosas.
- Cretácico – conglomerados de base, margas por vezes arenosas, calcários compactos, calcários margosos, arenitos por vezes margosos, argilas, grés, grés calcários, calcários por vezes gresosos ou margosos, margas, conglomerados argilosos, calcários recifais, calcários argilo-gresosos, dolomitos, calcários argilosos a margosos, calcários por vezes detríticos e oolíticos, grés calcários a margosos por vezes detríticos.
- Paleogénico – margas, arenitos e conglomerados, terminando por uma unidade de calcários (os Calcários de Sra. das Necessidades).

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 arenitos, areias, calcários, margas (Almeida *et al.*, 2000) e, na zona da Arrábida, as formações carbonatadas jurássicas e cretácicas e as formações detríticas e calcárias paleogénicas. Estando assim diferenciadas:

- Arrábida – Calcários, grés e margas de Espichel; Conglomerados de Comenda; Argilas, grés, conglomerados e calcários de Vale de Rasca (Jurássico superior); Grés, argilas e calcários gresosos de Guia e Vale de Lobos; Série detrítico-carbonatada (Cretácico); Conglomerados, arenitos e margas de Picheleiros; Calcários de Sra. das Necessidades (Paleogénico).
- Vale de Lobos – Arenitos de Vale de Lobos (Cretácico inferior).
- Arruda dos Vinhos – Camadas de Abadia; Complexo pteroceriano incluindo as Camadas com Lima pseudo-alternicosta; Camadas corálicas de Amaral (Jurássico superior).
- Lisboa – Calcários do Cenomaniano/Turoniano; Banco Real ou Calcários de Entre-Campos, Areolas da Estefânia, Areias da Quinta do Bacalhau, Calcários da Musgueira, Areias do Vale de Chelas (Miocénico).
- Montejunto – Calcários do Batoniano-Bajociano; Formações do Caloviano; Camadas de Montejunto; Camadas de Cabaços (Oxfordiano); Calcários de Ota e Monte Redondo; Calcários corálicos do Amaral; Camadas de Abadia (Kimmeridgiano).

O9 – PENELA-TOMAR

O conjunto de formações do sistema aquífero inclui as formações de cobertura (Aluviões, Depósitos detríticos pliocénicos e Complexo detrítico cretácico) e as formações aquíferas, de acordo com Almeida *et al.* (2000). Segundo Manuppella *et al.* (1978) e Rocha *et al.* (1981) os *Depósitos pliocénicos* são areias por vezes finas e com seixos, grés argilosos e argilas; *Formações do Complexo Detrítico do Cretácico inferior* são arenitos mais ou menos argilosos, finos a grosseiros, argilas em geral arenosas, a que se associam por vezes intercalações de seixos e calcários angulosos. As formações aquíferas são os dolomitos, calcários compactos e calcários dolomíticos

por vezes com intercalações margosas, de idade liásica, conforme Almeida *et al.* (2000). A composição destas formações é a seguinte (Ribeiro *et al.*, 1979; Carreira, 1986; Almeida *et al.*, 2000): Dolomitos, calcários compactos, calcários dolomíticos compactos, por vezes com intercalações margosas, sendo as unidades mais antigas calcários e dolomitos a que se seguem calcários e margas com xistos betuminosos, progressivamente mais carbonatados com a aproximação ao Liásico superior, terminando em calcários maciços algo cristalinos; no Liásico superior mantém-se a natureza calcário-margosa, já menos dolomítica, que se representa por margas brandas e calcários (brandos, compactos ou sublitográficos em plaquetas), por vezes com intercalações de biostromas. Este conjunto de litologias é designado por Delfim de Carvalho *et al.* (1992) como Dolomitos de Coimbra e Margas e calcários de Quiaios e S. Gião. Na envolvência deste sistema ocorrem, as aluviões do Mondego, os Terraços e cascalheiras, o Complexo detrítico oligocénico, as Areias e Argilas de Terreiro e Viso, os Calcários e dolomitos do Jurássico médio, as Formações da Dagorda, os Grés de Silves, os Ortognaisses migmatíticos câmbricos e os Xistos e grauvaques do Proterozóico superior. Segundo Manuppella *et al.* (1978), Rocha *et al.* (1981), Almeida *et al.* (2000) e <http://www.arhcentro.pt/website/LinkClick.aspx?fileticket=wmxlUruBsns=etabid=285> a composição destas formações é a seguinte: (1) *Aluviões do Mondego* – areias finas a grosseiras, por vezes com seixos, e lodos por vezes com areias e seixos; (2) *Terraços e cascalheiras* – areias argilosas, argilas, areias grosseiras e cascalheiras; (3) *Complexo detrítico oligocénico* – grés argilosos por vezes conglomeráticos, argilas, ocasionais níveis margosos com concreções calcárias e intercalações de calcários margosos; (4) *Areias e Argilas de Terreiro e Viso* – areias, argilas, conglomerados, arenitos por vezes argilosos e ocasionais arenitos grosseiros; (5) *Calcários e dolomitos do Jurássico médio* – calcários margosos muito compactos, margas e calcários compactos, calcários cristalinos, calcários dolomíticos, a que se associam calcários compactos e calcários oolíticos, intensamente carsificados e que definem a massa de águas subterrâneas de Sicó-Alvaiázere; (6) *Formações da Dagorda* – margas gresosas e margas e argilas salíferas, com raras intercalações calco-dolomíticas; (7) *Grés de Silves* – arenitos e conglomerados de cor avermelhada com cimento ferruginoso; (8) Ortognaisses migmatíticos câmbricos – gnaisses com faixas migmatíticas; (9) Xistos e grauvaques do Proterozóico superior – xistos e grauvaques.

O11 – SICÓ-ALVAIÁZERE

O conjunto de formações do sistema aquífero inclui as formações de cobertura (aluviões, com especial destaque para a significativa faixa de depósitos de rio de Mouros; areias e cascalheiras de terraços da zona de Ega; Formações miocénicas das Areias e Argilas de Pombal e Rodinha; Formações carbonatadas do Cenomaniano e Turoniano; Formações detríticas do Cretácico inferior) e as formações aquíferas, de acordo com Manuppella *et al.* (1978), Rocha *et al.* (1981) e Almeida *et al.* (2000). Segundo estes autores as formações miocénicas das *Areias e Argilas de Pombal e Rodinha* são constituídas por arenitos pouco coerentes e grés rijos, arenitos argilosos, arenitos caulíniferos, arenitos com seixos e calhaus rolados, margas, grés argilosos, arenitos grosseiros e intercalações de lenhitos, por vezes ocorrendo ainda termos calcários e gresosos; as *Formações carbonatadas do Cenomaniano e Turoniano*, são constituídas por calcários, calcários margosos apinhoados, calcários margosos, calcários compactos, calcários oolíticos, calcários areníticos e ocasionais intercalações de arenitos e de argilas; as *Formações detríticas do Cretácico inferior*, que incluem os *Arenitos de Carrascal*, são arenitos mais ou menos argilosos, finos a grosseiros, argilas no geral arenosas, a que se associam por vezes intercalações de seixos e calcários angulosos, sendo que nos retalhos que cobrem o sector ocidental da serra da Sicó estas formações tomam uma composição dominada por grés, areias, argilas e por vezes conglomerados e margas. As unidades cretácicas surgem não apenas na zona de bordadura mas também em diversos retalhos sobre o maciço, onde assinalam as formas depressivas da morfologia cársica do Dogger (Rocha *et al.*, 1981, *in* Oliveira *et al.* 2000). As formações aquíferas são os Calcários e dolomitos, em regra carsificados, do Jurássico médio (Batoniano e Bajociano, conforme Almeida *et al.*, 2000) e correspondem a um conjunto de calcários margosos muito compactos, margas e calcários compactos, calcários cristalinos, calcários dolomíticos, a que se associam calcários compactos e calcários oolíticos (Almeida *et al.*, 2000; INAG, 1997). Segue-se uma descrição mais pormenorizada das formações aquíferas (Manuppella *et al.*, 1978; Rocha *et al.*, 1981):

- Bajociano – calcários de grão fino, por vezes compactos, mais ou menos fracturados, calcários cristalinos, calcários sublitográficos por vezes maciços, calcários com nódulos de sílex, calcários oolíticos e pseudoolíticos, calcários de grão fino dolomíticos, calcários pisolíticos, calcários organodetríticos compactos. Encontra-se intensamente fracturado.
- Batoniano – calcários muito puros, calciclásticos e por vezes oolíticos e sublitográficos, onde se encontram microbrechas, calcários pseudo-oolíticos,

calcários organodetríticos, calcários oolíticos, calcários sublitográficos, calcários cristalinos micríticos a esparríticos, calcários calciclásticos. Constitui a unidade dominante do maciço de Sicó-Alvaiázere.

Na envolvência deste sistema ocorrem, a Norte e Oeste, as formações cretácicas dos Arenitos finos de Lousões e Arenitos e argilas de Taveiros e Viso; a Oeste ocorrem ainda as unidades do Complexo detrítico Oligocénico e as formações detríticas pliocénicas; a Sul as unidades calcárias jurássicas dos Calcários de Montejunto; a Leste as formações dos Dolomitos e Calcários dolomíticos do Jurássico Inferior e Margas da Dagorda, segundo Manuppella *et al.* (1978), Rocha *et al.* (1981) e Almeida *et al.* (2000). De acordo com estes autores a composição destas formações é a seguinte: (1) Arenitos finos de Lousões – arenitos finos a médios, por vezes argilosos, e ocasionais intercalações de argilas; (2) Arenitos e argilas de Taveiros e Viso – areias, argilas, conglomerados, arenitos por vezes argilosos e ocasionais arenitos grosseiros; (3) Complexo detrítico Oligocénico – grés argilosos por vezes conglomeráticos, argilas, ocasionais níveis margosos com concreções calcárias e intercalações de calcários margosos; (4) Formações detríticas pliocénicas – areias, grés e argilas por vezes com intercalações de seixos e de lenhitos, grés por vezes caulíníferos, argilas; (5) Calcários de Montejunto – conjunto de calcários margosos, calcários e margas por vezes com lenhitos, arenitos calcários, calcários nodulosos, calcários oolíticos, calcários lumachélicos; (6) Dolomitos e Calcários dolomíticos do Jurássico Inferior – dolomitos, calcários dolomíticos, margas, calcários margosos e por vezes intercalações de argilas; (7) Margas da Dagorda – margas gresosas e margas e argilas salíferas.

O15 – OURÉM

O conjunto de formações do sistema aquífero inclui as formações de cobertura (aluviões, Complexo arenoso pliocénico, e as formações do Miocénico Continental, que englobam as Areias e Argilas de Pombal e Rodinha) segundo Teixeira *et al.* (1968), Zbyszewski *et al.* (1974), Manuppella *et al.* (1978) e Almeida *et al.* (2000). De acordo com estes autores o *Complexo arenoso pliocénico* está representado por areias e cascalheiras com grandes calhaus rolados, sobrejacentes às unidades miocénicas; as formações miocénicas das *Areias e Argilas de Pombal e Rodinha* são constituídas por arenitos pouco coerentes e grés rijos, arenitos argilosos, arenitos caulíníferos, arenitos com seixos e calhaus rolados, margas, grés argilosos, arenitos grosseiros e intercalações de lenhitos; as formações miocénicas na zona de

Chancelaria (a SE de Vila Nova de Ourém) são unidades calcárias e gresosas. As formações aquíferas são os Arenitos do Carrascal (Cretácico inferior) e o Complexo Carbonatado (Cenomaniano), conforme Almeida *et al.* (2000). Os *Arenitos do Carrascal* – designados também por Complexo Detrítico Cretácico (Nascimento, 2009) ou formações do Cenomaniano inferior, Albiano, Aptiano e Neocomiano e de que Nascimento (2010) destaca a unidade dos Conglomerados da Caranguejeira – são constituídos por areias, arenitos argilosos, arenitos mais ou menos grosseiros e conglomerados de matriz argilosa, com um carácter mais fino da base para o topo, a que se associam frequentes intercalações de argilas arenosas ou siltosas, ocorrendo ainda intercalações de cascalheiras com calhaus rolados (Teixeira *et al.*, 1968; Manupella *et al.*, 2000; Nascimento, 2010). O *Complexo Carbonatado*, que assenta sobre os Arenitos do Carrascal, inicia-se por uma sequência constituída por alternâncias de arenitos, argilas, margas, calcários argilosos e calcários em plaquetas, pertencentes ao Cenomaniano médio; seguem-se calcários fossilíferos, margosos na base, terminados por margas fossilíferas e calcários com rudistas do Cenomaniano superior (Almeida *et al.*, 2000). Nascimento (2010) refere que as formações calcárias cenomanianas ocorrem sobretudo na parte Sul do aquífero, nas vertentes, podendo localmente comportar-se como aquíferos. As formações de cobertura do Miocénico e do Plio-quadernário, apesar das suas espessuras que podem localmente ser significativas, têm interesse aquífero limitado (Nascimento, 2010) e são constituídas por (Almeida *et al.*, 2000):

- Miocénico – arenitos finos a grosseiros, argilosos ou siliciosos, por vezes com seixos a conglomeráticos, grés rijos, arcoses, argilas e margas com concreções calcárias; ocorrem também frequentes intercalações de lenhitos que podem ser significativos na zona de Fonte da Moura/Caxarias.
- Pliocénico – areias e cascalheiras, argilas por vezes com intercalações de lenhitos, arenitos argilosos por vezes com grandes clastos rolados, e que podem passar a conglomeráticos.

Na envolvência deste sistema ocorrem as formações jurássicas das Camadas de Montejunto, Complexo de Vale de Lagares e as formações do Kimmeridgiano-Portlandiano da zona de Abiul-Vila Cã, de acordo com Teixeira *et al.* (1968), Zbyszweski *et al.* (1974) e Manuppella *et al.* (1978). De acordo com estes autores as *Camadas de Montejunto* são um conjunto de calcários margosos, calcários e margas por vezes com lenhitos, arenitos calcários, calcários nodulosos, calcários oolíticos,

calcários lumachélicos; o Complexo de Vale de Lagares, de idade kimmeridgiana, é constituído por arenitos de grão fino alternantes com argilas e por vezes com intercalações de calcários arenosos com restos carbonosos; o *Kimmeridgiano-Portlandiano* é constituído por arenitos argilosos, com intercalações de argilas e margas por vezes argilosas.

O20 – MACIÇO CALCÁRIO ESTREMENHO

O conjunto de formações do sistema aquífero inclui as formações de cobertura – aluviões, formações detríticas detríticas e de *terra rossa* da Serra dos Candeeiros, brechas da Serra dos Candeeiros, depósitos de terraços da região de Minde e de Ataija, Formações detríticas de Valverde e Vale Florido, Plio-Plistocénico indiferenciado, formações pliocénicas – e as formações aquíferas. De acordo com França e Zbyszewski (1963), Zbyszewski e Moitinho de Almeida (1960), Teixeira *et al.* (1968), Zbyszewski *et al.* (1971), Zbyszewski *et al.* (1974), Almeida *et al.* (2000) as formações de: (1) brechas da Serra dos Candeeiros são um conjunto de brechas de elementos calcários, angulosos, bem cimentados entre si; (2) as formações detríticas e de *terra rossa* da Serra dos Candeeiros (por vezes designadas apenas por formações detríticas e de *terra rossa*) são depósitos torrenciais e de vertente, de espessura variável, constituídos por clastos de calcário, angulosos, envoltos em *terra rossa*; (3) depósitos de terraços da região de Minde e de Ataija, são depósitos de areias com calhaus rolados ou de cascalheiras com calhaus rolados (terraço de Minde); (4) Formações detríticas de Valverde e Vale Florido, são depósitos de preenchimento de depressões cársicas, constituídos por clastos calcários envoltos em *terra rossa*, argilas arenosas, grés argilosos com seixos de quartzo e calcários; (5) formações do Plio-Plistocénico indiferenciado são areias com calhaus rolados; (6) formações pliocénicas são depósitos de areias e cascalheiras. As formações aquíferas são as formações carbonatadas do Dogger e do Malm (Almeida *et al.*, 2000). Crispim (2009) refere que a base das formações aquíferas compreende os primeiros termos calcários do Aaleniano, os calcários do Bajociano, os calcários dolomíticos da passagem do Bajociano ao Batoniano, os calcários do Batoniano e do Caloviano e também os calcários, conglomerados calcários e calcários margosos do Oxfordiano. Oliveira *et al.* (2000) particularizam, dentro das formações jurássicas, as seguintes unidades mais produtivas: Formação da Encosta de Minde, Formação da Atalaia, Formação de Valverde, Formação de Moleanos, Formação de Fátima, Formação de Natária, Formação de Vila Nova de Ourém, Calcários de Montejunto. A composição litológica

deste conjunto de formações é a seguinte (Zbyszewski e Almeida, 1960; França e Zbyszewski, 1963; Zbyszewski *et al.*, 1971; Zbyszewski *et al.*, 1974; Manuppella *et al.*, 1985; Manuppella *et al.*, 1988):

- Formações do Dogger – calcários margosos, por vezes compactos, calcários xistosos com intercalações calco-margosas, calcários argilosos, calcários calciclásticos e cristalinos, dolomitos, calcários dolomíticos, calcários oolíticos (dominantes na Serra dos Candeeiros), calcários microcristalinos e micríticos a finamente calciclásticos, calcários compactos, calcários sublitográficos a litográficos, calcários organodetríticos, calcários microcristalinos, calcários detríticos, calcários concrecionados, brechas e microconglomerados, calcários sublitográficos, margas com intercalações argilosas, calcários recifais e biostromas por vezes dolomitizados.
- Formações do Malm – apresentam grandes variações de fácies de e para W. São constituídas por argilas, margas e calcários, por vezes apinhoados, com abundantes intercalações de lignites, alternâncias de calcários calciclásticos e/ou oolíticos com intercalações de calcários microcristalinos, calcários margosos, por vezes compactos, calcários xistosos, calcários oolíticos, calcários lumachélicos, calcários compactos por vezes nodulares gradando para fácies recifal, calcários betuminosos e xistosos, por vezes fétidos, calcários folhetados, conglomerados e brechas, por vezes com níveis ferruginosos (Zbyszewski e Almeida, 1960; França e Zbyszewski, 1963; Teixeira *et al.*, 1968; Zbyszewski *et al.*, 1971; Zbyszewski *et al.*, 1974; Manuppella *et al.*, 1985; Manuppella *et al.*, 1988; INAG, 1997).

Na envolvência deste sistema, ocorrem as formações oligocénicas e miocénicas da bacia do Tejo, as formações cretácicas do Cenamaniano inferior, Aptiano, Albiano e Neocomiano, as formações jurássicas do Portlandiano, do Kimmeridgiano, dos Grés superiores com vegetais e dinossáurios, Camadas de Alcobaça e, no sector de rio Maior, as formações hetangianas das Margas e Calcários da Dagorda (França e Zbyszewski, 1963; Zbyszewski e Moitinho de Almeida, 1960; Teixeira *et al.*, 1968; Zbyszewski *et al.*, 1971; Zbyszewski *et al.*, 1974). De acordo com estes autores estas formações são constituídas por: (1) Margas e Calcários da Dagorda – margas gresosas e margas e argilas salíferas; (2) Grés superiores com vegetais e dinossáurios – conglomerados, grés e argilas por vezes com lenticulas de lenhitos; (3) Kimmeridgiano – grés, margas, calcários margosos, argilas; (4) Portlandiano – grés argilosos com

intercalações de argilas; (5) Camadas de Alcobaça – calcários amargos, oolíticos ou pisolíticos, margas, grés; (6) Cenomaniano inferior, Aptiano, Albiano e Neocomiano – formações calcárias e margosas, cascalheiras e grés, formações gresosas e detríticas, com arcoses, grés caulíferos e conglomerados na base, e domínio das areias no topo; (7) formações miocénicas da bacia do Tejo – calcários por vezes concrecionados, margas com concreções calcárias, calcários margosos, calcários gresosos, margas arenosas, grés argilosos, ferruginosos, com seixos e calhaus rolados e lenticulas conglomeráticas; (8) formações oligocénicas da bacia do Tejo – argilas, grés, grés conglomeráticos, grés argilosos, margas arenosas com concreções calcárias, calcários gresosos.

O26 – OTA-ALENQUER

O conjunto de formações do sistema aquífero inclui as formações de cobertura (aluviões) e as formações aquíferas, de acordo com Zbyszewski e Assunção (1965), Zbyszewski *et al.* (1966) e Almeida *et al.* (2000). Segundo estes autores as formações de cobertura são areias e argilas. A formação aquífera é a Formação de Ota e Alenquer (Calcários de Ota e Monte Redondo, Alenquer e Silveira), do Jurássico superior (Almeida *et al.*, 2000); corresponde a um complexo recifal de calcários oolíticos finos a grosseiros (os oólitos grosseiros formam por vezes camadas individualizadas), calcários cavernosos, calcários de aspecto dolomítico, calcários brechóides com calhaus angulosos, calcários lumachélicos, calcários gresosos, calcários compactos alternando por vezes com camadas margosas, margo-gresosas, margo-calcárias e corálicas (Zbyszewski e Assunção, 1965; Zbyszewski *et al.*, 1966; INAG, 1997); no topo da sucessão estes calcários recifais alternam com grés micáceos com zonas carbonosas (Zbyszewski e Assunção, 1965). Na envolveria deste sistema ocorrem as formações do Complexo pteroceriano incluindo as Camadas com *Lima pseudo-alternicosta* (Jurássico superior), o Complexo Detrítico da Abrigada (Oligocénico e Eocénico indiferenciados) e o Complexo Detrítico da Ota e Alcoentre (Miocénico inferior e médio), de acordo com Zbyszewski e Assunção (1965), Zbyszewski *et al.* (1966) e Almeida *et al.* (2000). Conforme estes autores a composição destas formações é a seguinte: (1) Camadas com *Lima pseudo-alternicosta* – margas, grés arenosos, grés, calcários, alternâncias de calcários margosos e grés, margo-calcários, grés finos, argilas, conglomerados calcários, grés médios a grosseiros; (2) Complexo Detrítico da Abrigada – estando na zona entre Montejunto, Abrigada e Monte Redondo cortado por numerosas falhas, é constituído

por conglomerados, grés, margas e argilas, apresentando ainda intercalações calcárias que por vezes gradam lateralmente para conglomerados calcários; (3) Complexo Detrítico da Ota e Alcoentre – grés com seixos e zonas ferruginosas, argilas, grés argilosos grosseiros, argilas com concreções calcárias, grés argilosos, argilas arenosas, calcários e calcários concrecionados.

O28 – PIZÕES-ATROZELA

O conjunto de formações do sistema aquífero inclui as formações de cobertura (aluviões e depósitos de cascalheiras e praias antigas) e as formações aquíferas, de acordo com Ramalho *et al.* (1981) e Ramalho *et al.* (1993). Segundo estes autores estes depósitos são areias e cascalheiras, misturadas com argilas e por vezes, nos Depósitos de areias e praias antigas, *terra rossa* e siltes. As formações aquíferas são os Margo-calcários Xistosos, e Calcários Nodulares de Farta Pão (Jurássico superior) e os Calcários e margas com *A. lusitanica*, *M. purbeckensis* e *Trocholina* incluindo os níveis de Calcários amarelo-nanquim (Cretácico inferior) conforme Almeida *et al.* (2000). O conjunto das formações aquíferas constitui-se por uma alternância de calcários compactos, fossilíferos, nodulares, calcários margosos e algumas margas que podem conter nódulos calcários, que se descrevem seguidamente com maior pormenor (Almeida *et al.*, 2000; Ramalho *et al.*, 1981; Ramalho *et al.*, 1993):

- Margo-calcários Xistosos – alternância de calcários compactos, brechas calcárias, calcários margosos, fossilíferos, que inclui as seguintes formações do Jurássico superior: (1) *Calcários corálicos* - calcários compactos finos, com calcários finamente detríticos a microbrechóides e bioclásticos, calcários margosos e margas xistificadas, margas ferruginosas com nódulos calcários, brechas calcárias cujos elementos são restos de biostromas; (2) *Calcários com oncólitos* – calcários compactos com muitos oncólitos, calcários compactos recifais, calcários compactos calciclásticos; (3) *Calcários de Mem Martins* – calcários argilosos e margas com níveis bioclásticos.
- Calcários Nodulares de Farta Pão – também do Jurássico superior, são uma alternância de calcários compactos, calcários nodulares, um pouco margosos e margas por vezes com nódulos calcários; esta formação está muitas vezes carsificada, formando pequenos campos de lapiás à superfície (Jesus, 1995).
- Calcários e margas com *A. lusitanica*, *M. purbeckensis* e *Trocholina* incluindo os níveis de Calcários amarelo-nanquim – unidades do Cretácico inferior, são

uma sequência de calcários compactos, calcários margosos e margas com nódulos calcários, constituída por intercalações de calcários finos e calcários compactos, frequentemente calciclásticos, com margas, calcários margosos, calcários nodulares, margas lumachélicas, calcários argilosos e calcários gravelosos com impregnações ferruginosas.

Na envoltória deste sistema ocorrem as rochas do maciço subvulcânico de Sintra (granitos de Sintra, gabros, mafraítos, sienitos), Formações dos Xistos do Ramalhão (o substrato da massa de águas subterrâneas), Calcários, margas e arenitos valanginianos (unidade do topo da massa de águas subterrâneas), Calcários recifais e com *Chofattelas*, Grés inferiores, Camadas com *Orbitolinas*, Grés superiores, Calcários e margas do Belasiano e, no bordo NW, as formações do Complexo de Benfica, conforme Ramalho *et al.* (1981), Ramalho *et al.* (1993) e Almeida *et al.* (2000). Conforme estes autores a composição destas formações é a seguinte: (1) Xistos do Ramalhão – alternância de calcários compactos, margas e calcários margosos metamorfizados pela instalação do maciço de Sintra; (2) Calcários, margas e arenitos valanginianos – calcários, margas calcárias, calcários nodulares, margas xistosas, calcários gresosos, com intercalações (cujas espessuras aumentam para leste) de arenitos por vezes finos e caulíníticos e de argilas; (3) Calcários recifais e com *Chofattelas* – calcários recifais, calcários detríticos e margas com nódulos calcários associados a intercalações dolomíticas e margosas; (4) Grés inferiores – dolomias, argilas, arenitos, siltes, siltes gresosos e argilas, podendo nos sectores mais ocidentais apresentar uma componente mais margosa a calcária; (5) Camadas com *Orbitolinas* – margas e calcários, com intercalações de grés, calcários recifais, margas por vezes argilosas e margas com ostras, intercaladas e/ou passando lateralmente a arenitos finos e siltosos; Grés superiores – sucessão de argilas, grés finos a grosseiros, siltes, arenitos e conglomerados, com intercalações de lenhites; Calcários e margas do Belasiano – sucessão de grés, areias finas a grosseiras, calcários nodulares, argilas, calcários, calcários argilosos, calcários margosos e margas; Complexo de Benfica – conglomerados com intercalações de níveis de argilas (por vezes com clastos), margas e calcários margosos, sendo os elementos clásticos no geral calcários e/ou graníticos.

T01RH5 - BACIA DO TEJO - SADO INDIFERENCIADO DA BACIA DO TEJO

As litologias desta área indiferenciada englobam um leque de formações detríticas que se estendem do Paleogénico à actualidade, sendo constituídas por (Zbyszewski *et al.*,

1979; Zbyszewski *et al.*, 1980; Zbyszewski *et al.*, 1981; Carvalho e Carvalhosa, 1982; Zbyszewski e Carvalhosa 1984; Carvalhosa e Zbyszewski, 1994):

- **Aluviões** – areias finas a grosseiras por vezes com calhaus e seixos, argilas, cascalheiras, areias mais ou menos argilosas, saibros e lodos.
- **Plistocénico** – depósitos de terraço, constituídos por areias, saibros, grés e predominantemente cascalheiras com intercalações diversas de areias e/ou argilas. As cascalheiras podem encontrar-se por vezes cobertas por depósitos de argilas arenosas ou areias argilosas (ex.: Pavia, Montemor-o-Novo, Mora e Ponte de Sôr). Em Ponte de Sôr predominam as cascalheiras por vezes muito grosseiras, com intercalações de grés e areias argilosas, a que se associam grés argilosos com níveis de seixos, areias siltosas e saibros por vezes grosseiros e/ou argilosos com seixos e ocasional ferruginização. Em Montargil ocorrem cascalheiras com saibros mais ou menos grosseiros mas predominam as areias mais ou menos grosseiras com intercalações argilosas, saibros arcósicos com seixos, grés argilosos com seixos e intercalações argilosas, areias e grés ferruginosos, grés grosseiros com intercalações conglomeráticas, grés argilosos, saibros grosseiros com seixos, areias argilosas, areias com seixos e calhaus rolados, argilas arenosas.
- **Pliocénico** – conjunto de areias, grés e cascalheiras, com características levemente distintas nos seguintes sectores: (1) Gavião, Montemor-o-Novo e Montargil: arenitos argilosos, cascalheiras com intercalações de argilas, terraços fluviais (alternâncias de areias, arenitos argilosos, níveis de seixos e grés mais ou menos argilosos com seixos e/ou intercalações de argilas); (2) Mora: representado pelo Complexo greso-argiloso e conglomerático de Santana do Mato (areias, grés argilosos com seixos, cascalheiras com intercalações argilosas, grés grosseiros com níveis de seixos e/ou argilas arenosas ou caulíníferas, argilas compactas); (3) Ponte de Sôr: cascalheiras conglomeráticas mui grosseiras, de matriz areno-argilosa, arenitos argilosos friáveis médios a grosseiros com intercalações de argilas e conglomerados mais ou menos ferruginizados, areias argilosas com lenticulas de calhaus rolados e por vezes encouraçamentos ferruginosos.
- **Miocénico** – inicia-se pelo Complexo de Lavre (presente em Montemor-o-Novo e Mora): cascalheiras de base, areias, grés argilosos, grés grosseiros arcósicos com seixos, argilas, argilas arenosas com concreções calcárias, depósitos

lumachélicos, grés calcários em parte concrecionados, siltes, areolas por vezes argilosas e/ou com intercalações de grés argilosos a calcários ou seixos, argilas e margas com concreções calcárias. Podem definir-se as seguintes regiões com fácies algo distintas: (1) Ponte de Sôr: arenitos argilosos por vezes grosseiros, com níveis de argila ou ferruginização, conglomerados, arenitos arcósicos argilosos grosseiros por vezes com calhaus, argilitos, areias finas e areias argilosas; (2) Montargil, Montemor-o-Novo, Pavia e Mora: saibros e grés argilosos com seixos e argilas arenosas, saibros grosseiros ferruginosos e com seixos, areias finas a grosseiras por vezes argilosas a muito argilosas e/ou com seixos, argilas e argilas arenosas com seixos e/ou concreções calcárias, margas arenosas com concreções calcárias, grés arcósicos argilosos, margas com intercalações de calcário, argilas, areias margosas, grés arcósicos com seixos, areias e grés grosseiros com argilas, cascalheiras, conglomerados, areias com argilas ou seixos, areolas com impregnações calcárias, areias muito finas, arenitos médios a finos, argilas compactas ou com lentículas de concreções calcárias; (3) Gavião: nível superior de cascalheiras, complexo areno-argiloso subjacente e sucessão de unidades essencialmente argilosas.

- **Palogénico** (incluindo a Formação de Vale do Guizo, Complexo arcósico de Brotas, Calcários de Vale de Paio, Conglomerado Brechóide de Pontinha, Brecha do Moinho do Tio Justo e Calcários de Pedreira) – é genericamente uma sucessão de arcoses, margas, calcários, argilas, grés e areias, com concreções calcárias e/ou intercalações de cascalheiras, calcários compactos, calcários margosos, calcários areníticos, conglomerados e brechas de cimento calcário (Carvalho, 1968). Nos termos argilosos a base é dominada pela atapulgite e no topo da sucessão pela montmorilonite. Ocorrem variações laterais de fácies ao longo da bacia pelo que se podem definir as seguintes zonas: (1) Alvega (extremo N da bacia): arenitos grosseiros argilosos com seixos e concreções calcárias, arcoses grosseiras com seixos e impregnações calcárias, argilas e argilas arenosas, cascalheiras, argilas com seixos, margas com concreções calcárias, margas arenosas grosseiras, saibros grosseiros arcósicos a feldspáticos com seixos; (2) S de Alvega: margas com concreções calcárias, argilas com seixos miúdos, concreções calcárias e níveis arenosos grosseiros; (3) Ponte de Sôr: arenitos argilosos, arenitos finos com concreções calcárias, margas, calcários margosos, argilas margosas com concreções calcárias mais ou menos areníticas; (4) Margem esquerda do rio Sôr, frente ao

Porto de Santarém: calcários areníticos a margosos, arenitos calcários a margosos, argilitos e arenitos argilosos compactos e parcialmente silicificados, calcários compactos, brechas, conglomerados brechóides e conglomerados calcários ou margosos, arenito argiloso muito fino a grosseiro com concreções calcárias e intercalações de argila ou margosas; (5) Touris: arcoses com concreções calcárias, margas com concreções calcárias e atapulgíticas, argilas; (6) Montargil: argilas com intercalações de grés argilosos, argilas arenosas ou com concreções calcárias e muitos seixos passando lateralmente a grés argilosos ou arcósicos, arenitos finos argilosos com nódulos margosos, calcários margosos algo detríticos; (7) N e NW de Mora: grés muito argilosos, argilas arenosas com impregnações calcárias; (8) Mora: cascalheiras, grés arcósicos por vezes grosseiros com impregnações de calcário, grés argilosos com seixos e concreções atapulgíticas, argilas arcósicas, argilas com atapulgite, margas com concreções calcárias, areias por vezes grosseiras com seixos e concreções calcárias, grés grosseiro calcário concrecionado com intercalações arenosas, arcoses com seixos e concreções calcárias; (9) SE de Mora: argilas por vezes com concreções calcárias, argilas muito arenosas com concreções calcárias, argilas arenosas com níveis por vezes consolidados de seixo miúdo, areolas com seixos miúdos, argilas por vezes com concreções calcárias, grés argilosos com pequenos seixos; (10) Montemor-o-Novo: cascalheiras, grés, grés argilosos por vezes grosseiros, argilas arcósicas, argilas com atapulgite e níveis muito arenosos, margas com concreções calcárias, areias arcósicas grosseiras com seixos miúdos; (11) Pavia: grés arcósicos e/ou com seixos, grés arcósicos muito argilosos com concreções calcárias, margas por vezes com concreções calcárias e atapulgíticas, argilas, areias argilosas arcósicas, argilas arenosas com concreções calcárias e/ou seixos, cascalheiras por vezes com argilas, areias, calcários concrecionados brechóides, arcoses, grés grosseiros com seixos, grés conglomeráticos com impregnações calcárias.

- De acordo com Oliveira *et al.* (2000) as unidades litológicas com melhores apetências aquíferas são os níveis mais grosseiros, de cascalheiras, areias e arcoses (ex.: os níveis mais superficiais da região de Mora).

T1 - BACIA DO TEJO-SADO /MARGEM DIREITA

O conjunto de formações do sistema aquífero inclui as formações de cobertura (aluviões, terraços, depósitos pliocénicos continentais) segundo Zbyszewski (1953), Zbyszewski e Moitinho de Almeida (1960), Zbyszewski e Assunção (1965), Zbyszewski *et al.* (1966), Zbyszewski e Veiga Ferreira (1968), Zbyszewski *et al.* (1971), Zbyszewski *et al.* (1974) e Almeida *et al.* (2000). As formações de cobertura são, de acordo com estes autores, areias, argilas, lodos, depósitos de seixos e calhaus. As formações aquíferas são os Arenitos de Ota e os Calcários de Almoester, conforme Almeida *et al.* (2000), que apresentam a seguinte constituição:

- **Calcários de Almoester** – de idade miocénica são uma sucessão de calcários mais ou menos compactos, calcários margosos e margas com frequentes intercalações de argilas, alguns leitos arenosos e raras lenticulas de calhaus; definem um aquífero carbonatado (ausente nalgumas regiões, como é o caso dos bordos NW e SW).
- **Arenitos de Ota** – de idade miocénica, apresentando significativas variações laterais e verticais de fácies, são arenitos de origem continental, por vezes arcósicos, argilas e, por vezes, pequenas lenticulas de calhaus; definem um aquífero mais profundo, detrítico.

Há ainda a registar a ocorrência de unidades pliocénicas, que constituem um complexo detrítico de origem continental e que poderão ter interesse aquífero a nível local.

Na envolvência deste sistema ocorrem as formações dos Ortognaisses pré-hercínicos, Margas da Dagorda, Formações Destríticas e Carbonatadas do Jurássico, Formações Calco-Margosas e Destríticas do Cretácico, Complexo Destrítico e Calcário do Oligocénico e as formações paleogénicas dos Gés de Monsanto (conglomerados, arenitos arcósicos, argilitos e calcários margosos; afloram ao longo do bordo N e W da massa de águas subterrâneas).

T3 - BACIA DO TEJO-SADO /MARGEM ESQUERDA

Segundo Antunes (1983), Azevedo (1982), Carvalho e Carvalhosa (1982), Lopo Mendonça (1990), Mendonça (1993), Mendonça *et al.* (1982), Zbyszewski (1953), Zbyszewski *et al.* (1965), Zbyszewski *et al.* (1976), Zbyszewski *et al.* (1979), Zbyszewski *et al.* (1981), Zbyszewski e Carvalhosa (1984), Zbyszewski e Veiga Ferreira (1968a e 1968b), Zbyszewski e Veiga Ferreira (1969) e Almeida *et al.* (2000) o conjunto de formações do sistema aquífero inclui as formações de cobertura (aluviões,

terraços, dunas, areias de dunas e de praia). De acordo com estes autores as formações de cobertura são constituídas por areias, argilas, lodos, depósitos de seixos e calhaus, areias de praia e areias bem calibradas de praia e de dunas. As formações aquíferas são o Complexo detrítico Pliocénico, Arenitos de Ota e a Série calco-gresosa marinha miocénica, as quais apresentam a seguinte composição (Almeida *et al.* , 2000):

- **Complexo detrítico pliocénico** – de idade pliocénica, é uma sucessão de areias, com intercalações lenticulares de argilas.
- **Arenitos de Ota** – de idade miocénica, são um conjunto de arenitos com algumas intercalações de argilas.
- **Série calco-gresosa marinha** – de idade miocénica, é constituído por uma sucessão de arenitos calcários, margas.

Na envolvência deste sistema ocorrem as formações de Vale de Guiso, Complexo detrítico e calcário oligocénico, Formações calco-margosas e detríticas cretácicas, Formações detríticas e carbonatadas do Jurássico, Formação de Cabrela, Formação de Santa Iria, Calcários dolomíticos e mármore câmbrios, Turbiditos câmbrio-ordovícicos, Xistos e grauvaques proterozóico-silúricos, Gnaisses e anfibolitos proterozóicos, Granodioritos e tonalitos hercínicos e pré-hercínicos, entre outras rochas ígneas.

T7 – ALUVIÕES DO TEJO

O conjunto de formações do sistema aquífero inclui as formações de cobertura (aluviões recentes e depósitos de terraços plistocénicos), que correspondem de facto às formações aquíferas, de acordo com Almeida *et al.* (2000). As formações aquíferas dominantes são de natureza fluvial, correspondendo a depósitos de **Aluviões** e de **Terraços fluviais** e as **Areias superficiais de vales e terraços** (Almeida *et al.*, 2000). As **aluviões** são de idade holocénica, sendo constituídas por alternâncias de areias (finas a grosseiras) ou arenitos mais ou menos argilosos, argilas e lodos, por vezes permeadas por seixos e calhaus; na sua base encontra-se um depósito de areias com seixos e calhaus (Almeida *et al.*, 2000; Oliveira *et al.*, 2000), que define um dos níveis mais produtivos da massa de água. De acordo com Mendonça *et al.* (1982) as aluviões podem, na margem direita, ser divididas em 4 complexos, do mais recente para o mais antigo:

- Areias e lodos superficiais, depósitos indiferenciados.
- Depósitos indiferenciados, areias e burgaus, areias argilosas.
- Complexo com conchas, lodos com restos vegetais, complexo argilo-arenoso.
- Areia com calhaus.

Na margem esquerda a sequência é similar à da margem direita (7,5 m de argila siltosa sobre 17 m de areias grosseiras com seixos e calhau) mas a espessura diminui para os bordos da bacia; ao invés da margem direita, onde predominam as litologias argilosas (pelo menos na área de Santarém), na margem esquerda dominam os termos arenosos. Para jusante, ainda nesta margem, ocorre aumento da espessura dos lodos (Mendonça *et al.*, 1982; Zbyszewski, 1953; Zbyszewski *et al.*, 1971). Para jusante de Valada a sequência é de 3 unidades sobrepostas, da mais superficial para a mais profunda, (1) areias com alternâncias lodosas, (2) lodos e (3) areias e cascalheiras de base; para montante a sequência têm menor espessura de lodos, que são também mais descontínuos, e nalguns locais as aluviões são formadas totalmente por areias (Mendonça *et al.*, 1982; Oliveira *et al.*, 2000).

Os **Terraços fluviais** são de idade plistocénica e são constituídos por depósitos basais com seixos e calhaus, seguidos de um complexo formado por areias grosseiras mais ou menos argilosas, areias/grés argilosos e argilas arenosas, com seixo e calhaus rolados, conglomerados de calhaus rolados, argilas (por vezes com diatomitos ou com seixos e calhaus rolados) e por vezes areias finas (Almeida *et al.*, 2000; Zbyszewski e Veiga Ferreira, 1969; Zbyszewski, 1953; Gonçalves *et al.*, 1979). Estes depósitos têm uma apreciável variabilidade lateral. Assim, os baixos terraços são formados por areias argilosas e argilas arenosas na margem direita do Tejo e por areias finas por vezes argilosas na margem esquerda. Oliveira *et al.* (2000) refere que os terraços estão mais desenvolvidos na margem esquerda do Tejo podendo a sua extensão atingir vários quilómetros e se dividem em: (1) terraços baixos; (2) médios; (3) altos e (4) superiores. Os terraços altos são escassos em ambas as margens do rio Tejo e os terraços superiores ocorrem na margem direita, encostados ao planalto terciário e à serra de Almeirim. Os terraços médios estendem-se de modo contínuo entre Chamusca e o Mar da Palha com larguras que podem ir aos 5 km e cuja estrutura, a norte de Almeirim. Os baixos terraços são os que ocupam maior extensão na margem direita do Tejo. As **Areias superficiais de vales e terraços** são depósitos arenosos acumulados a partir do fim da glaciação do Würm, por transporte fluvial,

torrencial e, em parte, por acção eólica (Zbyszewski e Veiga Ferreira, 1969; Gonçalves *et al.*, 1979).

Na envolvência deste sistema ocorrem o Complexo Detrítico (do Pliocénico), os Calcários de Almoester (de idade miocénica), as Formações do Miocénico de Lisboa, Grés da Ota (do Miocénico), o Complexo detrítico e calcário do Oligocénico, as Formações Detríticas e Carbonatadas (Jurássico), e os ortognaisses pré-hercínicos (na região de Constância) de acordo com Gonçalves *et al.* (1979), Zbyszewski (1953), Zbyszewski (1964), Zbyszewski e Assunção (1965), Zbyszewski e Veiga Ferreira (1968), Zbyszewski *et al.* (1971), Zbyszewski e Veiga Ferreira (1979), Zbyszewski e Carvalhosa (1981) e Almeida *et al.* (2000).

Anexo 3 – Estruturas tectónicas, caracterização da fracturação e definição das principais direcções de falha

Preparado por Maria Emília Novo (LNEC)

Escusa:

Tectónica que afecta as formações – A estrutura e fracturação das formações é dominada pelos campos de tensões relacionados com as orogenias hercínica e alpina, que se sobrepõem entre si (Fernandes *et al.*, 1973; Perdigão e Fernandes, 1976). O sistema aquífero constitui o núcleo de um sinclinal complexo – o sinclinal de Castelo de Vide – afectado por diversas dobras secundárias de idade hercínica, com orientação geral NW-SE, paralela ao dobramento principal (Monteiro e Silva, 1993), e extensão de cerca 40 km ao longo do seu eixo, sendo a extensão ao longo da perpendicular da ordem dos 10 km (Monteiro, 1993). As principais direcções de fracturação – algumas das quais poderão corresponder a falhas activas (Cabral e Ribeiro, 1988) – são (Fernandes *et al.*, 1973; Perdigão e Fernandes, 1976):

- ENE-WSW.
- ENE-WSW.
- NNE-SSW (direcção menos preponderante).

Estremoz-Cano:

Tectónica que afecta as formações – As litologias desta massa de águas subterrâneas estão intensamente tectonizadas, tendo sofrido dobramentos associados à fase F-2 (e da F-1 nos terrenos mais antigos) da orogenia hercínica e a fracturação associada às fases pós F-2 e tardi-hercínica. Alguma desta fracturação terá sido reactivada no ciclo orogénico alpino (Gonçalves *et al.*, 1975; Carvalhosa *et al.*, 1987). A estrutura dominante é um **anticlinal** orientado NW-SE (o anticlinório de Estremoz; cf. Fig. A3-1) com vários dobramentos secundários (Fig. A3-2 e Fig. A3-3) de vergência para NE, apresentando plano axial subvertical (inclinando 70-80° SW), e

mergulho do eixo, no geral de 20° para SE (Gonçalves e Coelho, 1974; Carvalhosa et al., 1987; ERHSA, 2000).

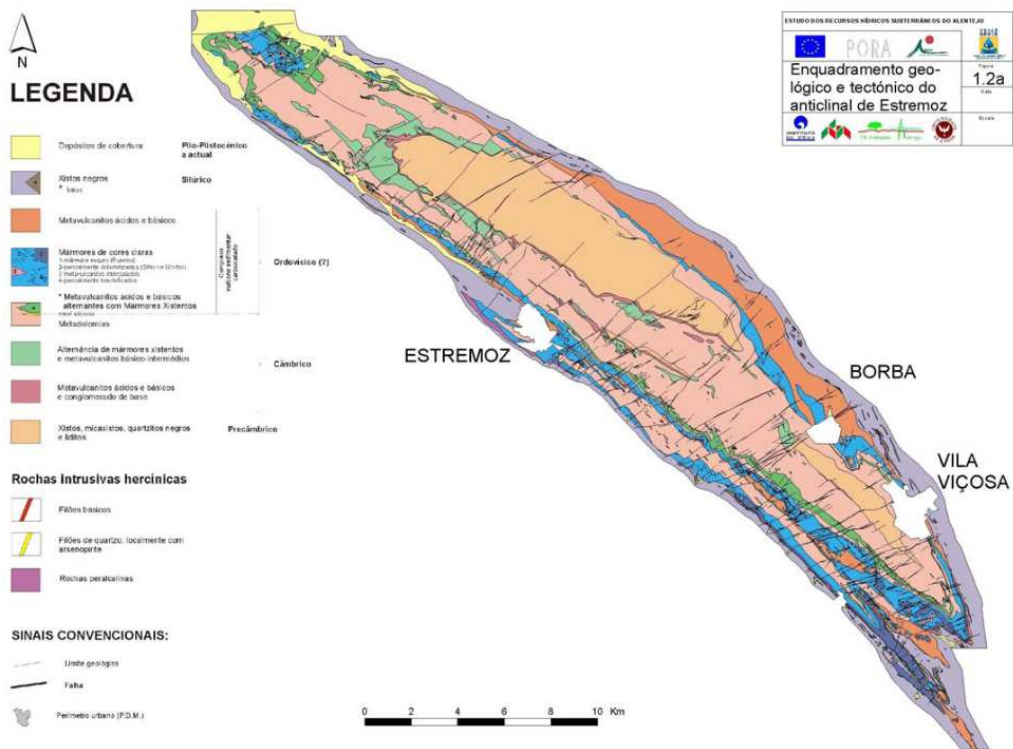


Fig. A3-1 – Anticlinal de Estremoz e fracturação associada

Fonte: ERHSA (2000)

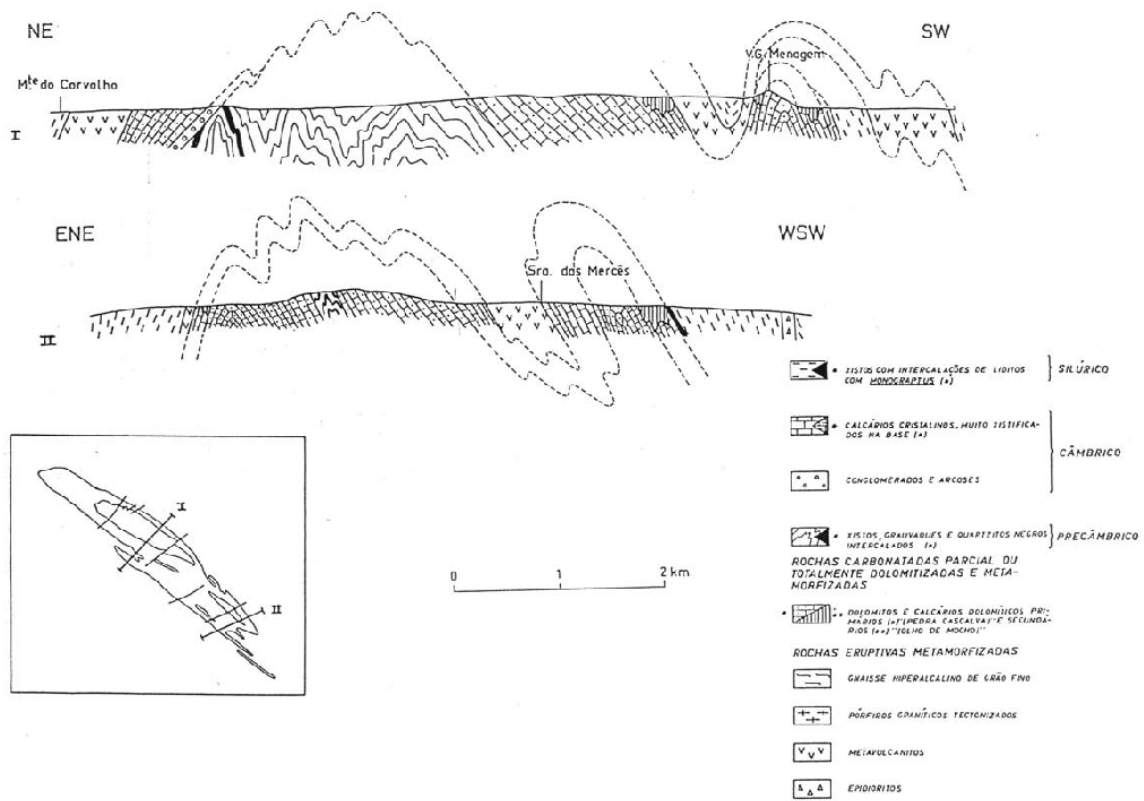


Fig. A3-2 – Cortes geológicos no anticlinal de Estremoz

Fonte: ERHSA (2000)

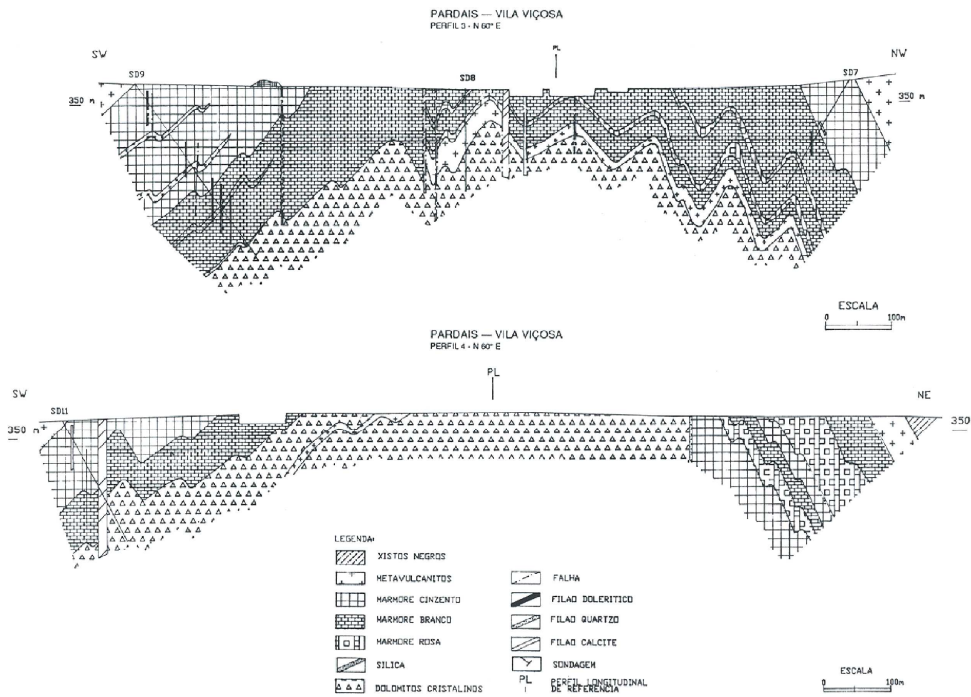


Fig. A3-3 – Padrões de dobramento no anticlinal de Estremoz

Fonte: Reynaud e Vintém (1992)

Além do anticlinal de Estremoz registam-se ainda as seguintes estruturas:

- Xistosidades
- Lineamentos
- Clivagens – de plano axial, NW-SE, sub-verticais, por vezes levemente em leque; a clivagem de fractura (e a microcrenulação) está associada à 2ª fase de dobramento e a de fluxo (xistenta) à 1ª fase (Gonçalves e Coelho, 1974; Carvalhosa *et al.*, 1987; ERHSA, 2000).
- Falhas, fracturas e diaclases – além da fracturação associada ao alívio de tensões, a fracturação associada às fases de deformação frágil hercínica e tardi-hercínica são sobretudo falhas de desligamento esquerdo NE-SW, que dividiram o anticlinal em numerosos blocos. Embora a orientação da fracturação associada ao campo de tensões que gerou o anticlinal de Estremoz seja muito variável de local para local, as principais direcções de fracturação são (Cupeto, 1991; ERHSA, 2000):
 - NE-SW – em regra desligamentos esquerdos. Muitos destes acidentes estão preenchidos por filões de natureza básica (ERHSA, 2000).
 - NW-SE – falhas conjugadas do grupo anterior. Estão muitas vezes preenchidos por material quártzico (Gonçalves, 1973).
 - Fracturas associadas à estratificação (ERHSA, 2000).
 - N27W e N63E – falhas verticais a sub-verticais; são famílias menos importante que as famílias anteriores.
 - N40-50E, N70E e N25W – ocorrem na região de Cano, sendo a primeira orientação equivalente à da família NE-SE de desligamento.
 - Outros planos de fracturação – N9-11W, 50-70NE; N46E e N77-79E, 80-86NW ou SE; N44W, 44SE; N8E, 50SE; N78E, sub-verticais; N27-28E, 74-77NW; N8E, 48SE; N46E, 80NW ou SE (Reynaud e Vintém, 1992).

Com a excepção das duas primeiras famílias de falhas, todas as restantes estão no geral associadas a esforços de distensão e alívio de cargas. Além dos preenchimentos

por filões e material quártzico acima referido, as restantes fracturas, quando preenchidas, estão-no por materiais argilo-ferruginosos, argilíticos, calcite, “terra rossa” e outros produtos de alteração secundária (Gonçalves e Coelho, 1974).

Monforte:

Tectónica que afecta as formações – A estrutura e fracturação das formações é dominada pelos campos de tensões relacionados com a orogenia hercínica. As formações estão assim dobradas em estruturas cujos eixos têm orientações dominantes NW-SE, sendo afectadas por falhas N-S (ex: falha de Castelo de Vide (Gonçalves e Fernandes, 1973; Gonçalves *et al.*, 1975) e pela rede de fracturação tardi-hercínica NNE-SSW e ENE-WSW. São estas diferentes famílias de fracturas que condicionam preponderantemente os escoamentos superficiais e subterrâneo (Fernandes e Francés, 2009). Há ainda a assinalar um conjunto de diaclases, que ocorrem nas rochas magmáticas (com tendência aleatória ou controladas pela morfologia), calcárias, xistosas, quartzíticas; nas intercalações ortometamórficas realçam-se as diaclases de estratificação, cruzadas e longitudinais, com direcção predominante N10-20°E (<http://www.dgge.pt>).

Maciço Antigo:

Tectónica que afecta as formações – A tectónica desta vasta área é condicionada pelas orogenias caledónica ou talvez mesmo orogenias anteriores (nas unidades litológicas mais antigas), hercínica e pela reactivação dum conjunto de acidentes profundos por acção da orogenia alpina. A orogenia hercínica é principal condicionante das características tectónicas e estruturais do Maciço Antigo, tendo dado origem à sua sectorização em faixas de orientação dominante NNW-SSE direcção que é seguida também pelas principais estruturas de dobramento. Constituíram-se assim um conjunto de zonas geotectónicas, de que à bacia do Tejo interessam as seguintes: *zona Centro Ibérica* e a *zona de Ossa Morena*. Associados a deformação das rochas desencadearam-se processos de metamorfismo regional e actividade magmática, de que resultaram as unidades metassedimentares e as rochas graníticas ou granitóides as quais ocupam uma área muito significativa do Maciço Antigo da bacia do Tejo. No final da orogenia hercínica o Maciço Antigo foi recortado por uma densa rede de fracturação, dando origem a dois sistemas de fracturas conjugadas: (1) sistema mais

desenvolvido, de desligamentos esquerdos NNE-SSW a ENE-WSW; (2) sistema de desligamentos direitos NNW-SSE a NW-SE. Considerando assim as duas grandes zonas geotectónicas, tem-se:

- **Zona Centro Ibérica** – É uma zona caracterizada por grande extensão de afloramento de rochas granitóides a que se associa o Complexo Xisto-Grauváquico das Beiras, assinalando-se além da fracturação hercínica e tardi-hercínica numerosos dobramentos alongados segundo a direcção NW-SE, e onde quartzíticas ordovícicas costumam assentar em discordância angular sobre as formações mais antigas do Grupo das Beiras. Particularizando para os sectores aquíferos definidos por Oliveira *et al.* (2000) as características tectónicas mais importantes são:
- **Penha Garcia** – Este sector apresenta estrutura sinforma, hercínica, orientada NW-SE, com fracturação tardi-hercínica reactivada pela orogenia alpina; as estruturas presentes são (Perdigão, 1976):
- Sinforma orientado NW-SE, dobramento secundário associado, planos axiais subverticais e eixos levemente inclinados para SE; a orientação das camadas é N40W, 65E no flanco SW mas a inclinação aumenta para NE, chegando aos 80° na Fonte dos Cucos, passando depois a 65W no flanco NE (Teixeira, 1981).
- Clivagem xistenta, subvertical, orientada NW-SE.
- Descontinuidade angular entre as formações ordovícicas e as formações mais antigas.
- Fracturação (de um modo geral com planos de fractura sem preenchimento significativo), de direcções dominantes NE-SW, por vezes com algumas falhas inflectindo para N-S (ex.: falha do Lavajo, falha do Arraial do Monte do Trigo). Há ainda a destacar a falha N-S do Ponsul (componente de movimento horizontal de cerca 200 m que rejeita os quartzitos para E; Teixeira, 1981) e os dois sistemas de falhas: (1) Monfortinho; (2) Potreira-Muro do Singuinho-Torrão, sita no extremo SE do sinforma, orientada ENE-WSW, rejeitando horizontalmente a crista quartzítica do bordo S em cerca de 1,5 km e a do bordo N em cerca de 500 m, com componente de movimentação vertical de cavalgamento (Cabral e Ribeiro, 1988). São ainda assinaladas a falha NW-SE

que passa por Monfortinho (associada à nascente termal de Monfortinho) e uma falha longitudinal ao sinforma.

- **Beira Baixa** – Corresponde a áreas tectonicamente deprimidas (Ribeiro *et al.*, 1967) limitadas muitas vezes por falhas importantes, reactivadas pela orogenia alpina ou criadas por esta. Nesta área de potencial aquífero ocorrem as seguintes estruturas (Ribeiro *et al.*, 1967):
 - Falhas, a que se associam com frequência basculamentos (ex.: Vila Velha de Ródão). Os planos de falha tendem a ser irregulares pelo que uma falha de direcção geral por exemplo NE-SW pode, localmente, apresentar direcções que podem ir quase ao E-W (Ribeiro *et al.*, 1965; Ribeiro *et al.*, 1967). As principais direcções de fracturação são: (1) NE-SW a ENE-WSW – associada às falhas de maior expressão e dimensão, no geral inversas (escarpas de 70 a 300 m de desnível, com cavalgamento para S, excepto na falha de Mandares onde o cavalgamento é para N; Cabral, 1993) e que quando têm componente de movimento horizontal são desligamentos esquerdos, e em que se incluem as falhas de: (a) Monfortinho-Santana passando por Vila Velha de Ródão; (b) falhas de Monforte da Beira a Malpica do Tejo, (c) rio Erges-Segura-rio Aravil; (d) Falha do Ponsul, com componente de cavalgamento de até 100 m e de desligamento esquerdo até 1,5 km, com sectores basculados na zona de Vila Velha de Ródão; (e) falha a S e paralela à do Ponsul, de grande extensão, constitui parcialmente o limite S da maior mancha dos depósitos desta área de potencial aquífero (Cabral e Ribeiro, 1988; Oliveira *et al.*, 1992); (f) falhas NNE-SSW, de movimentação horizontal de desligamento esquerdo e componente de movimentação vertical normal associadas a falhas inversas NE-SW; (2) NW-SE a WNW-ESE – sistema conjugado das anteriores, sendo tipicamente falhas de dimensão relativamente reduzida, que fracturam as falhas de maior comprimento, tendo componente de desligamento direito. Entre estas podem citar-se as falhas: (a) conjugadas da falha do Ponsul, que a intersectam, com componente vertical cavalgante; (b) falhas do soco, N60-70W e N60E. com componente de movimentação normal (Cunha, 1992).
- **Serra da Estrela – Serra de Sto. António** – Tectónica de tipo frágil das últimas fases da deformação hercínica e consequente reactivação dos acidentes hercínicos pela orogenia alpina, e eventuais novos acidentes criados por esta última orogenia. É de destacar no estilo alpino de tectónica as

estruturas em bloco-falha que afectam a região da Serra da Estrela. As estruturas presentes são, além dos basculamentos para E na zona da Guarda, sobretudo falhas, fracturas e diaclases – com frequência preenchidas por filões aplito-pegmatíticos, básicos ou de quartzo (estes em fracturas de idade alpina) – de orientações E-W, NE-SW e NNE-SSW (direcção dominante, com eventual componente vertical de movimentação), sendo de destacar (Teixeira *et al.*, 1963; Teixeira *et al.* 1965 e Teixeira *et al.*, 1974):

- Falha Verdelhos-Cortes do Meio – estende-se para S até Oleiros e separa o sector de Manteigas do da Covilhã.
- Falha Caria-Guarda.
- Falhas activas NNE-SSW, de grande extensão e movimento vertical, como as de Unhais da Serra-Caldas de Manteigas e de Vale do Zêzere (Cabral e Ribeiro, 1988).
- **S. Mamede – Marvão – Portalegre** – Definindo uma estrutura em sinclinal, a tectónica é dominada pelas deformações, em sobreposição, das orogenias hercínica e alpina. As estruturas presentes são (Fernandes *et al.*, 1973; Perdigão e Fernandes, 1976; Monteiro e Silva, 1993; Oliveira, 1993):
 - Sinclinal – a estrutura definidora da região, onde as formações ordovícicas ou mais antigas afloram nos seus bordos; tem uma geometria complexa, com diversas dobras secundárias de idade hercínica, orientadas NW-SE, paralelas ao dobramento principal.
 - Falhas – originadas nas fases finais da orogenia hercínica e em larga medida retomadas pela orogenia alpina, podem estar preenchidas por materiais argilosos ou por filões de quartzo que podem chegar aos 50 m de espessura (ex.: Falha de Castelo de Vide). São sobretudo desligamentos esquerdos (ex.: falha de Castelo de Vide, com rejeito de 300 m na crista quartzítica da Senhora da Penha) e direitos (ex.: falha da Fontáinha-Serra Fria), mas algumas falhas têm também componente vertical (ex.: falha do Tapadão-Malhada do Vale). As principais direcções de fractura são: (1) NE-SW a E-W e ENE-WSW, sendo comum os planos de falha inflectirem de NE-SW para E-W; (2) NNE-SSW, menos comuns.
 - Lineamentos – poderão corresponder a falhas activas, tendo orientações ENE-WSW (Cabral e Ribeiro, 1988).

- Diaclases – na Serra de Castelo de Vide, ao longo da estrada que passa pela Senhora da Penha, definiram-se dois sectores de fracturação:
- **Sector 1** – S e SW de Castelo de Vide, com 3 famílias de fracturas (Quadro A3-5.1):

Quadro A3-5.1 – Características das famílias de diaclases do Sector 1 da Serra de Castelo de Vide

| Família | N.º Fracturas | Atitude | Densidade (1/m) | Abertura (mm) |
|---------|---------------|-----------|-----------------|---------------|
| 1 | 28 | N60E;75SE | 4,6 | |
| 2 | 11 | N27E;69NW | 0,9 | Entre 0 e 45 |
| 3 | 11 | N44W;73NE | 2,4 | |

- **Sector 2** – cerca de 1 Km a SE do primeiro sector, com 2 famílias de fracturas (Quadro A3-5.2):

Quadro A3-5.2 – Características das famílias de diaclases do Sector 2 da Serra de Castelo de Vide

| Família | N.º Fracturas | Atitude | Densidade (1/m) | Comprimento (m) | Abertura (mm) |
|---------|---------------|-----------|-----------------|-----------------|---------------|
| 4 | 42 | N27E;75NW | 4,7 | 0,53 | Entre 0 e 3 |
| 5 | 9 | N85W;52S | 2,0 | 0,38 | |

- **Nisa – Castelo de Vide** – Região dominada pela tectónica hercínica, havendo contudo registo de orogenias ante-hercínicas nas litologias mais antigas. A deformação é assinalada por faixas de milonitização (podendo chegar à xistificação dos granitos) e vários acidentes frágeis, tardi-hercínicos, alguns de importância regional (Fernandes *et al.*, 1973; Gonçalves e Fernandes, 1973; Perdígão e Fernandes, 1976 Gonçalves *et al.*, 1978). Algumas falhas podem estar preenchidas por filões de quartzo com ocasionais mineralizações de sulfuretos (ex.: falha de Castelo de Vide tem filões de grande extensão). As principais direcções de fracturação são, ainda de acordo com os autores acima: (1) região de Castelo de Vide – (a) *NW-SE*, por vezes inflectindo para *E-W*; (b) *NNW-SSE*; (c) *ENE-WSW*, conjugadas das anteriores; (d) *NE-SW*; (e) *N-S* – em que se inclui a falha de Castelo de Vide, a qual sofre localmente inflexões para *NE-SW*; (2) região de Assumar – intersectada por importantes falhas *N-S*. A falha de Castelo de Vide e a maioria das falhas *N-S* são desligamentos, sendo que a falha de Castelo de Vide (além do rejeito de desligamento esquerdo superior a 300 m na crista quartzítica da Sra. da Penha) terá uma provável componente vertical, em especial nas zonas de inflexão. Ocorrem ainda cavalgamentos com as cristas quartzíticas de Fortios e da Serra de Castelo de Vide, cortados por falhas *NE-SW* a quase *E-W* (com componente

de desligamento e possivelmente também vertical). De referir ainda a existência de grandes lineamentos WNW-ESE que podem ser falhas activas (Cabral e Ribeiro, 1988).

- **Zona de Ossa Morena** – Nesta região (onde as litologias sedimentares e ígneas são mais variáveis do que na Zona Centro Ibérica, ocorrendo aqui não apenas granitos mas também diversos outros tipos ígneos, com especial destaque para os gabros, ou para as unidades calcárias, quase inexistentes na zona Centro Ibérica) é possível definir cinco sectores com características tectónicas e de metamorfismo específicos: (1) **Faixa Blastomilonítica** – sita junto ao contacto com a Zona Centro Ibérica, tem uma área central de gnaisses, migmatitos e anfibolitos, indicadores de metamorfismo de alta pressão, ladeados pelas formações da Série Negra; (2) **Sector de Alter do Chão – Elvas** – sita a S da zona anterior delimitada a S pelo carreamento da Juromenha, os seus terrenos mais antigos são os da Série Negra, a que se seguem terrenos câmbricos (incluindo formações carbonatadas) e uma ampla variedade de rochas ígneas, de que os granitos têm a maior expressão; (3) **Sector de Estremoz – Barrancos** – limitado a N pelo carreamento da Juromenha e a S pelo carreamento de Santo Aleixo da Restauração, com um leque de litologias que vão do Pré-Câmbrico ao Devónico, está dividido nos subsectores do Anticlinório de Estremoz, Anticlinório de Barrancos e Sinclinal de Terena; (4) **Sector de Montemor-Ficalho** – sito a S do anterior e tendo como limite meridional a bordadura com a Zona Sul Portuguesa, é dominado por grande extensão de rochas magmáticas, em especial na região NW, e rochas metamórficas associadas a metamorfismo regional, apresenta vários dobramentos que originaram uma sucessão de anticlinais; (5) Maciço de Beja – situado já fora da área do PBHT. Particularizando para os sectores aquíferos definidos por Oliveira *et al.* (2000) as características tectónicas mais importantes são:
 - **Cabrela e Montemor-o-Novo** – A tectónica é de natureza dúctil e frágil, de idade hercínica, sendo alguns acidentes reactivados pela orogenia alpina. As estruturas existentes são (Carvalhosa e Zbyszewski, 1994):
 - Dobras – de 1ª e 2ª fase, plano axial subvertical, orientação NW-SE, vergência para SW (eixos mergulhando 20º nas de 2ª fase); a 1ª fase afecta só as formações mais antigas e a Formação de Cabrela é apenas afectada pela

deformação de 2ª fase. As estruturas mais importantes são: (1) sinclinal de Cabrela; (2) sinclinal de Carvalhal; (3) anticlinório de Montemor-Évora.

- Xistosidades ($S_1 = \text{NNW-SSE}$) e lineamentos.
- Fracturas e falhas – preenchidas por materiais argilosos ou siltosos (fracturação tardi-hercínica) ou quartzo de exsudação (fracturação sintectónica). As falhas são no geral inversas, de desligamento, ou inversas com componente de desligamento e as principais direcções são: (1) NW-SE a WNW-ESE (2ª fase de deformação); (2) NNE-SSW a NNW-SSE e por vezes E-W (fase tardi-hercínica). Destas destacam-se: (a) cavalcamento Moura-Ficalho – de orientação NNW-SSE, define o limite W desta área aquífera; (b) cavalcamento Rabasqueira-Carrascal – orientado NW-SE, corresponde ao limite E desta área aquífera; (c) desligamentos E-W a NE-SW – intersectam o acidente anterior; (c) contacto Zona Sul Portuguesa/Zona de Ossa Morena – provável falha activa NNW-SSE, constitui o limite S desta área aquífera.
- **Serra de Ossa** – A tectónica é dominada pelas duas principais fases de dobramento da orogenia hercínica, definindo o anticlinal de Redondo, a associadas a posterior fase de deformação frágil também hercínica. As estruturas dominantes são (Carvalhosa *et al.*, 1987):
- Dobramentos – de eixos NW-SE, com plano axial subvertical, vergente para NW, de que se destaca a mega-estrutura do anticlinal de Redondo (orientado NW-SE a NNW-SSE).
- Falhas e fracturas – essencialmente tardi-hercínicas, por vezes preenchidas com material granítico (no geral alcalino, grosseiro e pegmatítico cataclástico), microgranitos e pórfiros graníticos associados, têm as seguintes direcções: (1) NW-SE a WNW-ESE – tendem a ser essencialmente manifestações tardias da 2ª fase de dobramento, sendo no geral falhas inversas com importante componente de desligamento, havendo a destacar, no sector Serra de Ossa-Redondo, os acidentes NW-SE de N de Vale da Serra-Pinheiro e de Carvalhos-Nave (que faz o contacto com a Formação de Barrancos); (2) NE-SW a NNE-SSW – de especial ocorrência a W de Redondo, onde estão com frequência preenchidas por filões; (3) NNW-SSE – conjugadas das falhas anteriores, têm também menor importância e correspondem, como o grupo de falhas anterior à deformação tardi-hercínica; (4) E-W – particularmente importante no sector de Serra de Ossa-Redondo, afecta os acidentes NW-SE, sendo também tardi-

hercínica; (5) N-S – ocorrem a W de Redondo, estando preenchidas por filhões. As falhas tardi-hercínicas são tipicamente desligamentos.

- Diaclases.
- Lineamentos – famílias S_1/S_0 , S_1/S_2 e S_2/S_0 .
- Xistosidade – de 1ª e 2ª fases, particularmente intensa nos filitos e micaxistos.
- Clivagens de fractura – orientação NW-SE com tendência para disposição em leque e inclinar 70-70° SW.
- Microcrenulações.
- Estruturas de fluxo.
- Bandado – os micaxistos têm frequentes injeções de material granítico, leito a leito ou em numerosos filões sub-concordantes a discordantes com a 1ª xistosidade, o que lhes confere um aspecto migmatítico.
- Minerais deformados em contorções sigmóides ou microdobras.
- **Montemor-o-Novo e Almansor** – A zona é dominada pela tectónica frágil associada à orogenia hercínica. As estruturas presentes são (Carvalhosa e Zbyszewski, 1994; Carvalhosa *et al.*, 1987):
 - Foliação e lineamentos de 1ª e 2ª fase.
 - Cisalhamentos – identificados por alinhamentos de minerais.
 - Falhas – podem estar preenchidas por materiais argilosos e, na mancha gnaisso-migmatítica do Sobralinho, por filões graníticos grosseiros e pegmatíticos, de orientação NW-SE (d direcção dominante) e N-S. São desligamentos e cavalgamentos e têm direcções dominantes: (1) E-W; (2) NW-SE; (3) NE-SW – em que se inclui o lineamento NE-SW (eventual falha activa) sito junto do contacto entre o complexo Gnaisso-Migmatítico e a mancha tonalítica de NW de Montemor-o-Novo; (4) NNW-SSE. É frequente as direcções de fracturação flectirem, em especial junto ao cavalgamento que é o limite S deste sistema.
- **Outras áreas indiferenciadas** – Tectónica dominada essencialmente por acidentes da orogenia hercínica e, nalguns casos, também da orogenia caledónica, a que se associam algumas estruturas da orogenia alpina, a qual

também reactivou diversos acidentes hercínicos. As estruturas tectónicas mais importantes são:

- Carreamentos – as grandes estruturas de carreamento são orientadas sobretudo segundo a direcção NW-SE e entre estes destacam-se: (1) carreamento da Faixa Blastomilonítica sobre a zona de Alter do Chão-Elvas; (2) carreamento da Juromenha; (3) carreamento de Santo Aleixo da Restauração.
- Dobramentos
- Diaclases
- Falhas e fracturas – cujas direcções dominantes de fracturação são NE-SW e NW-SE, a que se associam, subsidiariamente, direcções dos quadrantes N-S e E-W. entre estes acidentes há a destacar a falha de Porto-Coimbra-Tomar, que faz o contacto entre o Maciço Antigo e as unidades do mesozóicas do Fosso Lusitaniano.

Orla Ocidental 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, no **sector ocidental**, 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 destas falhas encontram-se dobras e dobras-falhas (Ribeiro *et al.*, 1979, *in* Almeida *et al.*, 2000).

No **sector da Arrábida**, além dos processos distensivos associados à evolução mesozóica do Fosso Lusitaniano e aos esforços tectónicos da orogenia alpina, há ainda a influência da tectónica associada ao diapiro de Sesimbra. Esta é uma região

intensamente fracturada e com diversos dobramentos, que Manuppella *et al.* (1999) dividiram nas seguintes sub-regiões:

- **Sector Ocidental da Arrábida** – o sector menos invertido da cadeia da Arrábida, inclui: (1) flanco N do anticlinal de Cabo Espichel com eixo orientado NW-SE, sito no mar, com camadas inclinadas 70°N junto a Cabo Espichel e diminuindo de inclinação para NNE até atingir os 25 °N na Praia dos Lagosteiros, é afectado pela falha da Arrábida, de orientação E-W; (2) horst do Forte da Batalha, definido por falhas NNW-SSE; (3) doma de Cova da Mijona, com forma arqueada e as camadas inclinadas em forma concêntrica, tem um padrão de fracturação radial, a que se associam falhas NE-SW e falhas NW-SE; (4) diapiro de Sesimbra, de forma triangular, resulta da intersecção de falhas NE-SW, NNE-SSE e ENE-WSW.
- **Sector Oriental da Arrábida** – constituído por uma estrutura imbricada formada por cavalgamentos sobrepostos, de orientação ENE-WSW, inclui: (1) anticlinal de Formosinho, dissimétrico, com inclinações das camadas aumentando de N para S no flanco Norte, indo de 28 a 80 °N, dominado por falhas N-S a NNE-SSW que definem uma sucessão de blocos em dominó, a que se associam falhas NNW-SSE, NW-SE, E-W e ENE-WSW; (2) anticlinal do Viso, dissimétrico, orientado NE-SW, com menor inclinação do flanco N face ao flanco S (que é quase vertical), está cortado no seu extremo leste pela falha N-S de Setubal-Pinhal Novo, sendo o sector mais deformado da cadeia, estando recortado por falhas predominantemente N-S e algumas falhas NW-SE; (3) anticlinal da Serra de São Luís, dissimétrico, orientado WSW-ENE, em que o flanco S cavalga as formações miocénicas, deformadas em sinclinal, e o núcleo está dividido num conjunto de blocos em horst e graben orientado N-S.
- **Estrutura de Colapso Gravítico de Palmela** – estrutura de colapso dum flanco da cobertura miocénica do anticlinal de São Luís.

Além destas estruturas ocorrem ainda discordâncias angulares no contacto entre o Dogger e o Malm e uma discordância (possivelmente erosiva) entre o Jurássico superior e o Paleogénico. As falhas, se transversais às estruturas anticlinais tendem a originar estruturas em degrau; se longitudinais a estas estruturas tendem a originar cavalgamentos de N para S (Manuppella *et al.*, 1994).

Penela-Tomar

Tectónica que afecta as formações – A tectónica deste conjunto é controlada pela fracturação tardi-hercínica do soco e sua reactivação posterior, abertura do Atlântico (com acidentes de tipo roll-over e falhas normais associadas à abertura do Fosso Lusitano; cf. Crispim, 1986), acção da compressão bética e movimentação das camadas evaporíticas (Carreira, 1986), sendo que neste último caso é frequente a reactivação dos acidentes hercínicos do soco subjacente a estes diapiros. As estruturas dominantes são falhas, tendo as seguintes direcções (Carreira, 1986; Delfim de Carvalho *et al.*, 1992):

- NNE-SSW – tal como o grupo seguinte ocorre sobretudo no extremo S da massa de águas subterrâneas.
- ENE-WSW – ocorrem também a N do anticlinal de Vale de Todos, delimitam os horsts onde aflora o Liásico dolomítico (Alves, 1986).
- NNW-SSE – podem, tal como o grupo seguinte serem conjugados do acidente da Nazaré.
- NW-SE – ocorrem sobretudo a NE do v.g. do Crasto.
- N-S – por vezes de grande extensão e com importantes escarpas, de que se destaca a falha de Coimbra, a qual funciona como limite desta massa de águas subterrâneas entre Coimbra e Condeixa-a-Nova. O contacto como maciço hercínico faz-se também por falha N-S.
- E-W – ocorrem sobretudo no extremo S do sistema. Algumas destas tendem a flectir para NE-SW ou N-S à medida que caminha para o contacto com o soco hercínico.
- WNW-ESSE

Na região de Condeixa-a-Nova, ocorre uma estrutura de falhas divergentes (em “pata de ganso”) que abrem para E no v.g. da Ponte e para W na serra da Avesada, sendo responsáveis pela torção das formações liásicas ocorrentes nessa região (Fig. A3-4 – Enquadramento geológico e principais acidentes tectónicos da massa de águas subterrâneas).

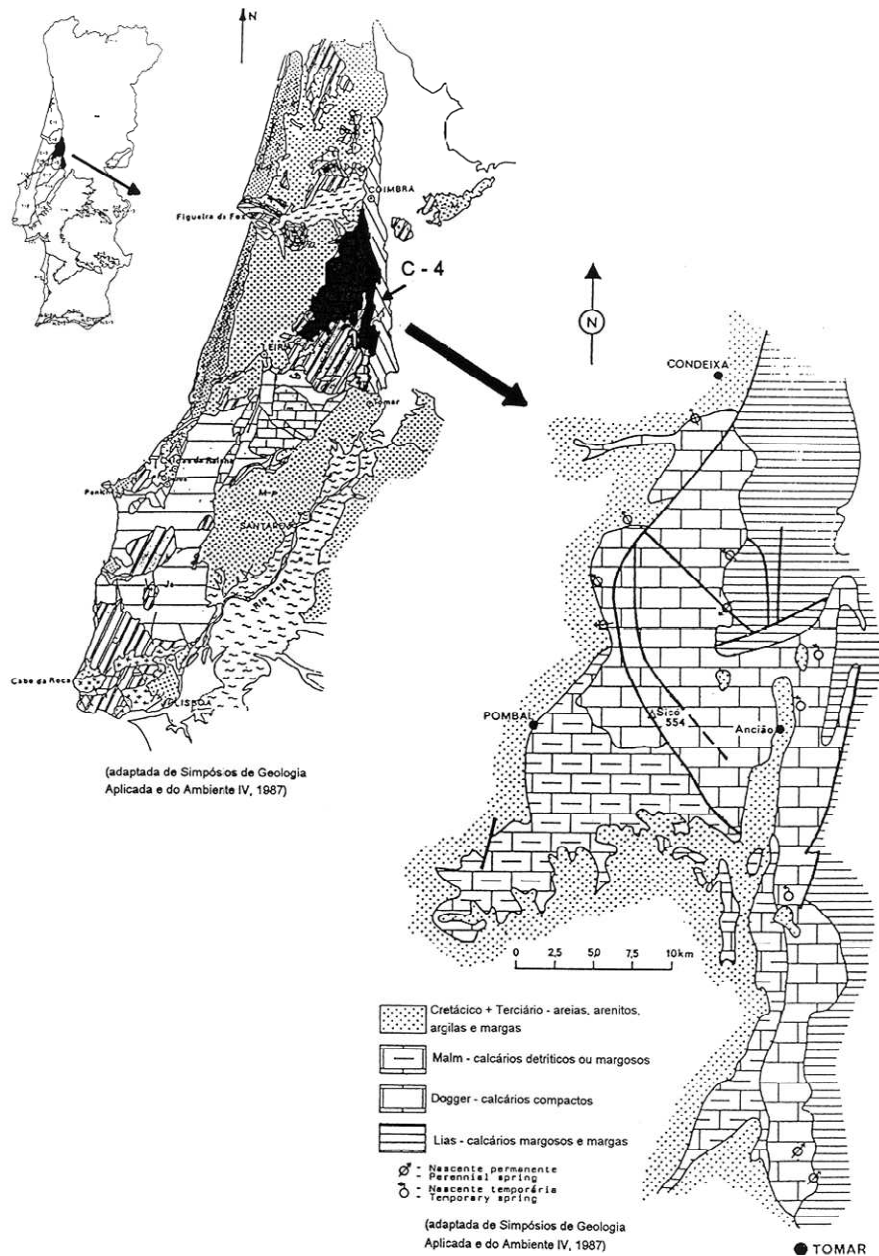


Fig. A3-4 – Enquadramento geológico e principais acidentes tectónicos da massa de águas subterrâneas

Sicó-Alvaiázere

Tectónica que afecta as formações – A tectónica do maciço é dominada por um regime frágil condicionado pelos acidentes tardi-hercínicos que afectaram o soco e cuja reactivação afectou a cobertura mesozóica (Ribeiro *et al.*, 1979), fracturando

intensamente este maciço; localmente é influenciada pela tectónica diapírica dos terrenos circundantes, de que se destacam as estruturas diapíricas de Soure, anticlinal de Vale de Todos e Leiria-Parceiros (Carreira, 1986). Resulta assim desta tectónica um conjunto de blocos basculados (ex.: o pequeno *horst* de Alvaiázere), delimitados por falhas, onde por vezes se desenvolvem estruturas em sinclinal e em anticlinal (ex.: anticlinal da Serra do Rabaçal – de orientação N77E, afectado por desligamentos conjugados N30E e N40W, de acordo com Crispim, 1986). A fracturação origina estruturas peculiares como a fracturação em teclas de piano”, com orientação NNE-SSW do anticlinal de Cabeça Gorda ou a de falhas divergentes da zona de Condeixa a-Nova (Rosset *et al.*, 1971 *in* Carreira, 1986). Os principais sistemas de fracturação são (cf. Fig. A3-4), de acordo com Rocha *et al.* (1981) e Carreira (1986):

- Sistema N-S: geram por vezes grandes escarpas, estando bem representadas no bordo W do maciço.
- Sistema NNE-SSW: afectam sobretudo as regiões de Alvorge, NE de Redinha e Pombal.
- Sistema NE-SW: ocorre a SE de Pombal e ao longo da estrada para Ansião. A falha mais importante é a que corta a Serra do Circo e o anticlinal da Serra do Rabaçal. Esta falha provoca um abatimento do flanco NW, inclinando 70-80°NW. Outros acidentes desta família ocorrem na região a NW do v.g. do Rabaçal, a S de Alvorege e falha de Beiçudos-Pega.
- Sistema E-W: falhas de grande extensão, encontram-se sobretudo a N da Serra do Rabaçal e a S de Pousadas Vedras.
- Sistema WNW-ESE: bem representado no bordo E do maciço e na Serra da Sicó.
- Sistema NW-SE: importante sistema de fracturação, de que se destaca a falha de Degracias, a falha que atravessa a serra de Sicó e as falhas de Santiago da Guarda. Está particularmente representado na área de Degracias e a S da serra de Sicó (entre Verigo e Abiúl).
- Sistema NNW-SSE: bem representado entre Zambujal e o v.g. do Castelo do Rabaçal. As falhas deste sistema terminam no encontro com o acidente da Lousã (Rosset *et al.*, 1971 *in* Carreira, 1986).

Ourém

Tectónica que afecta as formações – Esta massa de águas subterrâneas está localizada numa estrutura correspondente a uma bacia sinclinal (Bacia Cretácica de Vila Nova de Ourém), onde se depositaram as formações do Complexo Detrítico Cretácico, a que se seguem depósitos cenomanianos, miocénicos e pliocénicos (<http://www.arhcentro.pt/website/LinkClick.aspx?fileticket=29sQZFsaL8o%3D&tabid=286>). Esta bacia sinclinal tem cerca de 15 km de diâmetro e uma orientação NNE-SSW, estando limitada a E por terrenos do Maciço Hespérico e a W por um horst marginal (Manuppella *et al.*, 2000). No interior desta bacia as camadas estão sub-horizontais, com leves inclinações de 2-5° E (Almeida *et al.*, 2000). O bordo E desta estrutura, na proximidade do contacto cavalgante do Maciço Calcário Estremenho sobre a bacia do Tejo está afectado por um conjunto de acidentes sub-paralelos ao carreamento principal NE-SW e cujos planos de falha inclinam levemente para NW (Dinis, 1991). A região de Rio de Couros está afectada por um conjunto de falhas e dobras que originam uma estrutura ainda mal estudada (Dinis, 1991) e a E de Caxarias – no sector de Andrés-Fonte da Moura – os terrenos miocénicos são afectados por numerosas falhas de orientação dominante NW-SE (Teixeira *et al.*, 1968). Este mesmo padrão de fracturação ocorre no extremo NE da bacia, onde a fracturação se constitui no prolongamento das grandes falhas do Maciço da Sicó (Manuppella *et al.*, 1978). A direcção dominante de fracturação, no sector SE desta bacia, tem orientação provável NE-SW, com alguns planos de falha a inclinar para NW (Zbyszweski *et al.*, 1974). Há ainda a registar, de acordo com Almeida *et al.* (2000) e Cabral e Ribeiro (1988), a falha da Sabacheira, de orientação NE-SW e 2 estruturas neotectónicas (falha NW-SE que corta o sector N da bacia e uma falha provável inversa, que ocorre no extremo SE).

Maciço Calcário Estremenho

Tectónica que afecta as formações – O Maciço Calcário Estremenho é uma região complexa, soerguida tectonicamente, constituída por uma sucessão de blocos, separados por falhas, estando toda a fracturação associada a uma tectónica diapírica provocada pelas camadas margo-gipsíferas hetangianas, verificando-se mesmo um descolamento das formações mesozóicas relativamente ao soco hercínico. Constituem-se assim os blocos de serra de Sicó (Ansião), do pequeno *horst* de Alvaiázere (600 m), de serra de Aire (650 m), serra de Candeeiros (487 m, no limite W da bacia). Alguns destes blocos, como é o caso do sector da serra d'Aire e

Candeeiros, apresentam-se como estruturas dissimétricas (Manuppella e Balacó, 1974). O Maciço Calcário Estremenho está delimitado, a norte pelo acidente Lousã-Pombal-Nazaré (direcção NE-SW a NNE-SSW), e a sul pelo cavalgamento Serra de Aire-Serra de Montejunto sobre a Bacia Terciária do Tejo (Manuppella *et al.*, 1985). Nesta região tectonicamente muito complexa ocorre uma grande diversidade de estruturas: depressões tectono-cársicas [ex.: de Alvados (250 m), o *polje* de Minde (200 m)], grabens (*graben* de Cerro Ventoso), bacias de afundamento, o diapiro de Rio Maior, diversos dobramentos em anticlinal de que se destacam as estruturas da Serra dos Candeeiros e da Serra de Porto de Mós, e fracturação intensa, com espaçamento entre fracturas no geral inferior a 1 m (Manuppella *et al.*, 1985; Manuppella *et al.*, 1988). As estruturas anticlinais da Serra dos Candeeiros e da Serra de Porto de Mós são delimitadas a E por acidente tectónico, que origina um fosso e põe em contacto as formações liásicas com as do Jurássico médio. A serra d’Aire corresponde a um anticlinal dissimétrico, com vergência para SE. Os blocos de bloco da Serra de Porto de Mós e Candeeiros, bloco da serra d’Aire e bloco da Serra/Planalto de Sto. António estão separados pelas seguintes famílias de fracturas que delimitam depressões transversais (Manuppella *et al.*, 1985):

- **Falhas NW-SE** – definem os poljes de Alvados e Mira-Minde e separam o planalto de Sto. António do planalto de S. Mamede e da Serra de Aire. A esta fracturação associam-se falhas E-W, N-S e N40W (Zbyszewski *et al.*, 1974), as quais ocorrem também no interior do sector de Sto. António.
- **Falha e fracturas da Mendiga, orientadas NNE-SSW** – delimitam o sector de Serra d’Aire a W. Fracturação similar origina o vale tifónico de Porto de Mós, (Zbyszewski *et al.*, 1974) estendendo-se de Porto de Mós a Valverde, o qual separa o sector de Porto de Mós-Alqueidão da Serra de Porto de Mós, assim como a Serra dos Candeeiros e Serra de Porto de Mós dos restantes blocos. Este diapiro e associado conjunto de fracturas NNE-SSW definem também o W do sector de Sto. António (Cabral e Ribeiro, 1988).
- **Falhas de orientação NE-SW, por vezes intersectadas por falhas NNW-SSE a NE-SW** (Zbyszewski *et al.*, 1971; Zbyszewski *et al.*, 1974) – definem os bordos S e SE do sector de Serra d’Aire. Esta mesma direcção define o bordo E da Serra d’Aire e do planalto de Sto. António definindo um cavalgamento sobre a bacia terciária do Tejo-Sado (Zbyszewski *et al.*, 1974). É de referir que as falhas N50E atingem o soco hercínico subjacente (Manuppella *et al.*, 1985).

- Falha N-S: delimita o bordo ocidental do sector de S. Mamede e faz o basculamento para W das formações jurássicas (Cabral e Ribeiro, 1988).

Outra fracturação, presente no interior dos diversos blocos, tem as seguintes direcções:

- **Serra de Sto. António:** falhas N30E a N-S e NW-SE; surgem falhas NNW-SSE e WNW-ESSE no seu no extremo S (Zbyszewski *et al.*, 1971; Zbyszewski *et al.*, 1974).
- **Serra d’Aire:** existem diversos sistemas de falhas, que o subdividem em vários blocos (Zbyszewski *et al.*, 1974; Manuppella e Balacó, 1974; Manuppella *et al.*, 1985): (1) sistemas N40W e N30E, particularmente frequentes na vertente E, paralelos aos acidentes definidores dos poljes de Mira-Minde e Alvados; (2) sistema NNE-SSW a N-S; (3) sistema NNW-ESE que rejeita todas as falhas anteriores e têm importância regional.
- **Maciço de Porto de Mós:** Falhas NNE-SSW, falhas N-S e falhas NNW-SSE no Cabeço Gordo (França e Zbyszewski, 1963).
- NNE-SSW (direcção menos preponderante).
- **Serra dos Candeeiros:** possível falha com componente de movimentação vertical, orientada NNE-SSW (Cabral e Ribeiro, 1988). Nas Serras dos Candeeiros e Porto de Mós ocorrem ainda falhas NW-SE que por vezes (região dos Candeeiros) parecem afectar as grandes falhas NNE-SSW, sendo que estas últimas apresentam frequentes flexuras em ângulo recto nas suas extremidades (Zbyszewski e Moitinho de Almeida, 1960).

Ota-Alenquer

Tectónica que afecta as formações – A região é dominada pelo anticlinal da Serra da Ota, que é dissimétrico, cortado por diversas falhas que originam diferentes sectores onde o comportamento estrutural é distinto (Zbyszewski e Assunção, 1965; Zbyszewski *et al.*, 1966): (1) bordo Oeste – as camadas passam rapidamente de situações de posição invertida para estratificação horizontal; (2) bordo (flanco Este) – as inclinações variam entre 10 e 40°; (3) zona Sul da Ota – as camadas têm inclinações de 20° S formando uma estrutura quase em doma. Esta estrutura está em ligação com a bacia terciária do Tejo por meio de falha admissivelmente cavalgante

(Zbyszewski *et al.*, 1966). A região está muito fracturada, sendo as principais direcções de fracturação N-S a NNE-SSW; a direcção NW-SE é normalmente típica de falhas com menor expressão no maciço, sendo as falhas mais importantes com esta orientação as de Alenquer e da Ota (Zbyszewski e Assunção, 1965; Zbyszewski *et al.*, 1966). As falhas NNE-SSW são admissivelmente falhas de componente normal dominante; as falhas N-S que fazem o contacto com a bacia sedimentar do Tejo têm uma componente de movimentação predominantemente inversa.

Pisões-Atrozela

Tectónica que afecta as formações – Esta massa de águas subterrâneas está afectada pela tectónica associada à instalação do maciço de Sintra, a qual foi controlada pela movimentação em desligamento direito sobre acidente profundo, orientado NW-SE, acompanhada por uma compressão regional N-S (Kullberg, 1985 *in* Ramalho *et al.*, 1993). Esta é assim uma zona de grande complexidade estrutural onde as unidades aquíferas predominantemente carbonatadas do Jurássico superior e Cretácico, estão envolvidas por formações detríticas, rochas ígneas e depósitos recentes, e em que as unidades jurássicas e cretácicas se deformaram num sinclinal anelar dissimétrico (sinclinal de Alcabideche), orientado E-W, com vergência para N, bem definido nos bordos S e E do maciço de Sintra (Ramalho *et al.*, 1981; Ramalho *et al.*, 1993). No bordo N do maciço de Sintra (sector N do sinclinal) há inversão das camadas, forte estiramento e intercepção por falhas cavalgantes com vergência para N (Kullberg, 1985 *in* Ramalho *et al.*, 1993), aflorando aí as formações do Jurássico superior e Cretácico inferior. No bordo S e SE (sector S e E do sinclinal) as camadas sofrem inclinações progressivamente mais acentuadas com a aproximação ao maciço, atingindo máximos de 60° (Ramalho *et al.*, 1981). No sector S, o flanco N do sinclinal (onde afloram as formações do Jurássico superior e Cretácico inferior) tem inclinações entre 40 a 70° S, enquanto no flanco S (onde afloram as formações do Hauteriviano ao Aptiano) tem inclinações entre 14 a 30 °N; no núcleo do sinclinal ocorrem as formações do Cenomaniano inferior e médio (Almeida *et al.*, 2000). As formações estão muito fracturadas, registando-se as seguintes orientações preferenciais de fracturação são (Ramalho *et al.*, 1981; Ramalho *et al.*, 1993):

- NW-SE e WNW-ESSE – falhas sub-verticais, muito numerosas e muitas vezes preenchidas por materiais do Complexo Vulcânico de Lisboa, afectam o flanco S das formações encaixantes do maciço de Sintra

- E-W – sitas no flanco N da estrutura, têm componente de cavalgamento para N, promovendo o cavalgamento do maciço de Sintra sobre o Jurássico, e do Jurássico e Cretácico sobre as formações mais recentes.
- N-S – falhas sub-verticais.
- NE-SW a NNE-SSW – falhas sub-verticais, dominam no bordo NE; por vezes preenchidas por filões basálticos.
- WNW-ESSE – falhas sub-verticais, dominam no bordo SW muitas vezes preenchidas por materiais do Complexo Vulcânico de Lisboa.
- Fracturação radial – sub-verticais, estão associadas a um complexo filoneano de orientação radial em relação ao maciço de Sintra.
- *Cone-sheet* – planos de falha de geometria cónica, inclinando para o interior do maciço de Sintra e paralelas ao seu limite elíptico, estão associadas a um complexo filoneano, dominando nos flancos S e SE.
- Falhas paralelas à estratificação das camadas – têm muitas vezes componente de movimentação normal.

Além da fracturação e dobramento geral das formações em sinclinal, encontram-se ainda as seguintes estruturas (Ramalho *et al.*, 1981; Ramalho *et al.*, 1993): (1) fendas de tracção, paralelas à estratificação das camadas e inclinando para fora do núcleo do maciço, localizadas preferencialmente no flanco E; (2) clivagem xistenta nos Calcários de S. Pedro e Xistos do Ramalhão; (3) dobras com vergência para o interior do maciço de Sintra, no bordo NW.

Orla Indiferenciado do Tejo-Sado

Tectónica que afecta as formações – A tectónica que afecta estas formações é de tipo frágil, associada aos esforços alpinos, sendo representada por basculamentos e falhas. De acordo com Zbyszewski *et al.* (1979), Carvalho e Carvalhosa (1982) e Zbyszewski e Carvalhosa (1984) as principais características tectónicas são:

- Basculamentos: (1) de Touris – as camadas encontram-se inclinadas 45° para S; (2) de Montargil – as camadas estão inclinadas 25-30 NNE, estando o seu basculamento associado a movimentos de falhas.
- Direcções de fracturação: (1) Touris – falha E-W faz o contacto do Oligocénico com o soco hercínico; (2) Mora (Gralheira de Baixo) – pequenas falhas

prováveis orientadas NW-SE e N-S; (3) S de ribeira de Barrosas – conjunto de falhas NW-SE cortadas por pequenas falhas NNE-SSW; (4) Hortas Velhas-Tramaga – falha E-W faz o contacto do Paleogénico com o Miocénico e as formações paleozóicas; (5) entre Vale de Marcos e Enxara – falha NW-SE faz o contacto entre o Paleogénico e o soco hercínico; (6) vale do Sorraia – falha NW-SE afecta as formações miocénicas. São ainda descritos lineamentos de grande extensão e orientações NNE-SSW e ENE-WSW que podem corresponder a falhas activas (Cabral e Ribeiro, 1988).

Margem Direita

Tectónica que afecta as formações – A tectónica deste sistema resulta essencialmente de uma reactivação das fracturas hercínicas do soco. De acordo com Zbyszewski (1953), Zbyszewski e Moitinho de Almeida (1960), Zbyszewski e Assunção (1965), Zbyszewski *et al.* (1966), Zbyszewski e Veiga Ferreira (1968), Zbyszewski *et al.* (1971), Zbyszewski *et al.* (1974), as estruturas que ocorrem são falhas ou estruturas relacionadas com este tipo de acidentes, como horsts e grabens. Pode ainda, nalguns casos pontuais, existir algum empolamento de camadas associado a tectónica diapírica. Este caso ocorre quase que exclusivamente na bacia de Rio Maior. A região de Rio Maior define aliás uma zona de convergência de fracturas NW-SE (falhas do Cartaxo, Almeirim-Santarém, Setil-Cruz do Campo), as quais definem um graben entre Cartaxo e Santarém (Simões, 1998). Outras falhas de menor importância foram detectadas em Alcoentre e ribeira de Alcobertas. Há ainda a salientar o cavalgamento (inclinação de 40°NW; NNE-SW a NE-SW, com pequenos troços onde pode inflectir para N-S ou E-W) que delimita a Bacia do Tejo-Margem Direita e a separa dos terrenos mesozóicos, designado por falha de Ota-Vila Franca de Xira-Lisboa-Sesimbra (Carvalho *et al.*, 2008; cf. Fig. A3-5 e Fig. A3-6) e que parece corresponder a um cavalgamento activo, de acordo com Cabral e Ribeiro (1988). Uma vista em perspectiva dos principais acidentes que afectam a zona vestibular do Tejo, incluindo a Margem Direita é apresentada nas Fig. A3-5, Fig. A3-6 e Fig. A3-7.

Além destas estruturas ocorre ainda o graben de Rio Maior é uma estrutura de abatimento, delimitada por duas falhas orientadas NNW-SSE a N-S, apresentando a falha do bordo E um comprimento de cerca 9 km, estendendo-se para as formações jurássicas da Serra dos Candeeiros, intersectando assim o cavalgamento destas formações sobre a bacia miocénica da margem direita do Tejo (Zbyszewski e Moitinho

de Almeida, 1960). A direcção dominante, que origina acidentes mais extensos é a NNW-SSE, seguindo-se a NNE-SSW mas com expressão geralmente mais reduzida. Outras orientações, geralmente de acidentes de pequena extensão, são: N-S, NW-SE e por vezes NE-SW. A zona terminal do Tejo tem importante actividade sísmica associada a estruturas profundas, de que se destaca a falha do Tejo, a qual tem orientação provável N30E, sendo mal conhecida por se encontrar coberta por espessos depósitos sedimentares.

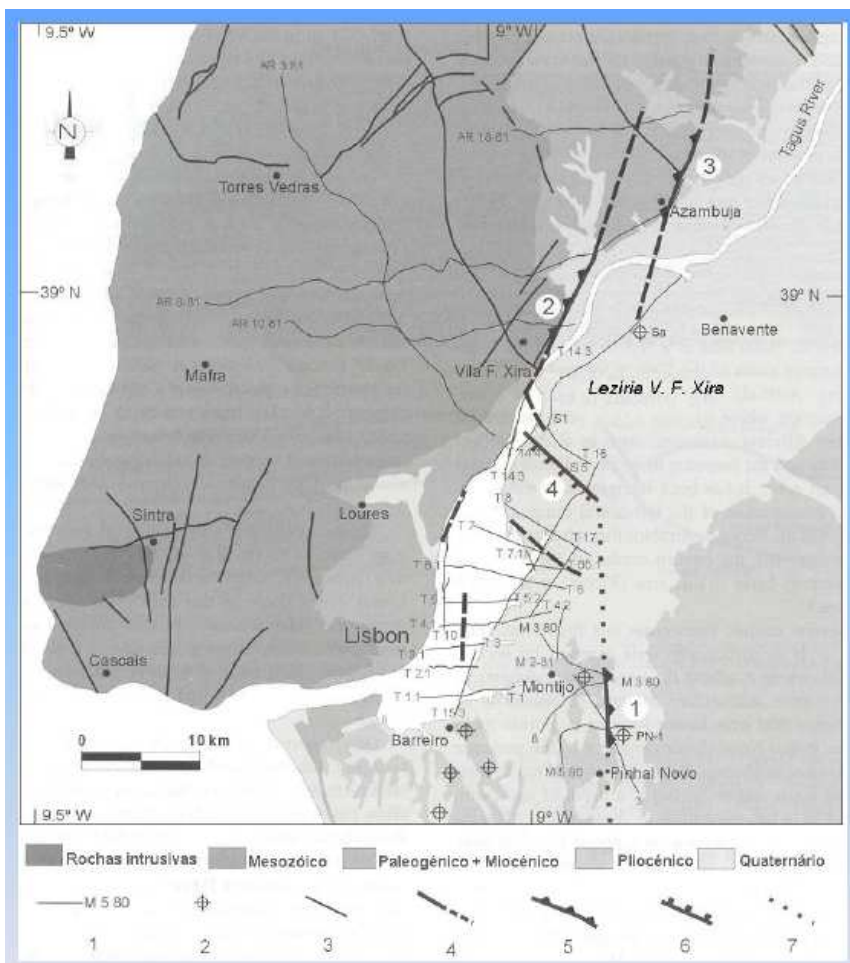


Fig. A3-5 – Distribuição de algumas das principais falhas na bacia do baixo Tejo

Fonte: http://www.arhtejo.pt/c/document_library/get_file?uuid=e5a4e269-88f5-440c-88d3-28cf40c218b7&groupId=10225

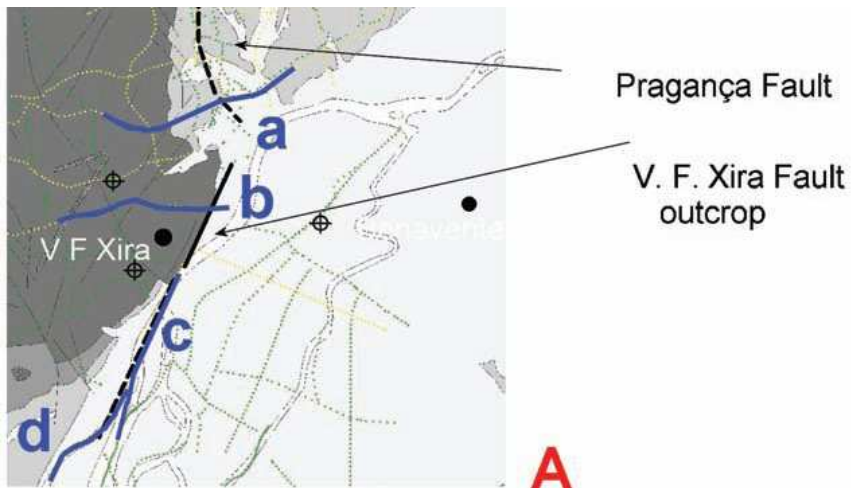


Fig. A3-6 – Falha de Ota-Vila Franca de Xira-Lisboa-Sesimbra no sector de Vila Franca de Xira
 Fonte: Carvalho *et al.* (2008)

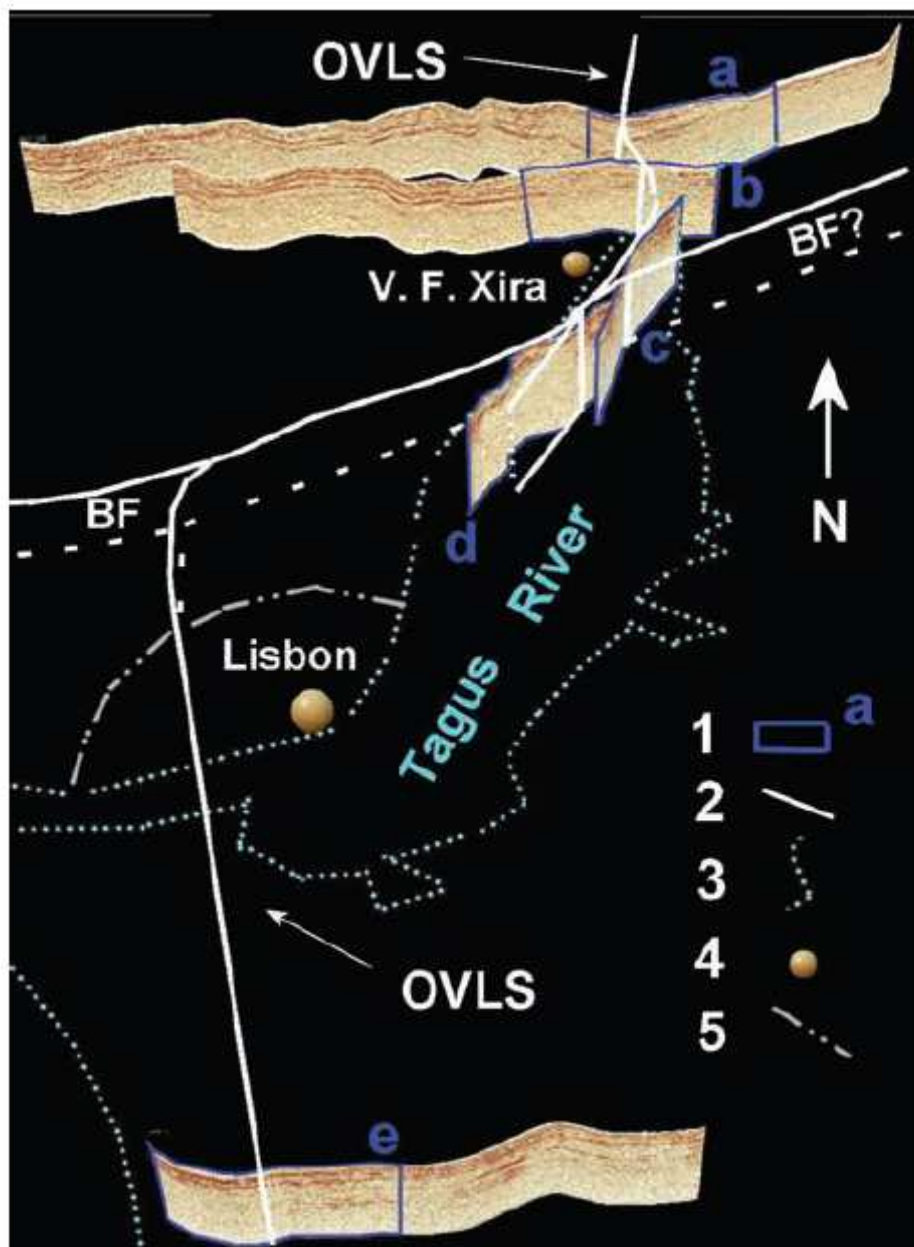


Fig. A3-7 – Perspectiva dos principais acidentes que afectam a zona vestibular do Tejo
 Fonte: Carvalho *et al.* (2008)

Margem Esquerda do Tejo

Tectónica que afecta as formações – A tectónica deste sistema resulta essencialmente de uma reactivação das fracturas hercínicas do soco, sendo portanto uma tectónica de estilo frágil. Na península de Setúbal este sistema é afectado também pela fracturação alpina que está associada ao levantamento da cadeia da Arrábida. Ocorrem assim falhas (cavalgamentos, desligamentos), lineamentos,

basculamentos (na península de Setúbal: envolvente da área do Cabo Espichel, região de Almada), dobras, monoclinais (Serra de Almeirim), diaclases e fracturas. De referir entre estas estruturas o graben soterrado orientado N-S situado entre Alcochete e Setúbal (com largura de 2 km), os grabens NW-SE da bacia do Sado, a bacia sinclinal da Mitrena e do estuário do Sado, o sinclinal de Albufeira, e a estrutura diapírica profunda de Pinhal Novo, que se estende para Alcochete e Benavente em direcção paralela ao actual Tejo (Almeida *et al.*, 2000). As principais direcções de fracturação são: NNE-SSW, WNW-ESE, NW-SE, NE-SW, NNW-SSE, N-S. Destes destacam-se as orientações NW-SE e NE-SW (Fig. A3-8). De acordo com Cabral e Ribeiro (1988) as orientações NNE-SSW, ENE-WSW, N-S, NW-SE e NNW-SSE e WNW-ESSE observam-se também nas falhas activas que afectam esta massa de águas subterrâneas. As falhas activas existentes são basicamente de componente de movimentação vertical.

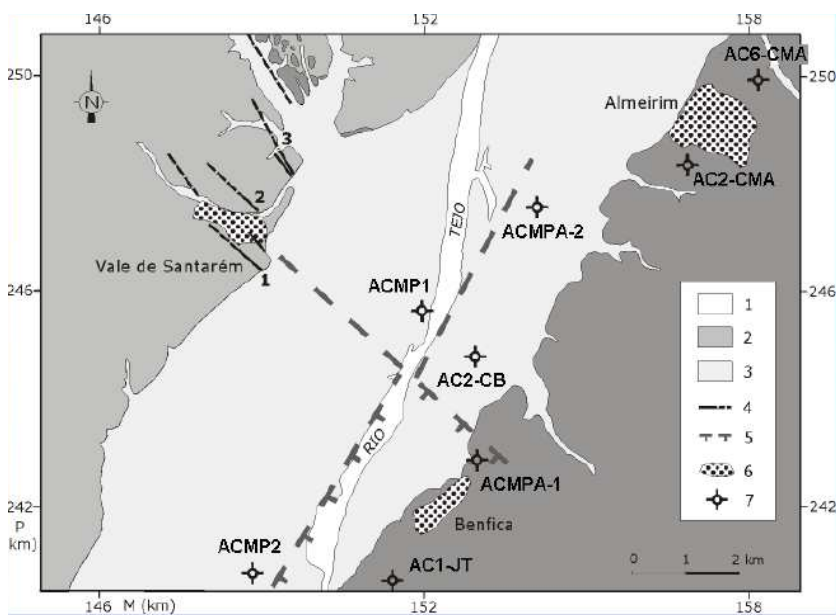


Fig. A3-8 – Falhas do vale do Tejo

Fonte: Mendonça (2009)

Relativamente às restantes, a sua movimentação é mal conhecida, havendo indicações de possíveis cavalgamentos na região de Vale de Lírios (Torrão) e de desligamentos na região de contacto com o maciço da Arrábida. Salienta-se ainda o grande acidente de direcção N-S entre Alcochete e Setúbal que é o prolongamento da falha que separa a bacia do Tejo-Sado em dois compartimentos. Na zona do Mouchão do Tejo esta falha tem uma direcção NW-SE que depois muda novamente para N-S

(Fig. A3-5) a N de Alverca e cujo rejeito pode atingir os 100 m (na zona de Pinhal Novo). Cabral (1995) refere ainda a ocorrência duma falha na zona vestibular do Tejo, de orientação N340E, mal conhecida pois está coberta pelas aluviões e outros depósitos recentes. Na zona de Vila Franca de Xira, ocorre uma falha NE-SW (Fig. A3-6 e Fig. A3-7) que põe em contacto as formações aluvionares (e as formações terciárias subjacentes) com o Jurássico superior, formando um ressalto com cerca de 200 m (Almeida et al., 2000). Há ainda a referir a extensão da falha de Benavente para NE (indicada como BF na Fig. A3-7).

Aluviões do Tejo

Tectónica que afecta as formações – A tectónica que afecta esta região é de natureza frágil, estando representada por falhas, raramente aflorantes e que na generalidade dos casos resultaram da reactivação de acidentes hercínicos profundos por acção dos campos de tensões da orogenia alpina. Apesar de grande parte dos acidentes estarem cobertos por depósitos ou submersos, é possível identificarduas grandes famílias de orientação:

- **Do quadrante NE-SW** – inclui acidentes de grande extensão regional, alguns deles com componente de cavalgamento (Fig. A3-5) durante pelo menos certos sectores da sua extensão. Entre estes há a citar a falha de Ota-Vila Franca de Xira-Lisboa-Sesimbra (Carvalho *et al.*, 2008), de que o sector cavalgante de Vila Franca de Xira que nesta região faz o limite oeste das Aluviões do Tejo com as formações jurássicas (Zbyszewski e Assunção, 1965) se apresenta na Fig. A3-6. Parece corresponder a um cavalgamento activo, de acordo com Cabral e Ribeiro (1988). Regista-se ainda a falha activa Tomar-Santarém-Benavente (conhecida como Falha do Tejo), de orientação N30E e que atravessa toda a bacia até Tomar, mal conhecida pois está coberta pelas aluviões e outros depósitos recentes (Cabral, 1995). Ocorrem assim falhas NE-SW (activas em sismos relativamente recentes) na zona de Abrantes (Gonçalves *et al.*, 1979), na zona Azambuja (Zbyszewski e Veiga Ferreira, 1968) paralelas à vala da Azambuja
- **Do quadrante NW-SE** – inclui acidentes perpendiculares ao traçado do rio Tejo, alguns com componente normal (cf. Fig. A3-5, acidente 4). Ocorrem ainda, dispersas ao longo da bacia, diversas falhas aparentemente menores, com orientações NW-SE, como no Setil, Vale de Santarém, bordadura das

aluviões no sector de Torres Novas (Zbyszewski *et al.*, 1971). No budo N das aluviões ocorre uma falha WNW-ESE que afecta o soco e as formações miocénicas (Gonçalves *et al.*, 1979) e que define o seu limite N, tendo componente de movimentação vertical.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS DOS ANEXOS 2 E 3

<http://www.arhcentro.pt/website/LinkClick.aspx?fileticket=29sQZFsAL8o%3D&tabid=28>

[6](#)

http://www.arhtejo.pt/c/document_library/get_file?uuid=e5a4e269-88f5-440c-88d3-28cf40c218b7&groupId=10225

<http://www.dgge.pt/>

<http://siam.fc.ul.pt/siam-sintra/pdf/RecursosHidricos.pdf>

<http://sites.google.com/site/jppmonteiro/home32>.

<http://www.arhcentro.pt/website/LinkClick.aspx?fileticket=wmxIUruBsns=&tabid=285> –

Plano de Bacia Hidrográfica do Mondego – 1ª Fase, Análise e Diagnóstico da Situação Actual – Anexo 4 – Recursos Hídricos Subterrâneos, 2000, pp. 268.

Almeida, C., Mendonça, J., Jesus, M., e Gomes, A. (2000). *Sistemas Aquíferos de Portugal Continental*. Instituto da Água, Portugal.

Almeida, C. (2010). *Exploração e Protecção das Águas Subterrâneas em Sistemas Cársicos*. Tágides, Os aquíferos das bacias hidrográficas do rio Tejo e das Ribeiras do Oeste. Saberes e Reflexões, pp. 116-121. In: http://www.arhtejo.pt/c/document_library/get_file?uuid=26cd06af-77f5-41ae-9336-bee2c70d71_07&groupId=10225.

Alves, J. (1986). *Dinâmica Cársica da Região de Ansião*. Lisboa, Departamento de Geologia da Faculdade de Ciências da Universidade de Lisboa.

Amaral, H.I.F., Fernandes, J., Berg, M., Schwarzenbach, R.P., e Kipfer, R., (2009). *A Contaminação por TNT e DNT nas Águas Subterrâneas do Seixal*. Seminário sobre os sistemas aquíferos da Bacia do Baixo Tejo: o maior recurso hídrico subterrâneo em Portugal, Lisboa, 27 de Novembro de 2009, pp. 7.

Antunes, M.T. (1983). *Carta Geológica de Portugal, 1:50 000, Notícia Explicativa da Folha 39-C: Alcácer do Sal*. Serviços Geológicos de Portugal, pp. 58.

Azevedo, M.T. (1982). *O Sinclinal de Albufeira. Evolução Pós-Miocénica e Reconstituição Paleogeográfica*. Tese de Doutoramento. Lisboa, Faculdade de Ciências da Universidade de Lisboa.

- Cabral, J. (1993). *Neotectónica de Portugal Continental*. Tese de Doutoramento. Lisboa, Departamento de Geologia da Faculdade de Ciências da Universidade de Lisboa.
- Cabral, J. (1995). *Neotectónica em Portugal Continental*. Memórias do Instituto Geológico e Mineiro, n.º 31, 265 pp.
- Cabral, J., Ribeiro, A. (1988). *Carta Neotectónica de Portugal Continental, Escala 1:1 000 000*. Serviços Geológicos de Portugal, Faculdade de Ciências da Universidade de Lisboa - Departamento de Geologia, Gabinete de Protecção e Segurança Nuclear, pp. 10.
- Carreira, P.M. (1986). *Estudo Hidroquímico do maciço Calcário Condeixa-Sicó. Relatório de estágio Científico*. Lisboa, Departamento de Geologia da Faculdade de Ciências da Universidade de Lisboa, pp. 201.
- Carvalho, A.H., e Costa, A.M. (1998). *Sistema Aquífero Monforte-Alter do Chão, uma das Áreas de Intervenção Detalhada do IGM no Projecto de Estudo dos Recursos Hídricos, Subterrâneos do Alentejo*. 4º Congresso da Água "A Água como Recurso Estruturante do Desenvolvimento", Lisboa, 23 a 27 de Março, pp. 14.
- Carvalho, A.M., e Carvalhosa, A.B. (1982). *Carta Geológica de Portugal, Escala 1:50 000, Notícia Explicativa da Folha 32-A: Ponte de Sor*. Serviços Geológicos de Portugal, pp. 57.
- Carvalho, J., Rabeh, T., Cabral, J., Carrilho, F., e Miranda, J.M. (2008). *Geophysical characterization of the Ota–Vila Franca de Xira–Lisbon–Sesimbra fault zone, Portugal*. Geophysics Journal Int., Vol. 174, pp. 567-584.
- Carvalhosa, A., GONÇALVES, F., e Oliveira, V. (1987). *Carta Geológica de Portugal, 1:50 000, Notícia Explicativa da Folha 36-D: Redondo*. Serviços Geológicos de Portugal, pp. 63.
- Carvalhosa, A., e Zbyszweski, G. (1994). *Carta Geológica de Portugal, Escala 1:50 000, Notícia Explicativa da Folha 35-D: Montemor-o-Novo*. Lisboa, Instituto Geológico e Mineiro, Departamento de Geologia, pp. 86.
- Costa, A.M. (1987). *Informação Hidrogeológica da Carta Geológica de Portugal, 1:50 000, Notícia Explicativa da Folha 36-D: Redondo*. Serviços Geológicos de Portugal, pp. 48-57.
- Crispim, J.A. (1986). *Traçagens com Uranina em Minde*. Lisboa, Segundo Congresso

Nacional de Geologia, Maleo, Vol. 2, N.º 13, pp. 16-17.

Crispim, J.A. (1987). *Circulação Subterrânea na Zona Norte das Serra de Ansião*. Simpósio de Geologia Aplicada e do Ambiente “Sistemas Cársicos do Litoral Atlântico”, Resumo das Comunicações, Tomar.

Crispim, J.A. (1995). *Dinâmica Cársica e Implicações Ambientais nas Depressões de Alvados e Minde*. Dissertação Apresentada à Universidade de Lisboa para obtenção do Grau de Doutor em Geologia, Especialidade geologia do Ambiente, Lisboa, Departamento de Geologia, Faculdade de Ciências da Universidade de Lisboa, pp. 394.

Crispim, J.A. (1995). *Dinâmica Cársica e Implicações Ambientais nas Depressões de Alvados e Minde*. Tese de Doutoramento, Lisboa, Departamento de Geologia, Faculdade de Ciências da Universidade de Lisboa, pp. 394.

Crispim, J.A. (2010). *O Sistema Aquífero do Maciço Calcário Estremenho: Características e Importância das Traçagens para o Conhecimento da Circulação Subterrânea*. Tágides, Os aquíferos das bacias hidrográficas do rio Tejo e das Ribeiras do Oeste. Saberes e Reflexões, pp. 157-166, 158-165. In: http://www.arhtejo.pt/c/documentlibrary/get_file?uuid=26cd06af-77f5-41ae-9336-bee2c70d7107&groupId=10225.

Cunha, P.M. (1992). *Estratigrafia e Sedimentologia dos Depósitos do Cretácico Superior e Terciário de Portugal Central a Leste de Coimbra*. Dissertação Apresentada à Universidade de Coimbra para obtenção do Grau de Doutor em Geologia, Coimbra, Faculdade de Ciências e Tecnologia da Universidade de Coimbra, Departamento de Ciências da Terra.

Cupeto, C.A. (1991). *Contribuição para o Conhecimento Hidrogeológico do Maciço Calcário de Estremoz (Cano-Sousel)*. Dissertação de Mestrado, Faculdade de Ciências da Universidade de Lisboa, Departamento de Geologia, pp. 180.

Delfim de Carvalho, A., Oliveira, J.T., Pereira, E., Ramalho, M., Antunes, M.T., e Monteiro, J.H. (1992). *Carta Geológica de Portugal, Escala 1:500 000, folhas 1 e 2*. Lisboa, Serviços Geológicos de Portugal.

Dinis, J.M. (1991). *Sistemas Depositionais na Macrosequência Principal dos Grés Belasianos (Cretácico) a Leste de Leiria (Portugal Continental)*. Tese de Doutoramento, Universidade de Coimbra, Publicação do Museu e Laboratório de Mineralogia e Geologia, n.º 111.

- ERHSA (2000). *Estudo dos Recursos Hídricos Subterrâneos do Alentejo*. Tomo II. Instituto da Água, Instituto Geológico e Mineiro, Direcção Regional do Ambiente do Alentejo, Universidade de Évora.
- Espinha Marques, J., Samper, J., Pisani, B. V., Alvares, D., Vieira, G. T., Mora, C., Carvalho, J. M., Chaminé, H. I., Marques, J. M., e Sodrê Borges, F. (2006). *Avaliação de recursos hídricos através da modelação hidrológica: aplicação do programa VISUAL BALAN v.2.0 a uma bacia hidrográfica na Serra da Estrela (Centro de Portugal)*. Cadernos do Laboratorio Xeolóxico de Laxe, A Coruña, Vol. 31, pp. 43-65.
- Fernandes, J. (2001). *Relatório Técnico Sistema Aquífero Monforte – Alter do Chão*. In: e-geo.ineti.pt/bds/hidro/relatorios/monforte_parte1.pdf.
- Fernandes, A.P., Perdigão, J.C., Carvalho, H.F., Peres, A.M., 1973 – *Carta Geológica de Portugal, Escala 1:50 000, Notícia Explicativa da Folha 28-D: Castelo de Vide*. Lisboa, Serviços Geológicos de Portugal, pp. 44.
- Fernandes, J., e Francés, A. (2002). *Sistema Aquífero Monforte-Alter do Chão: Resultados obtidos no âmbito do Estudo dos Recursos Hídricos Subterrâneos do Alentejo (ERHSA)*. 6º Congresso da Água, "A Água é d'Ouro - Ameaças, Segurança e Soluções", Porto, 18 a 22 de Março, pp. 15.
- Fernandes, J., e Francés, A. (2009). *Sistema Aquífero Monforte-Alter do Chão: Resultados obtidos no âmbito do Estudo dos Recursos Hídricos Subterrâneos do Alentejo (ERHSA)*. Tágides, Os aquíferos das bacias hidrográficas do rio Tejo e das Ribeiras do Oeste. Saberes e Reflexões, pp. 146-156. In: http://www.arhtejo.pt/c/document_library/get_file?uuid=26cd06af-77f5-41ae-9336-bee2c70d71_07&groupId=10225.
- Fernandes, A.P., Perdigão, J.C., Carvalho, H.F., e Peres, A.M. (1973). *Carta Geológica de Portugal, Escala 1:50 000, Notícia Explicativa da Folha 28-D: Castelo de Vide*. Lisboa, Serviços Geológicos de Portugal, pp. 44.
- Fernandes, J., e Francés, A. (2010). *Sistema Aquífero Monforte-Alter do Chão: Resultados Obtidos no Âmbito do Estudo dos Recursos Hídricos Subterrâneos do Alentejo (ERHSA)*. Tágides, Os aquíferos das bacias hidrográficas do rio Tejo e das Ribeiras do Oeste. Saberes e Reflexões, pp. 146-156. In: http://www.arhtejo.pt/c/document_library/get_file?uuid=26cd06af-77f5-41ae-9336-bee2c70d71_07&groupId=10225.

- França, J.C., e Zbyszewski, G. (1963). *Carta Geológica de Portugal, 1:50 000, Notícia Explicativa da Folha 26-B: Alcobaça*. Serviços Geológicos de Portugal, pp. 51.
- GESTÁGUA (1996). *Plano Director de Desenvolvimento do Sistema de Abastecimento da EPAL – Avaliação das Disponibilidades: Origens Subterrâneas*. Consórcio PROCESL, Compagnie Generale de Eaux Portugal, Profabril, Lisboa.
- Gonçalves, F. (1973). *Observações sobre o Anticlinório de Estremoz. Alguns Aspectos Geológico - Económicos dos Mármore*s. Lisboa, Direcção Geral de Geologia e Minas, Estudos Notas e Trabalhos do Serviço de Fomento Mineiro, Tomo XXII, Fasc. 1-2, pp. 121-132.
- Gonçalves, F., e Fernandes, A.P. (1973). *Carta Geológica de Portugal, Escala 1:50 000, Notícia Explicativa da Folha 32-B: Portalegre*. Serviços Geológicos de Portugal, pp. 45.
- Gonçalves, F., e Coelho, A.V., (1974). *Carta Geológica de Portugal, Escala 1:50 000, Notícia Explicativa da Folha 36-B: Estremoz*. Serviços Geológicos de Portugal, pp. 64.
- Gonçalves, F., Zbyszewski, G., e Coelho, A.V.P. (1975). *Carta Geológica de Portugal, Escala 1:50 000, Notícia Explicativa da Folha 32-D: Sousel*. Serviços Geológicos de Portugal, pp. 49.
- Gonçalves, F., Perdigão, J.C., Coelho, A.V.P., e Munhá, J.M. (1978). *Carta Geológica de Portugal, Escala 1:50 000, Notícia Explicativa da Folha 33-A: Assumar*. Serviços Geológicos de Portugal, pp. 37.
- Gonçalves, F., Zbyszewski, G., Carvalhosa, A., e Coelho, A.P. (1979). *Carta Geológica de Portugal, Escala 1:50 000, Notícia Explicativa da Folha 27-D: Abrantes*. Serviços Geológicos de Portugal, pp. 75.
- Gonçalves, F., e Antunes, M.T. (1992). *Carta Geológica de Portugal, 1:50 000, Notícia Explicativa da Folha 39-D: Torrão*. Lisboa, Serviços Geológicos de Portugal, pp. 86.
- INAG (1997). *Definição, Caracterização e Cartografia dos Sistemas Aquíferos de Portugal Continental*. Estudo coordenado pelo Prof. Costa Almeida, Faculdade de Ciências de Lisboa, para o Instituto da Água, Direcção de Serviços de Recursos Hídricos, Divisão de Recursos Subterrâneos, pp. 236.
- INAG (1998). *Especificações Técnicas para a Informação Geo-referenciada dos*

Planos de Bacia Hidrográfica. Instituto da Água (Em colaboração com o ICIST do IST). Versão de 08-08-1998, pp. 115.

Jesus, M.R. (1995). *Contaminação em Aquíferos Carbonatados na Região de Lisboa-Sintra-Cascais*. Dissertação para a obtenção do Grau de Mestre em Geologia Económica e Aplicada, Lisboa, Faculdade de Ciências da Universidade de Lisboa, pp. 137.

Lobo Ferreira, J.P., Oliveira, M.M., Moinante, M.J., Theves, T., e Diamantino, C. (1995). *Estudo de Avaliação da Vulnerabilidade da Capacidade de Recepção das Águas em Zonas Costeiras em Portugal - Meios Receptores e suas Características: Meios Subterrâneos. Relatório Específico R3.3*. Laboratório Nacional de Engenharia Civil, Instituto de Hidráulica e Recursos Hídricos, Direcção Geral do Ambiente, pp. 587.

Lobo Ferreira, J.P., Oliveira, M.M., e Leitão, T.E. (2008). *Análise Técnica Comparada das Alternativas de Localização do Novo Aeroporto de Lisboa na Zona da Ota e na Zona do Campo de Tiro de Alcochete. 2.ª Fase: Avaliação comparada das duas localizações – Componente Águas Subterrâneas*. Relatório LNEC/NAL, Lisboa, Janeiro, pp. 108.

Lopo Mendonça, J.J. (1990). *Sistema Aquífero Aluvionar do Vale do Tejo (V.N. da Barquinha a Alverca): Características e Funcionamento Hidráulico*. Coimbra, Centro de Geociências da Universidade de Coimbra, Tese de Doutoramento, pp. 343.

Manuppella, G., e Balacó, J.C. (1974). *Calcários e Dolomitos da Serra dos Candeeiros – 1ª Parte*. Lisboa, Direcção Geral de Geologia e Minas, Estudos Notas e Trabalhos do Serviço de Fomento Mineiro, Vol. XXIII, Fasc. 1-2, pp. 5-34.

Manuppella, G., e Balacó, J.C. (1977). *Calcários e Dolomitos da Área de Sesimbra-Cabo Espichel*. Lisboa, Direcção Geral de Geologia e Minas, in Estudos, Notas e Trabalhos do Serviço de Fomento Mineiro, Vol. XXIII, fasc. 3-4, pp. 263-279.

Manuppella, G., Zbyszewski, G., e Veiga Ferreira, O. (1978). *Carta Geológica de Portugal, Escala 1:50 000, Notícia Explicativa da Folha 23-A: Pombal*. Serviços Geológicos de Portugal, pp. 62.

Manuppella, G., Balacó, J.C., Graça e Costa, J.R., e Crispim, J.A. (1985). *Calcários e Dolomitos do Maciço Calcário Estremenho*. Lisboa, Direcção Geral de Geologia e Minas, Estudos Notas e Trabalhos do Serviço de Fomento Mineiro, Tomo 27, pp.

3-48.

Manuppella, G., Ramalho, J., Antunes, M., e Balacó, J.C. (1988). *Calcários Ornamentais do Maciço Calcário Estremenho*. Lisboa, Direcção Geral de Geologia e Minas, Estudos Notas e Trabalhos do Serviço de Fomento Mineiro, Tomo 30, pp. 51-88.

Manuppella, G., Pais, J., Reis, R.P., Rocha, R., Soares, A.F., Zbyszewski, G., Gaspar, I., e Moreira, A.P. (1992). *Carta Geológica de Portugal, Escala 1:500 000, Folhas 1 e 2*. Lisboa, Direcção Geral de Geologia e Minas, Serviços Geológicos de Portugal.

Manuppella, G., Pais, J., Legoinha, P., Rey, J., Bartolomeu, A., Rodrigues, A., Ramalho, M.M., Leinfelder, R., Telles Antunes, M., Dias, R.P., Baptista, R., Cardoso, J.L., e Veiga Ferreira, O. (1994). *Carta Geológica de Portugal, Escala 1:50 000, Folha 38-B - Setúbal*. Instituto Geológico e Mineiro.

Manuppella, G., Antunes, M.T., Pais, J., Ramalho, M.M., e Rey, J. (1999). *Carta Geológica de Portugal, Escala 1:50 000, Folha 38-B: Setúbal*. Lisboa, Instituto Geológico e Mineiro, pp. 143.

Manuppella, G., Telles Antunes, M., Costa Almeida, C. A., Azerêdo, A. C., Barbosa, B., Cardoso, J. L., Crispim, J. A., Duarte, L. V., Henriques, M. H., Martins, L. T., Ramalho, M. M., Santos, V. F., e Terrinha, P. (2000). *Carta Geológica de Portugal na escala 1/50 000 e Notícia explicativa da folha 27 - A Vila Nova de Ourém*. Instituto Geológico e Mineiro.

MENDONÇA, J.J. (1993). *Identificação e Estudo da Propagação de Contaminações Salinas no Sistema Aquífero Terciário do Tejo e do Sado*. Lisboa, Revista da Associação Portuguesa dos Recursos Hídricos, Vol. 14, nºs 2 e 3, pp. 61-66.

Mendonça, J.J.L. (2010). *Caracterização Geológica e Hidrogeológica da Bacia Terciária do Tejo-Sado*. Os Aquíferos da Bacia do Tejo e das Ribeiras do Oeste. Saberes e Reflexões. Tágides. Administração de Região Hidrográfica do Tejo. ARH do Tejo, I.P. pp. 59-66. In: <http://www.arhtejo.pt/c/documentlibrary/getfile?uuid=26cd06af-77f5-41ae-9336-bee2c70d7107&groupId=10225>.

Mendonça, D., e Chaves, J.A., Carvalho, J.M., e Lopo Mendonça, J.J. (1982). *As Águas Subterrâneas da Bacia Terciária do Tejo e o Abastecimento de Água a Lisboa: Alguns Exemplos de Trabalhos de Pesquisa e Captação*. Lisboa, Simpósio

“A Bacia Hidrográfica Portuguesa do Rio Tejo. Perspectivas para o seu Desenvolvimento e para a Gestão dos seus Recursos Hídricos”, Sondagens e Fundações A. Cavaco.

Mendonça, J.L., Medeiros, A. C., e Azevedo, J.C.C. (2004). *Considerações sobre a Hidrogeoquímica do Sistema Aquífero Terciário Tejo-Sado na Região Central da Bacia do Baixo Tejo*. 7º Congresso da Água, Lisboa, LNEC, 8 a 12 de Março, pp. 12.

Midões, C.P. (2002). *Sistema Aquífero Estremoz-Cano. “Estudo dos Recursos Hídricos Subterrâneos do Alentejo” – ERHSA*. 6º Congresso da Água: "A Água é d'Ouro – Ameaças, Segurança e Soluções". APRH, Porto. Poster n.º 59. In: <http://repositorio.lneg.pt/bitstream/10400.9/637/1/33851.pdf>.

Midões, C.P., e Costa, A.M. (2009). *Sistema Aquífero Estremoz-Cano*. Tágides, Os aquíferos das bacias hidrográficas do Rio Tejo e das Ribeiras do Oeste. Saberes e Reflexões, pp. 133-143. In: http://www.arhtejo.pt/c/documentlibrary/getfile?uuid=26cd06af-77f5-41ae-9336-bee2c70d71_07&groupId=10225.

Moinante, M.J., Oliveira, M.M., e Lobo Ferreira, J.P. (1994). *Desenvolvimento de um Inventário das Águas Subterrâneas de Portugal: Caracterização dos Sistemas Hidrogeológicos de Portugal Continental e Avaliação das suas Reservas Hídricas*. Laboratório Nacional de Engenharia Civil, Relatório LNEC 329/94 - GIAS, pp. 262.

Monteiro, J.P. (1993). *Hidrogeologia da Formação Carbonatada de Escusa (Castelo de Vide)*. Dissertação de Mestrado, Faculdade de Ciências da Universidade de Lisboa, Departamento de Geologia, pp. 170.

Monteiro, J.P., e Silva, M.L. (1993). *Estudo Hidrogeológico dos Calcários Dolomíticos de Escusa (Castelo de Vide)*. Recursos Hídricos – Revista da Associação Portuguesa de Recursos Hídricos, Vol. 14, n.º 1, pp. 13-20.

Monteiro, J.P., Lourenço da Silva, e M., Dill, A.C. (1998). *Dos Modelos Conceptuais aos Modelos Matemáticos de Simulação de Fluxo. O Caso do Aquífero Cársico de Castelo de Vide*. Actas do V Congresso Nacional de Geologia, Tomo 84, Fascículo 2. Lisboa, pp. E41-E44.

Monteiro, J. P. (2010). *Sistema Aquífero de Escusa (Castelo de Vide)*. Tágides, Os Aquíferos das Bacias Hidrográficas do rio Tejo e das Ribeiras do Oeste. Saberes e Reflexões, pp. 123-132. In: http://www.arhtejo.pt/c/documentlibrary/get_file?uuid=26cd06af-77f5-41ae-9336-bee2c70d71_07&groupId=10225.

- Nascimento, J. (2010). *Sistema Aquífero de Ourém*. Tágides, Os aquíferos das bacias hidrográficas do rio Tejo e das Ribeiras do Oeste. Saberes e Reflexões, pp. 168-174. In: http://www.arhtejo.pt/c/document_library/get_file?uuid=26cd06af-77f5-41ae-9336-bee2c70d7107&groupId=10225.
- Novo, M.E., e Lobo Ferreira, J.P. (1996). *Caracterização dos Aquíferos Cársicos da Região Centro e da Região de Lisboa e Vale do Tejo*. Laboratório Nacional de Engenharia Civil, Relatório LNEC 92/96 - GIAS, pp. 48.
- Oliveira, M.M. (1993). *Modelação de Escoamento e Determinação de Parâmetros Hidráulicos em Meios Fracturados*. Dissertação apresentada à Universidade de Lisboa para obtenção do grau de Mestre em Geologia Económica e Aplicada, 1993, 191 pp.
- Oliveira, M.M. (2009). *Aspectos Quantitativos dos Sistemas Aquíferos do Baixo Tejo*. Seminário sobre os sistemas aquíferos da Bacia do Baixo Tejo: o maior recurso hídrico subterrâneo em Portugal, Lisboa, 27 de Novembro de 2009, pp. 10.
- Oliveira, M.M., Novo, M.E., Moinante, M.J., e Lobo Ferreira, J.P.C. (2000). *Plano de Bacia Hidrográfica do Rio Tejo. 1.ª Fase - Análise e Diagnóstico da Situação Actual. Anexo Temático 4 - Recursos Hídricos Subterrâneos. Tomo A - Caracterização Hidrogeológica. Revisão 2*. Estudo realizado para a Hidrotécnica Portuguesa – Consultores para Estudos e Projectos Lda., Proc. 607/1/13022, LNEC-GIAS, Maio de 2000, pp. 379.
- Oliveira, J.T., Pereira, E., Ramalho, M.M., Antunes, M.T., Almeida, J.P., Carvalho, D., Carvalhosa, A., Ferreira, J.N., Gonçalves, F., Oliveira, V., Ribeiro, A., Silva, A.F., Noronha, F., Young, T., Barbosa, B., Manuppella, G., Pais, J., Reis, R.P., Rocha, R., Soares, A.F., Zbyszewski, G., Gaspar, L., e Moreira, A.P. (1992). *Carta Geológica de Portugal, Escala 1:500 000, Folhas 1 e 2*. Lisboa, Direcção Geral de Geologia e Minas, Serviços Geológicos de Portugal.
- Oliveira, R., Ribeiro, L., Mendes, M.P., e Nascimento, J. (2009). *Plano Estratégico de Cascais Face às Alterações Climáticas. Sector Recursos Hídricos*. Lisboa, IST, pp. 28, In: <http://www.siam.fc.ul.pt/PECAC/pdf/recursos-hidricos.pdf>.
- Perdigão, J.C. (1976). *Carta Geológica de Portugal, Escala 1:50 000, Notícia Explicativa da Folha 37-C: Juromenha*. Serviços Geológicos de Portugal, pp. 16.
- Perdigão, J.C. (1976). *Carta Geológica de Portugal, Escala 1:50 000, Notícia Explicativa da Folha 21-D: Vale Feitoso*. Serviços Geológicos de Portugal, pp. 11.

- Perdigão, J.C., e Fernandes, A.P. (1976). *Carta Geológica de Portugal, Escala 1:50 000, Notícia Explicativa da Folha 29-C: Marvão*. Serviços Geológicos de Portugal, pp. 18.
- PNUD (1980). *Étude des eaux souterraines de la péninsule de Setúbal (système aquifère Mio-Pliocène du Tejo et du Sado)*. Rapport final sur les résultats du project, conclusions et recommandations. Programme des Nations Unies pour le Developpement, Direcção-Geral dos Recursos e Aproveitamentos Hidráulicos, Lisboa.
- Ramalho, M., Rey, J., Zbyszewski, G., Alves, C.A.M., Moitinho de Almeida, F., Costa, C., e Kullberg, M.C. (1981). *Carta Geológica de Portugal, Escala 1:50 000, Notícia Explicativa da Folha 34-C: Cascais*. Serviços Geológicos de Portugal, pp. 87.
- Ramalho, M., Pais, J., Rey, J., Berthou, P.Y., Alves, C.A.M., Palácios, T., Leal, N., e Kullberg, M.C. (1993). *Carta Geológica de Portugal, Escala 1:50 000, Notícia Explicativa da Folha 34-A: Sintra*. Serviços Geológicos de Portugal, pp. 77.
- Ribeiro, O., Teixeira, C., Carvalho, H., Peres, A., Fernandes, A.P., Torre de Assunção, C., e Pilar, L. (1965). *Carta Geológica de Portugal, Escala 1:50 000, Notícia Explicativa da Folha 28-B: Nisa*. Serviços Geológicos de Portugal, pp. 29.
- Ribeiro, O., Teixeira, C., Ribeiro Ferreira, C., e Matos Alves, C.A. (1967). *Carta Geológica de Portugal, Escala 1:50 000, Notícia Explicativa da Folha 24-D: Castelo Branco*. Serviços Geológicos de Portugal, pp. 24.
- Ribeiro, A., Antunes, M.T., Ferreira, M.P., Rocha, R.B., Soares, A.F., Zbyszewski, G., Moitinho de Almeida, F., Carvalho, D., e Monteiro, J.M. (1979). *Introduction à la Géologie Générale du Portugal*. Serviços Geológicos de Portugal, pp. 114.
- Rocha, R., Manuppella, G., Mouterde, R., Ruget, C., e Zbyszewski, G. (1981). *Carta Geológica de Portugal, Escala 1:50 000, Notícia Explicativa da Folha 19-C: Figueira da Foz*. Serviços Geológicos de Portugal, pp. 126.
- Simões, M.M.M. (1998). *Contribuição para o Conhecimento Hidrogeológico do Cenozóico na Bacia do Baixo Tejo*. Dissertação apresentada à Universidade Nova de Lisboa para obtenção do grau de Doutor em Geologia, na especialidade de Hidrogeologia. Monte da Caparica, pp. 310.
- Teixeira, C., Martins, J.A., Medeiros, A.C., Pilar, L., Mesquita, L.P., Ferro, M.N., Fernandes, A.P., e Rocha, A. (1963). *Carta Geológica de Portugal, Escala*

- 1:50 000, *Notícia Explicativa da Folha 18-C: Guarda*. Serviços Geológicos de Portugal, pp. 24.
- Teixeira, C., Martins, J.A., Medeiros, A.C., Mesquita, L.P., Peres, A. M., Pilar, L., e Fernandes, A.P. (1965). *Carta Geológica de Portugal, Escala 1:50 000, Notícia Explicativa da Folha 21-A: Sabugal*. Serviços Geológicos de Portugal, pp. 25.
- Teixeira, C., Zbyszewski, G., Assunção, C.T., e Manuppella, G. (1968). *Carta Geológica de Portugal, Escala 1:50 000, Notícia Explicativa da Folha 23-C: Leiria*. Serviços Geológicos de Portugal, pp. 99.
- Teixeira, C., Santos, J.P., Carvalho, H.F., Fernandes, A.P., e Vairinho, MM. (1974). *Carta Geológica de Portugal, Escala 1:50 000, Notícia Explicativa da Folha 20-B: Covilhã*. Serviços Geológicos de Portugal, pp. 52.
- Teixeira, C. (1981). *Geologia de Portugal: Vol. I – Precâmbrico e Paleozóico*. Lisboa, Fundação Calouste Gulbenkian, Manuais Universitários, pp. 629.
- Zbyszewski, G. (1953). *Carta Geológica de Portugal, Escala 1:50 000, Notícia Explicativa da Folha 31-A: Santarém*. Serviços Geológicos de Portugal, pp. 16.
- Zbyszewski, G. (1963). *Carta Geológica dos Arredores de Lisboa, Escala 1:50 000, Notícia Explicativa da Folha 4: Lisboa*. Serviços geológicos de Portugal, pp. 93.
- Zbyszewski, G. (1964). *Carta Geológica de Portugal, Escala 1:50 000, Notícia Explicativa da Folha 34-B: Loures*. Serviços Geológicos de Portugal, pp. 85.
- Zbyszewski, G., Assunção, T. (1965). *Carta Geológica de Portugal, Escala 1:50 000, Notícia Explicativa da Folha 30-D: Alenquer*. Serviços Geológicos de Portugal, pp. 104.
- Zbyszewski, G., e Carvalhosa, A., (1981). *Carta Geológica de Portugal, Escala 1:50 000, Folha 34-B: Loures*. Serviços Geológicos de Portugal.
- Zbyszewski, G., e Carvalhosa, A. (1984). *Carta Geológica de Portugal, Escala 1:50 000, Folha 31-D: Montargil*. Serviços Geológicos de Portugal, pp. 56.
- Zbyszewski, G., e 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., e Veiga Ferreira, O. (1968). *Carta Geológica de Portugal, Escala 1:50 000, Notícia Explicativa da Folha 31-C: Coruche*. Serviços Geológicos de

Portugal, pp. 43.

Zbyszewski, G., e Veiga Ferreira, O. (1968). *Carta Geológica de Portugal, Escala 1:50 000, Notícia Explicativa da Folha 35-C: Santo Isidro de Pegões*. Serviços Geológicos de Portugal, pp. 23.

Zbyszewski, G., e Veiga Ferreira, O. (1969). *Carta Geológica de Portugal, Escala 1:50 000, Notícia Explicativa da Folha 35-A: Santo Estêvão*. Serviços Geológicos de Portugal, pp. 26.

Zbyszewski, G., e Veiga Ferreira, O. (1979). *Carta Geológica de Portugal, Escala 1:50 000, Notícia Explicativa da Folha 31-B: Chouto*. Serviços Geológicos de Portugal, pp. 26.

Zbyszewski, G., Antunes, m.t., Veiga Ferreira, O., e Carvalhosa, A.B. (1976). *Carta Geológica de Portugal, Escala 1:50 000, Notícia Explicativa da Folha 39-A: Águas de Moura*. Serviços Geológicos de Portugal, pp. 59.

Zbyszewski, G., Carvalhosa, A.B., e Veiga Ferreira, O. (1980). *Carta Geológica de Portugal, Escala 1:50 000, Notícia Explicativa da Folha 36-A: Pavia*. Serviços Geológicos de Portugal, pp. 39.

Zbyszewski, G., Carvalhosa, A., e Gonçalves, F. (1981). *Carta Geológica de Portugal, Escala 1:50 000, Notícia Explicativa da Folha 28-C: Gavião*. Serviços Geológicos de Portugal, pp. 50.

Zbyszewski, G., Manuppella, G., e Veiga Ferreira, O. (1971). *Carta Geológica de Portugal, Escala 1:50 000, Notícia Explicativa da Folha 27-C: Torres Novas*. Serviços Geológicos de Portugal, pp. 46.

Zbyszewski, G., Manuppella, G., Ferreira, O.V., Mouterde, R., Ruget-Perrot, C.H., e 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.

Zbyszewski, G., Veiga Ferreira, O., Manuppella, G., e Assunção, T. (1965). *Carta Geológica de Portugal, Escala 1:50 000, Notícia Explicativa da Folha 38-B: Setúbal*. Serviços Geológicos de Portugal, pp. 134.

Zbyszewski, G., Veiga Ferreira, O., e Assunção, T. (1966). *Carta Geológica de Portugal, Escala 1:50 000, Notícia Explicativa da Folha 30-B: Bombarral*. Serviços Geológicos de Portugal, pp. 90.

Zbyszewski, G., Veiga Ferreira, O., e Carvalhosa, A.B. (1979). *Carta Geológica de Portugal, Escala 1:50 000, Notícia Explicativa da Folha 35-B: Mora*. Serviços Geológicos de Portugal, pp. 33.